



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

**CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**TESIS**

**TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO *Spartina* (POACEAE) EN  
MÉXICO**

PRESENTA

Gabriela del Rocío Nieto Silva

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS AGRONÓMICAS

**TUTOR**

Dra. María Elena Siqueiros Delgado

**COMITÉ TUTORAL**

Dr. José de Jesús Luna Ruiz

Dr. Onésimo Moreno Rico

Dr. Ernesto Flores Ancira

Aguascalientes, Ags., 22 de Mayo del 2014



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

M. EN C. GABRIEL ERNESTO PALLAS GUZMÁN  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
P R E S E N T E.

Por este medio manifiesto a usted que **Gabriela del Rocío Nieto Silva**, alumno(a) de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de escritura de la tesis titulada **“TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO *Spartina* (POACEAE) EN MÉXICO”**.

Por lo anterior no tengo inconveniente en otorgar mi **voto aprobatorio** para la impresión del documento y continuar con el proceso para el examen de grado.

Se extiende la presente en la ciudad de Aguascalientes, a los **doce días** del mes de **Mayo del año dos mil catorce**.

ATENTAMENTE

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dr. María Elena Siqueiros Delgado'.

Dra. María Elena Siqueiros Delgado  
TUTORA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

M. EN C. GABRIEL ERNESTO PALLAS GUZMÁN  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PRESENTE.

Por este medio manifiesto a usted que **Gabriela del Rocío Nieto Silva**, alumno(a) de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de escritura de la tesis titulada **“TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO *Spartina* (POACEAE) EN MÉXICO”**.

Por lo anterior no tengo inconveniente en otorgar mi **voto aprobatorio** para la impresión del documento y continuar con el proceso para el examen de grado.

Se extiende la presente en la ciudad de Aguascalientes, a los **doce días** del mes de **Mayo del año dos mil catorce**.

ATENTAMENTE

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José de Jesús Luna'.

Dr. José de Jesús Luna  
COTUTOR



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

M. EN C. GABRIEL ERNESTO PALLAS GUZMÁN  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PRESENTE.

Por este medio manifiesto a usted que **Gabriela del Rocío Nieto Silva**, alumno(a) de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de escritura de la tesis titulada **“TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO *Spartina* (POACEAE) EN MÉXICO”**.

Por lo anterior no tengo inconveniente en otorgar mi **voto aprobatorio** para la impresión del documento y continuar con el proceso para el examen de grado.

Se extiende la presente en la ciudad de Aguascalientes, a los **doce días** del mes de **Mayo del año dos mil catorce**.

ATENTAMENTE

A handwritten signature in blue ink, reading 'Onésimo Moreno Rico', enclosed in a blue oval.

Dr. Onésimo Moreno Rico  
INTEGRANTE DEL COMITÉ TUTORAL



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

M. EN C. GABRIEL ERNESTO PALLAS GUZMÁN  
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PRESENTE.

Por este medio manifiesto a usted que **Gabriela del Rocío Nieto Silva**, alumno(a) de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de escritura de la tesis titulada **“TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO *Spartina* (POACEAE) EN MÉXICO”**.

Por lo anterior no tengo inconveniente en otorgar mi **voto aprobatorio** para la impresión del documento y continuar con el proceso para el examen de grado.

Se extiende la presente en la ciudad de Aguascalientes, a los **doce días** del mes de **Mayo** del año **dos mil catorce**.

ATENTAMENTE

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ernesto Flores Ancira'.

Dr. Ernesto Flores Ancira  
INTEGRANTE DEL COMITÉ TUTORAL



UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE AGUASCALIENTES  
CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ANIVERSARIO  
UAA

OFICIO NO. CCA-D-111500-159-14

**DRA. GUADALUPE RUÍZ CUÉLLAR**  
**DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**  
**PRESENTE.**

Por medio del presente me permito comunicar a usted que la tesis titulada "TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO *Spartina* (POACEAE) EN MÉXICO", de la **C. GABRIELA DEL ROCÍO NIETO SILVA, I.D. 57763** egresada de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, respeta las normas y lineamientos establecidos institucionalmente para su elaboración y su autora cuenta con el voto aprobatorio de su tutor y comité tutorial.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

*Jesús María, Ags., 20 de Mayo del 2014.*

"Se Lumen Proferre"

**M. en C. GABRIEL ERNESTO PALLÁS GUZMÁN**  
**DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

- c.c.p. C.P. Ma. Esther Rangel Jiménez.- Jefe del Departamento del Control Escolar
- c.c.p. Sección de Certificados y Títulos
- c.c.p. Secretario Técnico
- c.c.p. Estudiante
- c.c.p. Archivo

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Aguascalientes por ser fuente de superación profesional.

Al Centro de Ciencias Agropecuarias por la oportunidad que nos brinda de obtener conocimiento.

Al CONACYT por la beca 54764 otorgada.

A la Dra. María Elena Siqueiros Delgado por creer en mí y obsequiarme uno de sus proyectos, además de esos momentos inolvidables en las salidas de campo.

A mi comité tutorial por el apoyo otorgado.

A los curadores y personal de los herbarios consultados por sus atenciones y disponibilidad para la revisión de sus ejemplares.

A la dirección de Recursos Naturales del INEGI por las facilidades otorgadas en el desarrollo del presente proyecto.

A Leopoldo Quezada Viay por su invaluable apoyo en el trabajo de campo.

A Ing. Jesús Abad Argumedo Espinosa por su valiosa asesoría en la elaboración de mapas.

Al Mtro. Celso Gutiérrez Baez, a la Dra. Rosa Cerros Tlatilpa, Dra. Yolanda Herrera Arrieta y Dra. Alicia Melgoza Castillo por la información proporcionada sobre distribución de *Spartina*;

A mis compañeros de la maestría por esas amenas clases y por compartir los buenos y malos momentos.

A los compañeros del Herbario UAA por su compañía en los ratos de estancia en el mismo y por sus aportes.

A mis padres, Profr. Cuauhtémoc Nieto Gutiérrez y a la Profra. Amada Silva Durón por su ejemplo de vida, por ser mi pilar fundamental.

A Leopoldo por siempre estar presente y brindarme su apoyo incondicional.

A Anabel, Cuauhtémoc y Tonatiúh por sus palabras de aliento para seguir adelante.

**DEDICATORIA**

A mi familia que por el simple hecho de serlo, me impulsa a seguir profesionalizándome.



**INDICE GENERAL**

ÍNDICE GENERAL ..... 1

ÍNDICE DE TABLAS ..... 3

ÍNDICE DE FIGURAS..... 4

ÍNDICE DE GRÁFICAS..... 7

ACRÓNIMOS..... 8

RESUMEN.....11

ABSTRACT .....12

INTRODUCCIÓN .....13

1. MARCO TEÓRICO .....14

    1.1. ASPECTOS TAXONOMICOS.....14

    1.2. *Spartina* EN EL MUNDO.....15

    1.3. *Spartina* EN MÉXICO .....15

    1.4. DISTRIBUCIÓN DE *Spartina* EN MÉXICO .....20

2. ANTECEDENTES .....22

    2.1. HIBRIDACIÓN EN *Spartina* .....22

    2.2. POLIPLOIDIA EN *Spartina* .....22

    2.3. INVASIÓN POR *Spartina* .....23

    2.4. MECANISMOS DE ADAPTACION A LA SALINIDAD EN *Spartina*.....26

    2.5. CLASIFICACION TAXONÓMICA DE *Spartina* .....26

    2.6. FILOGENIA DE *Spartina* .....28

JUSTIFICACION .....31

3. OBJETIVOS.....32

    3.1. Objetivo general .....32

    3.2 Objetivos particulares.....32

4. MATERIALES Y MÉTODOS.....33

    4.1. Revisión bibliográfica.....33

    4.2. Trabajo de campo .....33

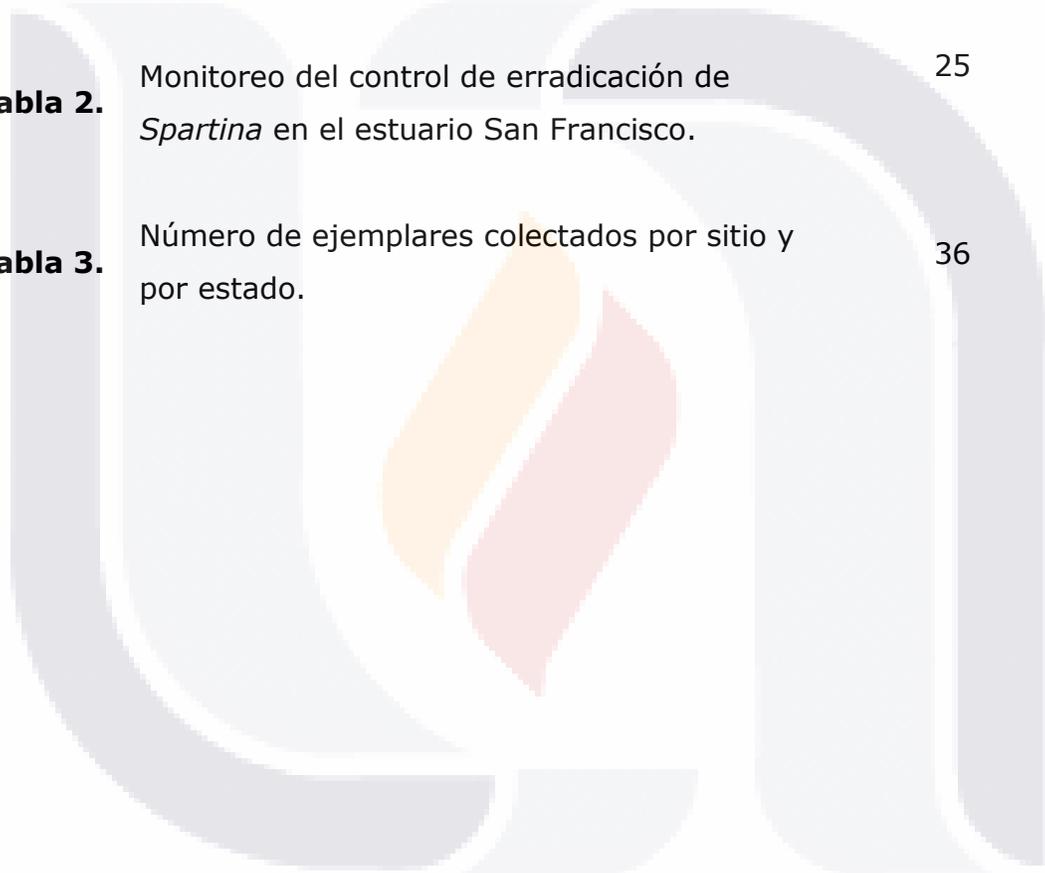
        4.2.1. Selección y ubicación de los sitios de colecta.....33

        4.2.2. Colecta de ejemplares .....33

4.2.3. Toma de datos del sitio de colecta.....	34
4.2.4. Captura de fotografías digitales .....	34
4.3. Trabajo de laboratorio .....	34
4.3.1. Proceso de herborización de los ejemplares colectados .....	34
4.3.2. Identificación de ejemplares.....	34
4.3.3. Elaboración de claves taxonómicas para las especies del género <i>Spartina</i> en México.....	35
4.3.4. Descripciones taxonómicas .....	35
4.3.5. Mapas de distribución del género en México .....	35
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
5.1. TRATAMIENTO TAXONÓMICO.....	37
5.1.1. <i>Spartina</i> .....	37
5.1.2. Claves para identificación de las especies de <i>Spartina</i> reportadas para México en este trabajo.....	41
5.1.3. <i>Spartina alterniflora</i> .....	42
5.1.4. <i>Spartina foliosa</i> .....	48
5.1.5. <i>Spartina patens</i> .....	54
5.1.6 <i>Spartina spartinae</i> .....	60
5.2 Especies dudosas y excluidas.....	71
5.2.1. <i>Spartina cynosuroides</i> .....	71
5.2.2. <i>Spartina gracilis</i> .....	71
5.2.3. Otras especies reportadas.....	72
CONCLUSIONES.....	73
GLOSARIO.....	74
LITERATURA CITADA .....	76
ANEXOS.....	81

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>No.</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1.</b>	Bibliografía para la identificación taxonómica de especies de <i>Spartina</i> reportadas para México.	16
<b>Tabla 2.</b>	Monitoreo del control de erradicación de <i>Spartina</i> en el estuario San Francisco.	25
<b>Tabla 3.</b>	Número de ejemplares colectados por sitio y por estado.	36



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>No.</b>	<b>TITULO</b>	<b>PÁG.</b>
Figura 1.	Pradera de <i>Spartina foliosa</i> en Ensenada Baja California, México.	13
Figura 2.	<i>Spartina alterniflora</i> . La Pesca, Tamaulipas.	18
Figura 3.	<i>Spartina cynosuroides</i> .	18
Figura 4.	<i>Spartina foliosa</i> , Puerto Cancún, BCS.	19
Figura 5.	<i>Spartina gracilis</i> .	19
Figura 6.	<i>Spartina patens</i> La Pesca Tamaulipas	19
Figura 7.	<i>Spartina spartinae</i> Manglares de Campeche	19
Figura 8.	Mapa de la distribución del género <i>Spartina</i> en México obtenido de una fuente de información no depurada ni actualizada	21
Figura 9.	Ejemplo de especiación por hibridación de <i>Spartina</i> en Inglaterra	23
Figura 10.	Hipótesis filogenética de <i>Spartina</i> basado en secuencias nucleares del gen <i>waxy</i> (Baumel et al., 2002).	30
Figura 11.	Mapa de la distribución del género <i>Spartina</i> en México.	39
Figura 12.	Ejemplar de <i>Spartina alterniflora</i> colectado en Tamaulipas, a) planta completa con inflorescencia, b) detalle de la espiguilla (G. Nieto S.).	45
Figura 13.	Tallos carnosos de <i>S. alterniflora</i> (G. Nieto S.).	46
Figura 14.	Inflorescencia de <i>S. alterniflora</i> (G. Nieto S.).	46
Figura 15.	Hábitat de <i>Spartina alterniflora</i> , (La Pesca, Soto la Marina, Tamps.)	46
Figura 16.	Distribución de <i>Spartina alterniflora</i> en México, de acuerdo a los sitios colectados para este estudio y a la información obtenida en las revisiones de herbarios.	47
Figura 17.	Ejemplar de <i>Spartina foliosa</i> colectado en Tamaulipas, a) planta completa con	51

	inflorescencia, b) detalle de la espiguilla (G. Nieto S.).	
Figura 18.	Inflorescencia de <i>Spartina foliosa</i> (Puerto Chale, BCS).	52
Figura 19.	Población monoespecífica de <i>Spartina foliosa</i> (Guerrero Negro, BCS).	52
Figura 20.	Distribución de <i>Spartina foliosa</i> en México, de acuerdo a los sitios colectados para este estudio y a la información obtenida en las revisiones de herbarios.	53
Figura 21.	Inflorescencia de <i>Spartina patens</i> (La pesca, Tamps.)	56
Figura 22.	Rizoma de <i>S. patens</i> (La Pesca, Tamps.)	56
Figura 23.	Ejemplar de <i>Spartina patens</i> colectado en Tamaulipas, a) planta completa con inflorescencia, b) detalle de la espiguilla (G. Nieto S.).	57
Figura 24.	Distribución de <i>Spartina patens</i> en México, de acuerdo a los sitios colectados para este estudio y a la información obtenida en las revisiones de herbarios.	58
Figura 25.	Población de <i>Spartina patens</i> (La Pesca, Soto la Marina, Tamps.)	59
Figura 26.	Ejemplar de <i>Spartina spartinae</i> colectado en Campeche, a) planta completa con inflorescencia, b) detalle de la espiguilla (G. Nieto S.).	67
Figura 27.	Inflorescencia de <i>Spartina spartinae</i> (G. Nieto S.)	68
Figura 28.	Raíces de <i>Spartina spartinae</i> (G. Nieto S.)	68
Figura 29.	Cariópside de <i>Spartina spartinae</i> (G. Nieto S.).	69
Figura 30.	Población de <i>Spartina spartinae</i> (Campeche, Camp.)	69

Figura 31.

Distribución de *Spartina spartinae* en México, de acuerdo a los sitios colectados para este estudio y a la información obtenida en las revisiones de herbarios.

70



## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>No.</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>PAG.</b>
Gráfica 1	Tipos de vegetación en los que se encuentran las especies de Spartina	40



## ACRÓNIMOS

Herbarios visitados para la revisión de ejemplares de *Spartina*.

	<b>NOMBRE DEL HEBARIO</b>	<b>CODIGO DEL INDEX HERBARIORUM</b>
1	Herbario del Departamento de Botánica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.	ANSM
2	Herbario de la División de Ciencias Forestales Universidad Autónoma Chapingo.	CHAP
3	Herbario del Departamento de Botánica Instituto de Historia Natural de Chiapas.	CHIP
4	Herbario-Fibroteca "U Najil Tikin Xiw" de la Unidad de Recursos Naturales del Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, A.C. (CICY).	CICY
5	Herbario de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.	EBUM
5	Herbario Jerzy Rzedowski y Graciela Calderón del Departamento de Botánica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Instituto Politécnico Nacional.	ENCB
6	Herbario (Pteridofitas y Fanerógamas) de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.	FCME
7	Herbario Annetta M. Carter del Programa de Planeación Ambiental y Conservación del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.	HCIB
8	Herbario del Departamento de Biología del Centro de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.	HUAA
9	Herbario del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara.	IBUG
10	Herbario del Instituto de Ecología, A.C. del	IEB

	Centro Regional del Bajío.	
11	Herbario Departamento de Botánica Dirección General de Geografía Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.	INEGI
12	Ada Hayden Herbarium Ecology, Evolution and Organismal Biology Department Iowa State University.	ISC
13	Lundell Herbarium University of Texas at Austin.	LL
14	Herbario Nacional de México del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México.	MEXU
15	Herbario del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional.	OAX
16	Herbarium Rancho Santa Ana Botanic Garden.	RSA
17	Herbario de la Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca.	SERO
18	Herbario "Isidro Palacios" del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.	SLPM
19	Herbarium Plant Resources Center University of Texas at Austin.	TEX
20	Herbario Metropolitano Ramón Riba y Nava Esparza de la Universidad Autónoma Metropolitana.	UAMIZ
21	Herbario Jesús González Ortega Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa.	UAS
22	Herbario del Instituto de Ecología y Alimentos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.	UAT
23	Herbario del Centro de Ciencias Históricas y Sociales de la Universidad Autónoma de Campeche.	UCAM
24	Herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.	UNL

25	United States National Herbarium, Smithsonian Institution.	US
26	Intermountain Herbarium Biology Department Utah State University.	UTC
27	Herbario del Instituto de Ecología, A.C. Xalapa.	XAL



# TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

## TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO *Spartina* (POACEAE) EN MÉXICO

### RESUMEN

*Spartina* es una gramínea peculiar por sus procesos de dispersión, sobrevivencia y evolución. Se desarrolla en ecosistemas de marismas, sobre suelos salinos en costas y en cuencas interiores. Todas las especies son poliploides, con una gran capacidad de hibridación. Frecuentemente han sido usadas en la restauración de áreas con pérdida de suelo, convirtiéndose en muchos casos, en especies invasoras. Hasta la fecha, en México no se ha llevado a cabo un estudio exclusivo y exhaustivo sobre este género, por ello el objetivo del presente proyecto fue determinar el número de especies de *Spartina* y su distribución en el país. Con base a la información de ejemplares de herbario y de la bibliografía, se llevó a cabo una exploración de campo en las localidades donde se ha reportado la presencia de *Spartina*. Se colectaron ejemplares en la Costa Atlántica, (de Tamaulipas a Quintana Roo), en la Costa Pacífica (Baja California Sur, Sinaloa y Chiapas) y en la zona interior del país (Coahuila y San Luis Potosí). Además se revisaron ejemplares en 22 herbarios nacionales y seis de los EUA. Se elaboró una clave taxonómica para las especies de *Spartina* presentes en el país y mapas de distribución del género. Solo se encontraron cuatro de las seis especies citadas para México: *S. alterniflora*, *S. foliosa*, *S. patens* y *S. spartinae*, siendo ésta última la más ampliamente distribuida. Se ha señalado la presencia de *S. gracilis* en Jalisco, Michoacán y Chihuahua y de *S. cynosuroides* en Chihuahua y Tamaulipas, pero ninguna de éstas fue observada en la exploración de campo ni en la revisión de herbarios. El género *Spartina* se encuentra distribuido por toda la costa Atlántica, así como en Baja California, Sinaloa y Oaxaca de la costa Pacífica, y en zonas interiores de Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí. No se encontraron evidencias de especies introducidas.

**Palabras clave:** *Spartina*, taxonomía, México, Zoyseae,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

## **TAXONOMY AND DISTRIBUTION OF THE GENUS *Spartina* (POACEAE) IN MEXICO**

### **ABSTRACT**

*Spartina* is a distinctive grass genus because of its processes of dispersal, survival and evolution. It grows in ecosystems of tidal marshes, mudflats and saline basins. All species are polyploid with a great capacity for hybridization. Frequently, species of *Spartina* have been used in restoration of areas with soil loss, becoming, in many cases as dangerous invaders. To date, there has not been carried out an exclusive and comprehensive study of this genus in Mexico. The aim of this project was to determine the number of species of *Spartina* and their distribution in the country. Based on bibliography and herbarium vouchers information, the field exploration was carried out in all localities where *Spartina* was registered. It was collected on the Atlantic coast (Tamaulipas to Quintana Roo), the Pacific Coast (Baja California Sur, Sinaloa and Chiapas) and inland areas (Coahuila and San Luis Potosi), and twenty-two national herbaria and six from the USA were revised. A taxonomic key for the Mexican species, and distribution maps were developed. Four out of the six species reported for Mexico were found: *S. alterniflora*, *S. foliosa*, *S. patens* and *S. spartinae*, the latter being the most widely distributed. It has been reported the presence of *S. gracilis* in Jalisco, Michoacán y Chihuahua and *S. cynosuroides* in Chihuahua and Tamaulipas, however, these species were not located neither in the field exploration nor in the herbarium collections. The genus is distributed mainly along the entire Atlantic coast, on the Pacific coast only in Baja California, Sinaloa and Oaxaca, and in inland areas of Coahuila and San Luis Potosi. There is no evidence of any introduced species.

**Key words:** *Spartina*, taxonomy, México, Zoysaeae

## INTRODUCCIÓN

Uno de los integrantes más abundantes y menos conocidos científicamente de los humedales tanto costeros como interiores en México es el género *Spartina*, el cual forma grandes extensiones monoespecíficas (figura 1) o poco diversas, principalmente en la Costa Atlántica, y en menor grado en las costas del Pacífico, con escasas comunidades interiores, denominadas espartinales, espartillales o tabayales. Algunos nombres locales en México son esparto, xacahextle, sacahuite o tabay.

Es un pasto peculiar por sus procesos de dispersión, sobrevivencia y evolución. Se desarrolla principalmente en ecosistemas de marismas sobre suelos salinos, es de hábito semi-acuático, con un sistema de rizomas fuertes y profundos que lo hace un eficiente colonizador de nuevas áreas. Posee un sistema fotosintético C4, con elevada tolerancia a altas temperaturas y salinidad. Todas sus especies son poliploides y poseen una gran capacidad de hibridación (Ayres *et al.*, 2008a; Fortune *et al.*, 2007; Fortune *et al.*, 2008).

En los siguientes apartados se abordaran los aspectos taxonómicos y de distribución del género.



**Figura 1.** Pradera de *Spartina foliosa* en Ensenada, Baja California, México. (M. Siqueiros D.)

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. ASPECTOS TAXONÓMICOS

El género *Spartina*, pertenece a la familia Poaceae, subfamilia Chloridoideae, tribu Zoysaeae, y sus características diagnósticas son: los nudos del culmo glabros, la lígula es una línea de pelos o una membrana, las espiguillas son lateralmente comprimidas, bisexuales y con una sola flor, las glumas sin o con una nervadura; la mayoría de estas especies prefieren hábitats salinos (Peterson *et al.*, 2001), solo tres especies son también de ambientes dulceacuícolas: *S. gracilis*, *S. cynosuroides* y *S. pectinata* (Maricle *et al.*, 2009). El único estudio taxonómico a nivel mundial, basado en datos morfológicos, es el de Mobberley (1956) en el que se reportan 16 especies (considerando dos especies híbridas). Actualmente, utilizando datos moleculares, el número de especies ha variado de 13 a 15 según Ainouche *et al.* (2009), hasta 15 a 17 de acuerdo a Barkworth (2007). En México se considera que existen seis especies (Espejo-Serna *et al.*, 2000; Peterson *et al.*, 2001; Dávila *et al.*, 2006; Herrera y Peterson, 2013); sin embargo, no se tiene una revisión completa del género ni se tiene la certeza de cuáles y cuántas especies realmente están presentes en el país.

Desde el punto de vista taxonómico, el conocimiento de *Spartina* en el mundo es sumamente reducido. Además de la revisión de Mobberley (1956), descrita anteriormente, y que constituye la base para cualquier estudio taxonómico o de circunscripción de éstas especies, existen otros estudios taxonómicos aislados y regionales de *Spartina*, como el de Barkworth (2003) de la Flora de Norte América el cual incluye 13 especies tanto nativas como introducidas; Saarela (2012) aborda dos especies nativas (*S. gracilis* y *S. pectinata*) del noroeste del Pacífico en Columbia Británica, Washington y Oregon y cinco especies introducidas (*S. anglica*, *S. alterniflora*, *S. densiflora*, *S. patens*, *S. x townsendii*). En este estudio se presentan sinonimias, una clave y las descripciones de las especies.

## **1.2. *Spartina* EN EL MUNDO**

El género *Spartina* en su gran mayoría, es nativo del Continente Americano, sólo *Spartina marítima* es nativa de Europa y de las costas Atlánticas de África (Ainouche *et al.*, 2009). Sin embargo, *S. alterniflora* se ha dispersado tanto que también se encuentra en China y Australia en donde se considera una especie introducida (Zhi *et al.*, 2007).

Este grupo es uno de los géneros halófilos más estudiados en el mundo entero por sus propiedades adaptativas y su agresividad como invasor de marismas y otros ecosistemas de agua dulce al ser introducido a sitios nuevos (Ayres *et al.*, 2008a). *Spartina* es tolerantes a un amplio intervalo de condiciones climatológicas en ambos hemisferios (Espinar, 2009).

## **1.3. *Spartina* EN MÉXICO**

La información taxonómica para el género *Spartina* en México es básicamente producto de colectas aisladas y fortuitas de diferentes investigaciones que han sido publicadas en listados florísticos (Espejo-Serna *et al.*, 2000; Dávila *et al.*, 2006), y en algunas floras (Swallen, 1955; Keaney y Peebles, 1960; Shreve y Wiggins, 1964; Correll y Johnston, 1970; Correll y Correll, 1972; Gould, 1975; Gould y Moran, 1981; Soreng, 2003; Barkworth, 2007). Sin embargo, hasta la fecha no se ha llevado a cabo un estudio profundo para la exploración de las especies del género, su distribución actual y la situación de las poblaciones; solo se tienen dos publicaciones: de Mora y Valdés (2011) que reporta a *S. alterniflora* como nuevo registro en el país y proporciona una clave taxonómica modificada de Mobberley (1956); y la otra fuente es Herrera y Peterson (2013) en donde tratan a *Spartina* dentro de las Poaceae acuáticas de México considerando a seis especies, contiene una clave taxonómica y datos de distribución por especie.

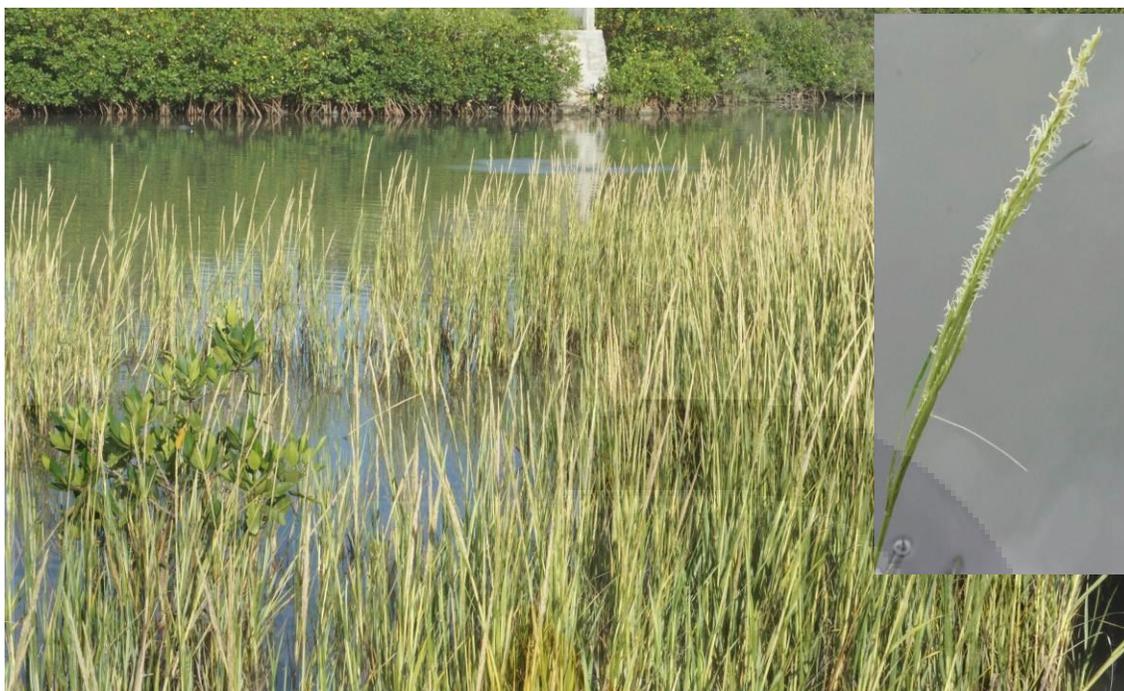
De acuerdo a Sosa y Gómez-Pompa (1994); Espejo-Serna *et al.* (2000); Dávila

et al. (2006); Peterson et al. (2001), Mora y Valdés (2011) y Herrera y Peterson (2013), en México se encuentran seis especies: *S. alterniflora* (Figura 2), *S. cynosuroides* (Figura 3), *S. foliosa* (Figura 4), *S. gracilis* (Figura 5), *S. patens* (Figura 6) y *S. spartinae* (Figura 7). En la tabla 1 se presenta la lista de las publicaciones taxonómicas con las especies que mencionan para México.

**Tabla 1.** Bibliografía para la identificación taxonómica de especies de *Spartina* reportadas para México.

<b>FUENTE</b>	<b>ESPECIES INCLUIDAS</b>
Catálogo de Gramíneas de México, (Dávila et al., 2006).	<i>S. alterniflora</i> , <i>S. cynosuroides</i> , <i>S. foliosa</i> , <i>S. gracilis</i> <i>S. patens</i> , <i>S. spartinae</i>
Catálogo de pastizales del Nuevo Mundo (Peterson et al., 2001).	<i>S. cynosuroides</i> , <i>S. foliosa</i> , <i>S. gracilis</i> , <i>S. patens</i> , <i>S. spartinae</i>
Flora de Arizona (Kearney y Peebles, 1960).	<i>S. gracilis</i>
Flora de Baja California (Wiggins, 1980)	<i>S. foliosa</i> .
Flora de Guatemala (Swallen, 1955)	<i>S. spartinae</i>
Flora de Mesoamérica (Davidse et al., 1994).	<i>S. spartinae</i>
Flora de Norte América (Barkworth, 2007).	<i>S. alterniflora</i> , <i>S. ánglica</i> , <i>S. bakeri</i> , <i>S. cynosuroides</i> , <i>S. densiflora</i> , <i>S. foliosa</i> , <i>S. gracilis</i> , <i>S. marítima</i> <i>S. patens</i> , <i>S. pectinata</i> , <i>S. spartinae</i> , <i>S. x caespitosa</i> , <i>S. x townsendii</i>
Flora del Desierto de Sonora (Shreve y Wiggins, 1964).	<i>S. foliosa</i> .
Las Monocotiledoneas de México, (Espejo-Serna et al., 2000).	<i>S. alterniflora</i> , <i>S. cynosuroides</i> , <i>S. foliosa</i> , <i>S. gracilis</i> , <i>S. patens</i> , <i>S. spartinae</i> ,
Manual de pastizales de Estados Unidos (Hitchcock, 1950).	<i>S. alterniflora</i> , <i>S. cynosuroides</i> , <i>S. foliosa</i> , <i>S. spartinae</i> , <i>S. gracilis</i> y

	<i>S. patens.</i>
Manual de Plantas Vasculares de Texas, EE.UU (Correll y Johnston, 1970)	<i>S. patens, S. spartinae</i>
Pastos de Texas, EE.UU (Gould, 1975).	<i>S. alterniflora,</i> <i>S. cynosuroides,</i> <i>S. spartinae, y S. patens</i>
Plantas Acuáticas y Humedales del Suroeste de Estados Unidos (Correll y Correll, 1972).	<i>S. alterniflora,</i> <i>S. cynosuroides,</i> <i>S. spartinae, S. gracilis y</i> <i>S. patens</i>
Taxonomy and distribution of the genus <i>Spartina</i> (Mobberley, 1956)	<i>S. alterniflora, S. ánglica,</i> <i>S. bakeri, S. cynosuroides,</i> <i>S. densiflora, S. foliosa,</i> <i>S.gracilis, S. marítima S.</i> <i>patens, S. pectinata, S.</i> <i>spartinae, S. x caespitosa,</i> <i>S. x townsendii</i>
<i>Spartina</i> , Poaceae en Plantas Acuáticas Mexicanas (Herrera y Peterson, 2013)	<i>S. alterniflora, S.</i> <i>cynosuroides, S. foliosa,</i> <i>S. gracilis, S. patens y S.</i> <i>spartinae,</i>



**Figura 2.** *Spartina alterniflora*. La Pesca, Tamaulipas.



**Figura 3.** *Spartina cynosuroides*. Fuente: <http://jcho.s.spartinae.masgc.org/frames/data/spartinacynosuroides.html>



**Figura 4.** *Spartina foliosa*,  
Puerto Cancun, BCS.



**Figura 5.** *Spartina gracilis*  
Fuente: <http://flickrhivemind.net/Tags/spartina/Interesting>



**Figura 6.** *Spartina patens*  
La Pesca Tamaulipas

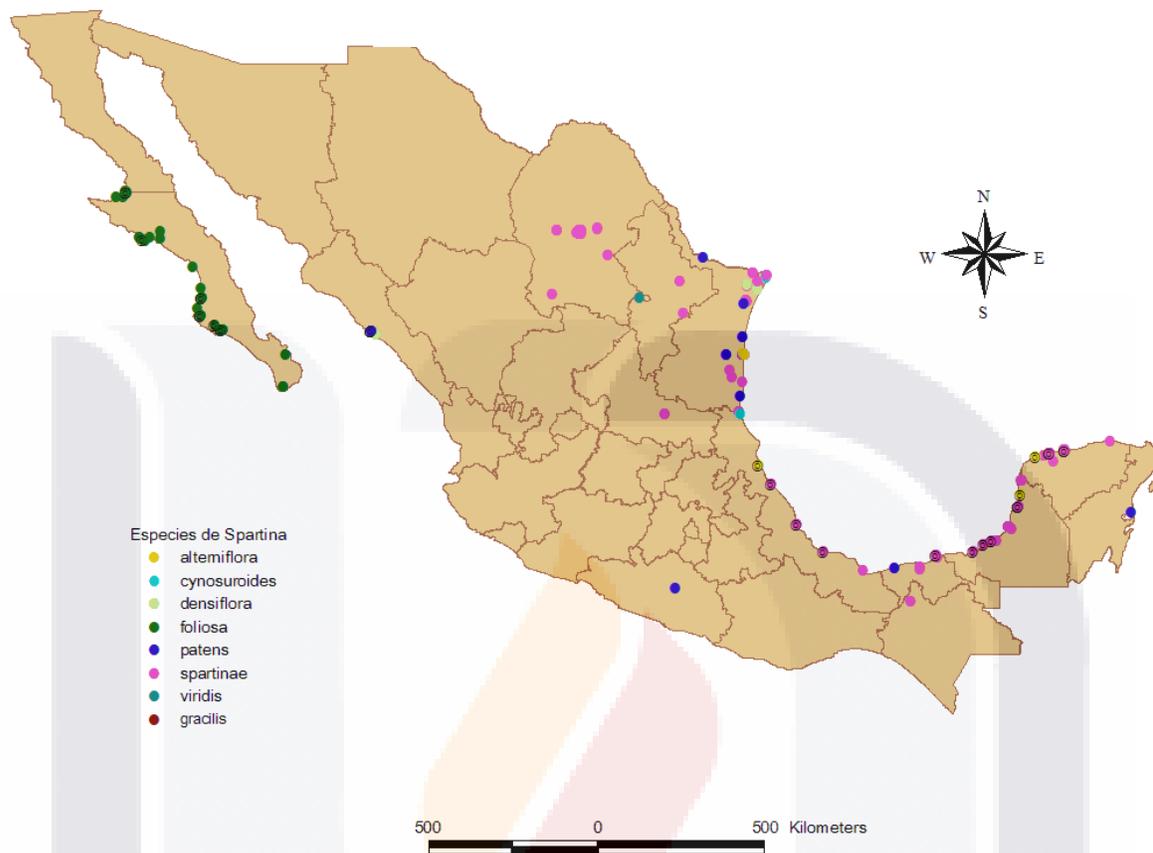


**Figura 7.** *Spartina spartinae*.  
Manglares de Campeche

#### 1.4. DISTRIBUCIÓN DE *Spartina* EN MÉXICO

Las seis especies reportadas para México, de acuerdo a la literatura y a los ejemplares consultados, se distribuyen de la siguiente manera: *Spartina alterniflora*, en Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas y Veracruz (Espejo-Serna *et al.*, 2000; Mora-Olivo y Valdés-Reyna, 2011; Herrera y Peterson, 2013); *S. cynosuroides* mencionada para Chihuahua y Tamaulipas (Espejo-Serna *et al.*, 2000; Dávila *et al.*, 2006; Herrera, 2010; Herrera y Peterson, 2013); *S. foliosa* restringida a Baja California y Baja California Sur (Espejo-Serna *et al.*, 2000; Dávila *et al.*, 2006; Herrera y Peterson, 2013); *S. gracilis* reportada para Chihuahua, Jalisco y Michoacán (Espejo-Serna *et al.*, 2000; Dávila *et al.*, 2006; Herrera, 2010; ; Herrera y Peterson, 2013); *S. patens* localizada en Quintana Roo, Tabasco, y Tamaulipas (Espejo-Serna *et al.*, 2000; Dávila *et al.*, 2006; Herrera y Peterson, 2013) y *S. spartinae* distribuida en toda la costa Atlántica desde Tamaulipas hasta Quintana Roo (Espejo-Serna *et al.*, 2000; Dávila *et al.*, 2006), en Oaxaca, así como en cuencas endorreicas de Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí (Espejo-Serna *et al.*, 2000; Peterson *et al.*, 2001; Dávila *et al.*, 2006; Herrera y Peterson, 2013).

La distribución preliminar del género se presenta en el mapa de la figura 8, de acuerdo a la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad (SNIB), existen especies como *S. viridis* la cual es sinónimo de *S. spartinae*; y *S. densiflora* que es una especie de origen sudamericano sin embargo ese ejemplar es una identificación errónea. También están los registros de las especies *S. cynosuroides* y *S. gracilis*.



**Figura 8.** Distribución del género *Spartina* en México con información no depurada ni actualizada (Fuente: CONABIO-SNIB Sistema Nacional de Información para la Biodiversidad)

## 2. ANTECEDENTES

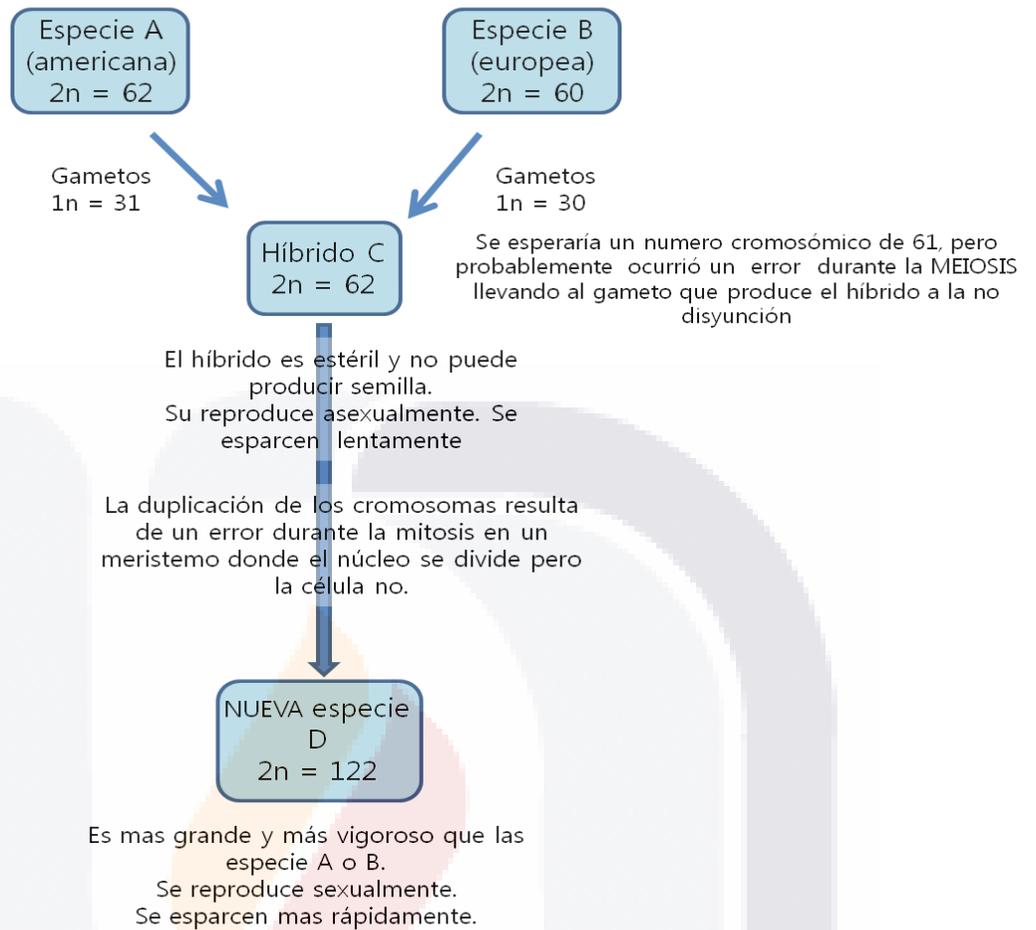
### 2.1. HIBRIDACIÓN EN *Spartina*

La hibridación es un proceso ampliamente demostrado en *Spartina*, por lo que constituye uno de los modelos más clásicos para el estudio de fenómenos de especiación alopoliploide debido a su facilidad para formar híbridos en un período corto de tiempo.

Dentro de las especies híbridas, *S. x caespitosa* del noroeste americano es considerada una forma intermedia entre *S. patens* y *S. pectinata*. Por otra parte, se sospecha que *S. longispica* es el resultado del entrecruzamiento de *S. alterniflora* y *S. densiflora*. Se reconoce otro híbrido estéril de la cruce entre *S. densiflora* y *S. foliosa* en la Bahía de San Francisco en California, Estados Unidos, al cual no se le ha asignado nombre. En Europa, el entrecruzamiento de la especie nativa *S. marítima* con la introducida *S. alterniflora*, ha producido tres especies híbridas; una es *S. neyrautii* en el Estuario Bidassoa, Hendaye al suroeste de Francia; las otros dos resultan de la reciente introducción de la hexaploide *S. alterniflora* a la costa Atlántica europea en donde hibrida con la nativa y también hexaploide *S. marítima*, resultando en un híbrido estéril *S. X townsendii*. La duplicación del genoma híbrido dio lugar a una especie fértil e invasiva alododecaploide, *S. ánglica* ( $2n = 120-124$ ) en Southampton, Inglaterra como se ve en la figura 9 (Mobberley, 1956; Baumel, 2003; Ainouche, 2003; Ainouche, 2009; Festein, 2009).

### 2.2. POLIPLOIDIA EN *Spartina*

Con respecto a la poliploidía del género, *Spartina* es un poliploide estricto, hasta el momento no se han localizado poblaciones diploides. Su número cromosómico es de  $x = 10$ , así su nivel de ploidía va desde tetraploides ( $2n = 4x = 40n$ ), hexaploide ( $2n = 6x = 60$  o  $62n$ ) hasta dodecaploide ( $2n = 12x = 122, 124$ ) (Ainouche *et al.*, 2003). Estos niveles de poliploidía se observan



**Figura 9.** Ejemplo de especiación por hibridación de *Spartina* en Inglaterra, fuente: [www.life.illinois.edu/bio100/lectures/s97lects/24Macroevolution/24Speciation.html](http://www.life.illinois.edu/bio100/lectures/s97lects/24Macroevolution/24Speciation.html)

tanto entre especies como al interior de la misma, un ejemplo es *S. pectinata* que en un estudio de distribución citogeográfica en Estados Unidos de Norteamérica, resultó con 3 niveles de poliploidía al encontrar poblaciones tetraploides ( $2n = 4x = 40$ ), hexaploides ( $2n = 6x = 60$ ) y octoploides ( $2n = 8x = 80$ ), en poblaciones muy cercanas o incluso donde están traslapadas (Kim, 2012).

### 2.3. INVASIÓN POR *Spartina*

Las especies nativas de *Spartina* tienen la particularidad de estructurar ambientes y crear refugios de estrés ambiental; a muchas especies se les ha considerado como ingenieros ecológicos, debido a su rápida dispersión por

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

medio de semillas y rizomas formando densos pastizales donde los tallos y el tapetillo de raíces y rizomas son efectivos para filtrar y capturar sedimentos, por lo que algunas especies no nativas se han usado para control de erosión, con el riesgo de desequilibrar la hidrología y la ecología de los estuarios infestados. Por ejemplo, en Nueva Inglaterra, *S. patens* se ha usado para reducir la salinidad, anoxia, desecación y estrés calórico del estuario, a través del dosel de sombra que produce y por la proliferación de sus raíces (Gedan y Bertness, 2010).

Especies de *Spartina* proveen ejemplos de plantas invasoras que surgen tanto de hibridación homoploide o aloploiploide con importantes consecuencias ecológicas, específicamente invasión de hábitat (Fortune, 2008). Otras especies de *Spartina* como *S. alterniflora*, *S. anglica*, *S. densiflora*, y *S. patens* han sido introducidas en los estuarios de la costa oeste de Norte América causando el deterioro ambiental y genético correspondiente (Ainouche *et al.*, 2003).

Su morfología áspera, su hábito semi-acuático, así como la plasticidad de su genotipo, lo hacen representar una amenaza como invasora para las zonas donde se establece, por los dramáticos cambios que puede causar a la estructura ecológica de la zona (Ainouche *et al.*, 2003). Al producir plántulas más espaciadamente sobre los rizomas y al tener diferentes tolerancias a las sales le permite colonizar eficientemente una zona al establecerse en varios niveles de las marismas o estuarios; conjuntamente con el cambio de uso de suelo ha ocasionado la invasión de especies tanto en Europa como en América (Vasquez *et al.*, 2006).

Para contrarrestar los efectos nocivos de *Spartina*, se han establecido programas de erradicación en Estados Unidos de Norteamérica un ejemplo es en la Bahía de San Francisco, California, EE.UU. en donde se están llevando a cabo acciones tales como monitoreo del estado actual de las poblaciones,

estudios genéticos para identificar las especies y pruebas de erradicación de *Spartina*.

**Tabla 2.** Monitoreo del control de erradicación de *Spartina* en el estuario San Francisco. Fuente: (Hogle, 2011).

<b>Proyecto de <i>Spartina</i> invasora en el estuario de San Francisco 2000 – 2009 Reporte de monitoreo</b>							
<b>Kilómetros estimados netos de invasión de <i>Spartina</i> sp</b>							
Especies de <i>Spartina</i>	2001	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Todas las especies <i>Spartina</i>	194.24	307.15	327.39	238.76	85.79	110.88	63.94
<i>S. alterniflora</i> x <i>foliosa</i>	191.01	305.94	325.36	236.74	84.17	110.07	63.13
<i>S. densiflora</i>	3.11	1.011	1.69	1.53	1.69	0.566	0.52
<i>S. anglica</i>	0.036	0.032	0.024	0.044	0.036	0.004	0.032
<i>S.patens</i>	0.218	0.222	0.26	0.084	0.020	0.012	0.008

En la tabla 2 se presentan las especies introducidas que se han erradicado durante un periodo de ocho años, en la Bahía de San Francisco (Hogle, 2011).

Esta zona inicialmente no presentaba especies nativas de *Spartina* y actualmente existen *S. alterniflora*, *S. ánglica*, *S. densiflora* y *S. patens*, todas introducidas. Los principales mecanismos de erradicación o métodos de control en este proyecto han sido los siguientes: a) la remoción de semilla, que puede ser manual (arrancando las plántulas con la mano) lo cual es efectivo en áreas pequeñas ya que se elimina prácticamente toda la biomasa permitiendo una restauración completa; b) aplicando una cubierta plástica con la que prácticamente se evita el crecimiento de la raíz; c) el corte, que puede ser a

pequeña escala con desbrozadoras o a gran escala con vehículos anfibios, este previene o reduce la producción de semillas e impide que algunos rebrotes renazcan; d) el control biológico, con apoyo de la chicharrilla *Prokelisia marginata* y e) el método químico, que utiliza regularmente herbicidas (O'Conell, 2005).

#### **2.4. MECANISMOS DE ADAPTACION A LA SALINIDAD EN *Spartina***

Para la tolerancia a ambientes salinos las plantas presentan ciertos mecanismos de adaptación, por ejemplo *S. alterniflora*, se clasifica dentro de los llamados "acumuladores de sal" por la capacidad de usar el catión de sodio ( $\text{Na}^+$ ) en el ajuste osmótico en las plántulas, acumula sal y la expulsa a través de glándulas de sal en las hojas mediante el mecanismo de secuestrar el Na en la vacuola de las células y excretar el cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) sobre la superficie de las hojas; esta especie tolera un rango grande de salinidad desde 0.09 M hasta 0.54 M  $\text{NaCl}$  (Vasquez *et al.*, 2006). Otra característica adaptativa de estas plantas es la presencia de tejido de aerénquima, con el que se lleva el oxígeno hacia las raíces dado que en este tipo de suelo salino también son frecuentes los componentes sulfúricos haciendo inhóspito este hábitat (Madrid *et al.*, 2012)

La especies de *Spartina* desarrolladas en estos hábitats salinos controlan la pérdida de agua al tener el mayor número de estomas distribuidos a lo largo de las costillas en el lado adaxial (el haz) de las hojas debido a que así se incrementa la superficie "refrigerante". También presentan diferencias en la distribución del esclerénquima dado que tiene más capas de células de fibras en comparación a las especies de ambientes de agua dulce (Maricle *et al.*, 2009).

#### **2.5. CLASIFICACION TAXONÓMICA DE *Spartina***

La clasificación del género *Spartina* ha sido controversial a través del tiempo. Trinius (1840), consideró más apropiado colocar este género dentro de la subfamilia Agrostideae, debido a la presencia de espiguillas con una flor.

Steudel (1855), incluye al género en la tribu Chlorideae al considerar que la disposición de las espiguillas hacia un lado sobre la espiga tiene más significado que las espiguillas con una flor (Mobberley, 1956). Bentham (1881), trasfiere el género al grupo de los Chamaeraphis en la tribu Paniceae, en razón a que las espiguillas contienen solo una flor perfecta y a que los pedicelos de las espiguillas están articulados debajo de las glumas. Scribner (1883), mantuvo a *Spartina* en Chlorideae, y contrarresto la propuesta de Bentham con el argumento de que la articulación del pedicelo debajo de las glumas era razón insuficiente para la transferencia, especialmente en vista del hecho de que Bentham había pasado por alto la posición de la articulación en géneros de tribus que no eran Chlorideae. Hackel (1890), Parodi (1919), Bews (1929), Hitchcock (1950), Swallen (1939), Hutchinson (1944) y Chase (1950) colocan a *Spartina* en Chlorideae, la cual es considerada como perteneciente a la subfamilia Festucoideae (Mobberley, 1956). La clasificación actual de *Spartina* es dentro de la familia Poacea, en la subfamilia Chloridoideae y tribu Zoyseae (Peterson, 2001).

El tipo del género es *Spartina cynosuroides* (L.) Roth, el cual fue neotipificado por Mobberley (1956), dado que anteriormente no se había determinado propiamente. El primer tipo del género fue *S. schreberi* Gmel, sin embargo, el nombre nunca tuvo una apropiada nomenclatura ni se tenía la descripción del ejemplar, por lo tanto este nombre no fue publicado válidamente (Mobberley, 1956).

A nivel taxonómico tradicional, el conocimiento de este grupo está basado en la revisión taxonómica y morfológica de Mobberley (1956). De acuerdo con este autor, a nivel mundial existen 16 especies de *Spartina* agrupadas en tres principales complejos de acuerdo a su morfología, considerando como caracteres diagnósticos, la consistencia del tallo, el arreglo de las espiguillas, la forma de las raíces y su hábitat.

En el primer complejo están *Spartina arundinacea* distribuida en algunas islas del Atlántico sur y del mar Indico, *S. ciliata* del sur de Sudamérica y *S. spartinae* presente en el norte y sur de América, éstas especies poseen tallos delgados y duros, las espigas están agrupadas en panículas con numerosas espigas cortas estrechamente imbricadas, generalmente sin rizomas, pero si están presentes son cortas y nudosas.

En el segundo complejo descrito están *S. alterniflora* con distribución en el norte y sur de América y Europa; *S. foliosa* en la costa Pacífica de Norteamérica; *S. longispica* de Sudamérica; *S. marítima* en Europa y África; *S. neyrautti* se ubica en el suroeste de Francia y *S. townsendii* en Inglaterra y Francia. Este complejo tiene tallos succulentos, suaves y carnosos, con pubescencia pilosa en las espiguillas y con rizomas suaves y flácidos; estas especies están limitadas a la zona intermareal de pantanos costeros.

El tercer complejo incluye a *S. bakeri* presente en ecosistemas de agua dulce y salada; *S. caespitosa* en zonas de disturbio y en pantanos costeros; *S. cynosuroides* en pantanos costeros, ambas en el este de Estados Unidos; *S. densiflora* en Sudamérica; *S. gracilis* en llanos y montañas de Norteamérica; *S. patens* en marismas en el este de Norteamérica hasta Honduras y las Indias Occidentales y en Europa en el oeste de la cuenca mediterránea y *S. pectinata* del norte de Norte América. Estas especies presentan tallos duros, panículas no espigadas, usualmente extendidas, espiguillas con pubescencia hispida, y rizoma firme.

## **2.6. FILOGENIA DE *Spartina***

Estudios moleculares han confirmado que el género *Spartina* es monofilético y han ayudado a dilucidar las relaciones filogenéticas entre sus especies (Baumel *et al.*, 2002). Evidencias moleculares de secuencias de ADN nuclear (ITS y waxy) y de cloroplasto (espaciador de trnT-trnL), confirman la presencia de dos principales linajes (Baumel *et al.*, 2002; Ainouche *et al.*, 2003; Fortune *et al.*, 2007). El primero comprende las especies hexaploides comprendidas en el

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

segundo complejo morfológico de Mobberley (1956), *S. maritima*, *S. alterniflora* y *S. foliosa* (sin considerar las especies híbridas del complejo). Además, en este estudio se revela una relación estrecha entre las especies hermanas *S. alterniflora* y *S. foliosa* al tener pocas diferencias entre nucleótidos (Baumel *et al.*, 2002). Éstas especies hibridan comúnmente en California en donde *S. alterniflora* ha sido introducida, lo que plantea la cuestión del estatus específico de estos dos taxa que son morfológicamente similares y están aisladas reproductivamente (Ainouche *et al.*, 2003).

El segundo linaje descrito por Baumel *et al.* (2002), agrupa al resto de las especies de los complejos 1 y 3 de Mobberley (1956), que son tetraploides siendo estas *S. arundinacea*, *S. ciliata*, *S. densiflora*, *S. patens*, *S. bakeri*, *S. cynosuroides*, *S. pectinata*, y *S. gracilis* (tampoco incluyeron el híbrido *S. towsendii*, ni a *S. spartinae*). Los datos moleculares, también confirman la relación cercana entre *S. patens* y *S. bakeri* (Baumel *et al.*, 2002) propuesta por datos morfológicos en Mobberley, 1956 (figura 10).

Al contrastar la clasificación tradicional de las especies de *Spartina* basada en datos morfológicos con las hipótesis de relaciones filogenéticas resultantes de los datos moleculares, pone de manifiesto que las características morfológicas encontradas y consideradas concuerdan con la clasificación tradicional de Mobberley (1956). Ambos métodos, tanto tradicional como molecular, son complementarios y dan certeza a los trabajos de revisión taxonómica.



## JUSTIFICACION

Debido a la hibridación y poliploidía que presentan las especies del género *Spartina*, su delimitación a nivel especie no es clara. A nivel mundial se tiene una revisión taxonómica que arrojó 16 especies delimitadas en base a morfología, trabajo realizado por Mobberley en 1956.

Éste género ha sido estudiado, principalmente desde el punto de vista evolutivo y ecológico, en Norteamérica, Europa, África y China y se ha encontrado que las poblaciones nativas han sido invadidas principalmente por *Spartina alterniflora*, la cual ha hibridado con las especies nativas, originando especies poliploides tanto estériles como fértiles, causando serios problemas ecológicos.

En México se ha reportado la presencia de seis especies. Sin embargo, no se cuenta con estudios taxonómicos que den certeza del número de especies presentes, ni de su distribución, por lo cual es necesario realizar una revisión taxonómica de este género en México.

Como resultado de observaciones realizadas en herbarios, se ha constatado que la recolección de ejemplares de este grupo ha sido aislada y prácticamente no se cuenta con una cantidad representativa de especímenes en las colecciones Mexicanas, lo que implica realizar colectas en los sitios reportados como probable hábitat del género, para determinar su situación en México.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo general

Definir taxonómicamente las especies de *Spartina* presentes en México y determinar su distribución.

#### 3.2 Objetivos particulares

1. Corroborar las especies de *Spartina* presentes en México.
2. Elaborar claves taxonómicas para las especies del género *Spartina* en México.
3. Elaborar las descripciones de las especies encontradas, complementadas con descripción del hábitat y registros fotográficos.
4. Realizar y/o actualizar los mapas de distribución por especie de *Spartina* para México.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con los 4 objetivos se organizaron tres etapas: Revisión bibliográfica, trabajo de campo y trabajo de laboratorio. La etapa de revisión contemplo el primer objetivo y las etapas de campo y laboratorio se combinaron para cumplir con los objetivos 2, 3 y 4 de la tesis.

**4.1. Revisión bibliográfica.** Se realizó la búsqueda exhaustiva y recopilación de literatura florística y taxonómica en artículos científicos, floras y catálogos, algunas de ellas están en la tabla 1.

### 4.2. Trabajo de campo

**4.2.1. Selección y ubicación de los sitios de colecta** Los sitios de colecta se eligieron en base a referencias de las localidades potenciales de distribución del género con el apoyo de las siguientes fuentes de información: Base de datos del SNIB (Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad) de CONABIO 2009, Base de datos de la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB) de CONABIO 2009, así como de la Base de datos de colectas del Herbario INEGI y del Herbario del CICY. Derivado de esta información se tuvieron las siguientes zonas de colecta: Costa Atlántica (desde Tamaulipas a Quintana Roo), Costa Pacífica (Baja California Sur, Sinaloa y Chiapas) y la zona interior del país (Chihuahua, Coahuila y San Luis Potosí). Las colectas se realizaron desde octubre de 2010 a octubre de 2013.

**4.2.2. Colecta de ejemplares:** Se colectaron al menos cinco ejemplares por sitio (población), incluyendo rizomas o raíces, hojas, tallos e inflorescencias, con los cuales se llevó a cabo la identificación taxonómica de la especie. Adicionalmente, se colectó tejido foliar para DNA en sílica gel y un ejemplar vivo para estudios de citogenética (los cuales se realizarán en un proyecto posterior). Los ejemplares herborizados fueron depositados en el Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

**4.2.3. Toma de datos del sitio de colecta:** Los datos ecológicos de cada sitio se recopilaron en un formato de campo del Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Las coordenadas y altitud de cada sitio se tomaron con un GPS *eTrex®* de *Garmin®*, y la caracterización del sitio se realizó con la información geográfica de los conjuntos de suelo, de clima y uso del suelo y vegetación del INEGI.

**4.2.4. Captura de fotografías digitales:** Se tomaron fotografías de los ejemplares colectados, considerando el hábito de la planta completa, inflorescencia, hojas y rizoma o raíz, además de detalles del hábitat.

### **4.3. Trabajo de laboratorio**

**4.3.1. Proceso de herborización de los ejemplares colectados** Los ejemplares colectados se deshidrataron en prensas botánicas, colocándolas en secadoras de herbario, este procedimiento se llevó a cabo de acuerdo a las técnicas del Manual de Herbario de Lot y Chiang (1990).

**4.3.2. Identificación de ejemplares:** Con el material colectado en campo se procedió a su identificación en las instalaciones del Herbario del Centro Básico de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Además, en el periodo de octubre del 2012 a diciembre del 2013, se revisaron las colecciones de *Spartina* de 22 herbarios nacionales (ANSM, CHAP, CHIP, CICY, EBUM, ENCB, FCME, HCIB, HUAA, IBUG, IEB, INEGI, MEXU, OAX, SERO, SLPM, UAMIZ, UAS, UAT, UCAM y UNL), además de seis herbarios extranjeros (ISC, LL, RSA, TEX, US y UTC) del Index Herbariorum [IH]. Los acrónimos de cada herbario se describen en la tabla de acrónimos, pag x. En todos los casos la identificación estuvo basada en datos morfométricos y observaciones bajo estereoscopio de estructuras como espiguillas, hojas y vainas. La información fue cotejada con apoyo bibliográfico de la tabla 1.

**4.3.3. Elaboración de claves taxonómicas para las especies del género *Spartina* en México:** Con las observaciones y datos morfométricos se procedió a elaborar las claves dicotómicas para las especies del género. Lo anterior considerando la presencia o ausencia de los principales caracteres diagnósticos de cada especie.

**4.3.4. Descripciones taxonómicas:** En base a los caracteres morfológicos, morfométricos, literatura consultada y observaciones de campo, se llevaron a cabo las descripciones taxonómicas de cada especie. En las descripciones también se incluyeron listados de los ejemplares examinados y características del hábitat. Esta etapa se desarrollo en el periodo de abril a diciembre del 2013.

**4.3.5. Mapas de distribución del género en México:** Se elaboraron mapas digitales de distribución por especie con datos de las coordenadas de los sitios de colecta y de los ejemplares revisados en herbario. Los mapas fueron elaborados con el software Arcmap en ArcGis v.10; en el periodo de julio a diciembre del 2013.

### 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron un total de 173 ejemplares (tabla 3) y se revisaron 249 ejemplares en 27 herbarios, de los cuales 191 son ejemplares colectados en México y el resto (58 ejemplares) pertenecen a especies de *Spartina* no presentes en México. Estas últimas fueron revisadas para comparar los caracteres diagnósticos con las especies presentes en México.

**Tabla 3.** Número de ejemplares colectados por sitio y por estado.

ESTADO	NUM. DE SITIOS	NUM. DE EJEMPLARES
Baja California	1	1
Baja California Sur	7	40
Campeche	6	27
Coahuila	1	3
San Luis Potosí	1	3
Sinaloa	3	10
Tabasco	2	7
Tamaulipas	12	42
Veracruz	6	26
Yucatán	3	14
TOTALES	40	173

Con base a los recorridos y revisiones de ejemplares de herbario llevadas a cabo durante este estudio, solo se detectaron cuatro de las seis especies reportadas para México: *S. alterniflora*, *S. foliosa*, *S. patens* y *S. spartinae*. No se encontraron *S. cynosuroides* ni *S. gracilis* en los recorridos de campo ni en

los herbarios, en la revisión de herbarios se encontró un ejemplar identificado como *S. cynosuroides*, sin embargo, era una identificación errónea.

## 5.1. TRATAMIENTO TAXONÓMICO

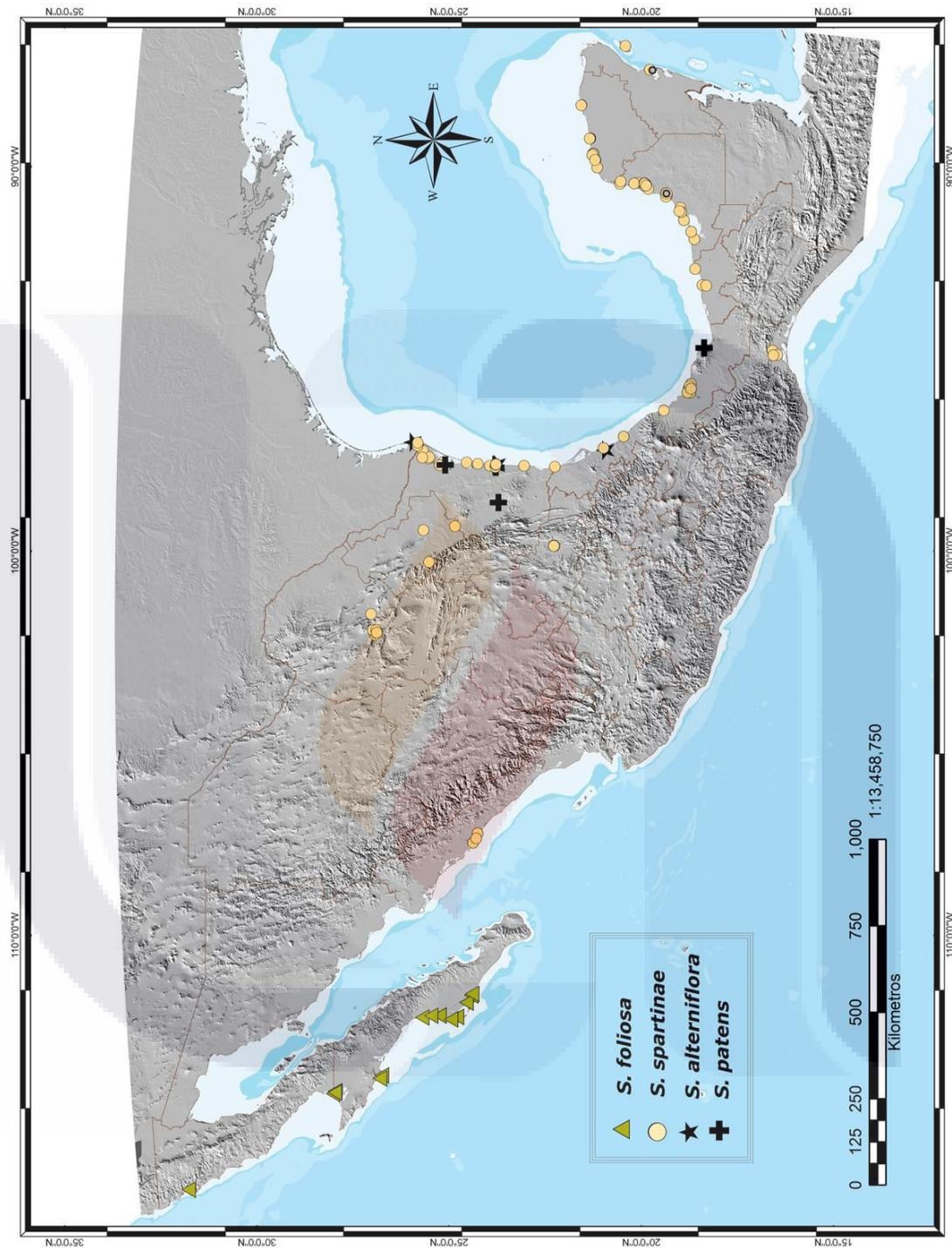
**5.1.1. *Spartina*** Schreb. Gen. Pl. ed. 8[a]. 43 (1789). TIPO: *Spartina cynosuroides* (L.) Roth. *Trachynotia* Michx. Fl. Bor. Amer. 1:63. 1803. S/T. *Limnetis* Rich. in Pers. Syn. Pl.1:72. 1805. *Ponceletia* Thouars, Esquisse Fl. Tristan d' Acugna. 36. 1808. TIPO: *Ponceletia arundinacea* Thouars. *Tristania* Poir. in Lam. Encycl. 4: 526. 1816. *Psammophila* Schult. Mant.1:69, 231.1822. TIPO: *Psammophila arundinacea* (Thouars) Schult. *Solenachne* Steud. Syn. Pl. Glumac 1: 12. 1855. TIPO: *Solenachne phalaroides* Steud. *Chauvinia* Steud. Syn. Pl. Glum. 1:362. 1855. TIPO: *Chauvinia chilensis* Steud.

**Plantas** perennes, amacolladas o solitarias. **Culmos** erectos, carnosos o duros, solitarios a cespitosos en grupos densos o laxos. **Hojas** planas o conduplicadas; **vainas** glabras a pilosas; **lígula** un anillo de pelos. **Inflorescencia** una panícula cerrada a abierta, terminal; raquis de la inflorescencia aplanado con varias espigas insertas subdigitalmente, terminando en una prolongación estéril delgada, de 1.5–3.5 cm de largo, raquis de la espiga aplanado ondulado, con una terminación estéril de 0.5 a 1.2. **Espiguilla** con una flor sécil, imbricada, comprimida lateralmente, desarticulación por debajo de las glumas, dispuestas en dos filas; **gluma inferior** más corta que la flor, 1–nervia, con quilla glabra, pilosa o hispida; **gluma superior** generalmente más grande que la flor, 1–3–nervia, quilla hispida, pectinada a glabra; **lema** de 1–3–nervia, quilla hispida a glabra; **pálea** de tamaño igual o ligeramente más larga que la lema 2–nervia, membranosa, quilla glabra; lodículas 2 o ausentes; estambres 3; estigmas 2. **Fruto** una cariósida con el ápice terminando en una prolongación aguda.

Es un género nativo de América con 15–17 especies (incluyendo especies, subespecies e híbridos) la mayoría con distribución natural en Norte América (México y Estados Unidos de Norteamérica), una especie nativa de América del Sur (*S. densiflora*) y una especie nativa de Europa y África, *S. marítima*, la cual ha hibridado con especies introducidas originando dos especies en esos continentes *S. townsendii* y *S. anglica* (Mobberley, 1956; Barkworth, 2007 y Ainouche *et al.*, 2009). En este estudio, se encontraron 4 especies para México.

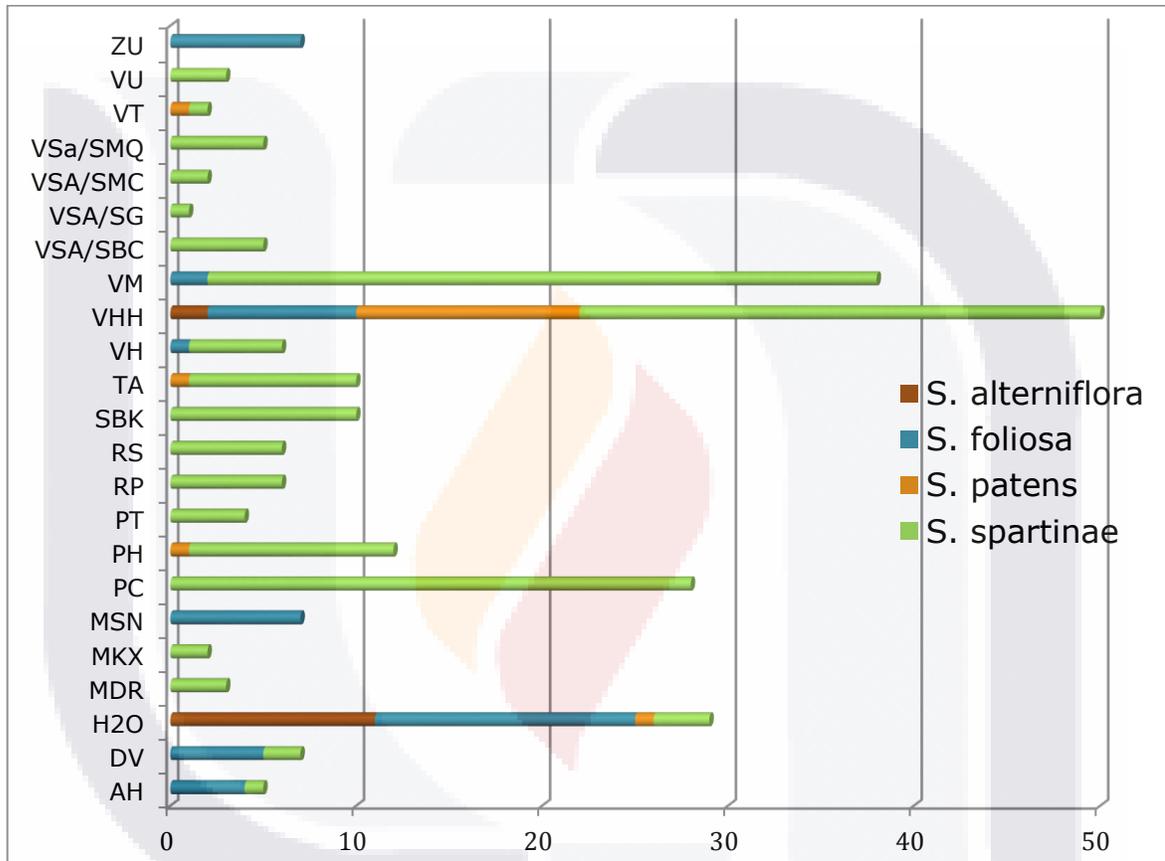
En la figura 11 se presenta la distribución de las especies de *Spartina* en México, cuyos datos se obtuvieron de las colectas realizadas en el proyecto y de la información recopilada en las visitas a los herbarios. Cabe aclarar que durante la revisión de herbarios, varias especies reportadas en la literatura y en las bases de datos consultadas no se encontraron, o resultaron errores de determinación, por ello el número de especies en el mapa es menor a las reportadas en la bibliografía. *S. spartinae* es la especie más ampliamente distribuida, desde zonas costeras del Golfo de México hasta en cuencas endorreicas de Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí. *S. foliosa* está restringida a la Península de Baja California en la vertiente del Pacífico en donde es abundante, *S. alterniflora* y *S. patens* se presentan en el Golfo de México, en Tamaulipas y Veracruz.

Algunos de los tipos de vegetación que habitan estas especies, son principalmente manglar y vegetación halófila hidrófila, además de pastizal halófilo, petenes, dunas costeras, matorral sarco-crassicaule de neblina, mezquital xerófilo incluso en cuerpos de agua, entre otros, en ocasiones además en algunas zonas urbanas, como se muestra en la gráfica 1 (INEGI, 2012).



**Figura 11.** Mapa de la Distribución del género *Spartina* en México (Fuente: SNIB de CONABIO Sistema Nacional de Información para la Biodiversidad 2009, con las especies corregidas; datos de colectas del proyecto e información obtenida en las consultas a herbarios.)

En cuanto al tipo de suelo los que predominan son los arenosoles y los solonchak siendo este último en el cual están las cuatro especies encontradas (INEGI, 2008). Los climas asociados a los tipos de vegetación mencionados son semicálido subhúmedos A(C)<sub>w0</sub>, calido subhúmedos Aw<sub>0</sub>(w), cálido húmedos Am(f), y desértico semicálidos BW<sub>hs</sub>(x') principalmente (INEGI, 2000, 2013).



**Gráfica 1:** Tipos de vegetación en los que se encuentran las especies de Spartina (fuente INEGI, 2012) AH=asentamiento humano, DV=dunas costeras, H2O=Cuerpo de agua, MDR=Matorral desértico rosetófilo, MK=mezquital xerófilo, MSN= matorral sarco-crassicaule de neblina, PC=pastizal cultivado, PH=pastizal halófilo, PT=vegetación de petén, RP=agricultura de riego permanente, RS= agricultura de riego semipermanente, SBK=selva baja espinosa caducifolia, TA=agricultura de temporal anual, VH=vegetación halófila xerofila, VHH=vegetación halófila hidrófila, VM=vegetación de manglar, VSA/SBC=veg secundaria arbórea de selva baja caducifolia,VSA/SG= veg. secundaria arbórea de selva de galería, VSA/SMC=veg, secundaria de selva mediana caducifolia, VSa veg. secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, VT=tular, VU=veg. de dunas costeras, ZU=zona urbana.

**5.1.2. Claves para identificación de las especies de *Spartina* reportadas para México en este trabajo**

- 1. Plantas de culmos solitarios, carnosos, generalmente sumergido en los márgenes de río o zona de mareas, hojas extendidas, planas, de 3–25 cm de largo.
  - 2. Ápice de la lema usualmente agudo, plantas nativas del Golfo de México (Tamaulipas y Veracruz) .....***S. alterniflora***
  - 2. Ápice de la lema redondo, obtuso, redondeado o lobado, plantas nativas del Pacífico Norte, California y Baja California...  
.....***S. foliosa***
- 1. Plantas de culmos cespitosos densa o laxamente, duros, no carnosos, generalmente sobre arena o en zonas inundables, pero no sumergidas, hojas conduplicadas, de 1–4 mm de ancho.
  - 3. Ramas de la inflorescencia de 5–67, de 1–6.2 cm de largo, generalmente adpresas al raquis principal, culmos cespitosos formando grandes macollos, sin rizoma..... ***S. spartinae***
  - 3. Ramas de la inflorescencia 2–15, de 3–8 cm de largo generalmente divergentes, culmos solitarios o formando macollos pequeños.....***S. patens***

**5.1.3. *Spartina alterniflora*** Loisel. Fl. Gall. ii– 719. 1807. TIPO: de Bayonne, France

*Dactylis fasciculata* Lam., Tabl. Encycl. 1: 180. 1791. TIPO. United States of America. D. Richard s.n. (holotype: P [P00564318!] (hb. Lamarck); isotype: US [USA865637!] (fragm. ex P)). *Limnetis glabra* (Muhl. ex Elliott) Eaton & Wright, Man. Bot. (ed. 8) 301. 1840. *Spartina alterniflora* var. *glabra* (Muhl. ex Elliott) Fernald, Rhodora 18: 178. 1916. *Spartina alterniflora* var. *pilosa* (Merr.) Fernald, Rhodora 18: 179. 1916. *Spartina brasiliensis* Raddi, Agrostogr. Bras. 21-22. 1823. *Spartina glabra* Muhl. ex Elliott, Sketch Bot. S. Carolina 1(1): 95, pl. 4, f. 2. 1816. TIPO. United States of America, South Carolina or Georgia: S. Elliott s.n. (holotype: ChM [ChMBY4006!] (hb. Elliott)). *Spartina laevigata* Bosc ex Link, Jahrb. Gewächsk. 1(3): 92 1820. TIPO: North America, Link s.n. (US-878539 (fragm. ex LE)). *Spartina maritima* subsp. *glabra* (Muhl. ex Elliott) St.-Yves, Candollea 5: 48. 1932. *Spartina maritima* var. *glabra* (Muhl. ex Elliott) St.-Yves, Candollea 5: 24, 49, t. 1, f. b-2. 1932. *Spartina maritima* var. *brasiliensis* (Raddi) St.-Yves, Candollea 5: 56, t. 2, f. 56. 1932. TIPO. BRAZIL. Rio de Janeiro, G.Raddi s.n. (holotype: PI; isotypes: FI (2 sheets), PI, US [US3376186!] (fragm. ex PI)). *Spartina stricta* var. *glabra* (Muhl. ex Elliott) A. Gray, Manual ed. 2. 552. 1856. *Spartina merrillii* A. Chev. Bull. Soc. Bot. France 80: 787, t. 8, f. 3. 1933. TIPO: UNITED STATES OF AMERICA. New York: Long Island, Rockaway Point, 22 Oct 1908, E. P. Bicknell 11300 (holotype: NY [NY431515!]; isotype: PH [PH736377!]). *Trachynotia alterniflora* (Loisel.) DC., Fl. Franc. (ed. 3) 5: 279. 1815. TIPO. FRANCE. Sur les bord de l'Odo[...?], à Bayonne, dans une prairie au bout des allées marines, 20 Jun 1803, n.c. (holotype: AV!, Appendix Fig. 1).

Planta acuática, con rizomas largos, las escamas algo infladas y no muy imbricadas. **Culmos** principalmente solitarios, o en grupos pequeños, erectos de 70–270 cm. **Hojas** planas, glabras, lámina de 30-52 cm de largo por 1 cm de ancho, haz acostillado, envés liso, ápice acuminado, terminando en una

punta aguda; vainas glabras; **lígula** pilosa de 3 mm de largo. **Inflorescencia** una panícula adpresa, 35 cm de largo y hasta 2 cm de ancho, con 5–15 ramas de 5-15 cm de largo; **espiguillas** 24 por rama, adpresas, de 10 mm de largo con ápice agudo, raquis de las espigas frecuentemente prolongado mas allá de la espiguilla terminal; **gluma inferior** de 4-10 mm de largo, glabra a esparcidamente pilosa, aguda, quilla pilosa; **gluma superior** de 8-14 mm de largo, acuminada a obtusa, quilla glabra a pilosa; **lema** 10-14 mm de largo, glabra a esparcidamente pilosa, acuminada, quilla glabra; **pálea** delgada, membranosa, obtusa a redondeada. **Cariópside** no vista.

Morfológicamente, *S. alterniflora* es parecida a *S. foliosa*. Mobberley (1956), incluye estas dos especies en el mismo complejo y datos moleculares indican que son especies hermanas (Baumel et al., 2002). El carácter diagnóstico que las diferencia es el ápice de la lema acuminado en *S. alterniflora* y obtuso en *S. foliosa* (Figura 12 b), además de la distribución. En la figura 12a se observa el ejemplar de herbario, en la figura 13 los tallos y en la figura 14 la forma de la inflorescencia.

**Distribución y ecología:** Suele estar sumergida en aguas salobres en los márgenes de estuarios y ríos (Mora-Olivo y Valdés-Reyna, 2011). Esta especie generalmente forma densas poblaciones monoespecíficas (figura 15), o en asociación con *Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertner in Gaertner y *Avicennia germinan* (L.) L. en vegetación halófila hidrófila y dentro de cuerpos de agua (INEGI, 2012), en donde es importante como refugio y alimento para la fauna silvestre. Sobre suelos solonchak (INEGI, 2010), en climas semicálido húmedos (A)Cx' y (A)C(w1 ) (INEGI, 2000, 2013). En lugares donde ha sido introducida como restauradora de zonas perturbadas en Asia (China), Europa, Australia y sur de los Estados Unidos de Norteamérica, compete con las especies nativas (Baumel et al., 2003; Zhi et al., 2007; Ayres et al., 2008b y Hogle, 2011). De forma natural se distribuye en las costas del océano Atlántico desde Canadá hasta Argentina (Mobberley, 1956; Barkworth,

2007; Ainouche *et al.*, 2009 y Saarela, 2012). En México se ha encontrado en Tamaulipas y Veracruz (figura 16).

**Ejemplares examinados: Tamaulipas:** Mpio. Matamoros: Río Bravo, Los Chorreaderos, 1.5 km al SO de la desembocadura, *A. Mora-Olivo 11142* (UAT); Mpio. Soto La Marina: 0.8 km al SW de Las Escolleras, *C. F. Rojas 692* (INEGI); Área urbana ejido la Pesca, orilla del estero, *A. Brito 162* (MEXU); Río Soto La Marina, Ejido La Pesca, *A. Mora-Olivo 5429* (MEXU, UAT); Río Soto La Marina, La Pesca, *G. Nieto S. 369 370, 371, 372, 373* (HUAA). **Veracruz:** Mpio. Tuxpan: Laguna de Tampamachoco, cerca Río Tuxpan, *H. R. Sandoval 403* (XAL); Vega del Río Pantepec, *Brigada Veracruz 246* (MEXU); Vega del Río Tuxpan, Malecón Norte en la ciudad de Tuxpan, *G. Nieto S. 318, 319, 320, 321, 322* (HUAA).





**Figura 12.** Ejemplar de *Spartina alterniflora* colectado en Tamaulipas, a) planta completa con inflorescencia, b) detalle de la espiguilla (G. Nieto S.).



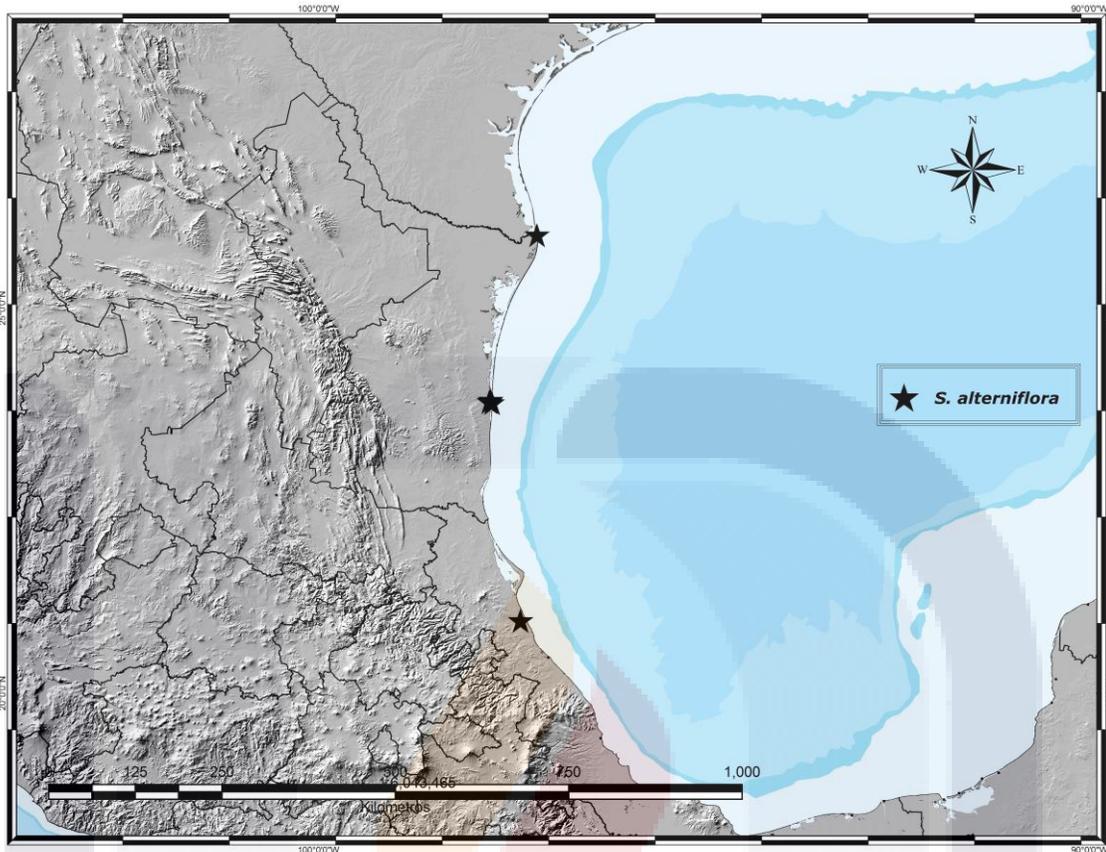
**Figura 13.** -Tallos carnosos de *S. alterniflora* (G. Nieto S.).



**Figura 14.** -Inflorescencia de *S. alterniflora* (G. Nieto S.).



**Figura. 15** - Hábitat de *Spartina alterniflora*, (La Pesca, Soto la Marina, Tamps.)



**Figura 16.** Distribución de *Spartina alterniflora* en México, de acuerdo a los sitios colectados para este estudio y a la información obtenida en las revisiones de herbarios.

**5.1.4. *Spartina foliosa* Trin.** Mem. Acad. Imp. Sci. Saint-Pétersbourg, Sér. 6, Sci Math., Seconde Pt. Sci. Nat. 6,4(1-2): 114. 1840. TIPO: California, D. Peters s.n.; 1831; (US-610993 (fragm. ex LE), US-92016 (fragm.)). *Spartina densiflora* fo. *acuta* St.-Yves. Candollea 5: 76, 81. 1932. TIPO: Estados Unidos de América, California, Humboldt Co. A. A. Heller 13781; 21 July 1924; (US-1287859). *Spartina leiantha* Benth. Bot. Voy. Sulphur 56. 1844. TIPO: México, Baja California Sur, Bay of Magdalena, (US-92013 (fragm. ex BM)). *S. stricta* Roth var. *foliosa* (Trin). Thurb. ex Torr., in Wilkes, U.S. Expl. Exped. (Phanerogmi of Pacific North America) 2:487. 1874. TIPO: Estados Unidos de Norteamérica, California, Humboldt Co., 21. VII.1924, a. Heller 13871 (LE; US 1287859).

**Planta** acuática o de zona de mareas con rizomas largos y las escamas algo infladas, no muy imbricadas. **Culmos** de 1.4 m de alto, erectos cilíndricos, carnosos, glabros, frecuentemente con raíces adventicias en los nudos inferiores del tallo, usualmente solitarios o en grupos pequeños. **Hojas** planas a ligeramente involutas, glabras, lámina de 16-40 cm de largo y 0.5-0.8 cm de ancho; **vainas** glabras; **lígula** un hilera de pelos de 2 mm de largo. **Inflorescencia** una panícula cilíndrica, de 14-25 cm de largo por 1 cm de diámetro, con 6-14 ramas de 4-8 cm de largo; **espiguillas** 10-35 muy planas, de 9-12 mm de largo, arregladas en 2 hileras, raquis de las espigas glabros; **gluma inferior** 1 nervada y 6-9 mm de largo, glabra a pilosa en la quilla, acuminada a obtusa; **gluma superior** 3 nervada, nervaduras apenas perceptibles, de 10-17 mm de largo, quilla glabra, ápice agudo terminado en un mucrón diminuto o prolongación aguda de la vena media a obtuso; **lema** de 8-10 mm de largo 3 nervada, aguda, quilla glabra; **pálea** de 8-12 mm de largo, glabra, 2 nervaduras ámbar, obtusa a redondeada. **Cariópside** no vista.

En las figuras 17a se observa el ejemplar de herbario y en la 17b la espiguilla, en la figura 18 la inflorescencia.

**Distribución y ecología:** *S. foliosa* se concentra en los manglares o zonas intertidales (figura 19) desde la Bahía de California a las costas de la Península de Baja California por el Océano Atlántico (Mobberley, 1956; Barkworth, 2007). *Spartina foliosa* está ampliamente distribuida en la Península de Baja California (figura 20), aunque en algunos sitios su hábitat natural ha sido destruido para el establecimiento de zonas turísticas, especialmente en la región de los Cabos. No se encontró en la costa del Mar de Cortés de la Península de Baja California a pesar de la exploración de campo.

Se desarrolla en vegetación halófila hidrófila, cuerpos de agua en zona de mareas en manglares codominando con *Conocarpus erectus* L., y asociado a *Batis marítima* L. y *Allenrolfia occidentalis* (S. Watson) Kuntze, en matorral sarcocrasicaule de neblina, en cuerpos de agua e incluso en zonas urbanas, además de formar grandes pastizales halófilos (INEGI, 2012) dominados por *S. foliosa*. Sobre suelos de solonchak, arenosol, regosol y gleysol (INEGI, 2008) y principalmente en climas desértico semicálidos BWhw(x') y BWhs(x'), semicálidos subhúmedos (A)C(w0) (INEGI, 2000, 2013).

**Ejemplares examinados: Baja California:** Mpio. Ensenada: 10 km al NW de Guerrero Negro, Carr. a Puerto Viejo, *R. Díaz R. 21* (INEGI, XAL); Bahía de San Quintín, *E. Y. Dawson 21582* (US); Boca de Estero Beach, en los límites sur de la Ciudad de Ensenada (enfrente del Hotel-Resorts Estero Beach y la playa de Estero Beach), *A. Rodríguez S/N* (HUAA); Campamento Las Grullas, Estero de Punta Banda cerca de Ensenada, *Guzmán del Prío S/N* (ENCB); Punta Banda, *S. Ibarra L. 1* (INEGI). **Baja California Sur:** Mpio. Comondú: Bahía Magdalena Estero de San Jorge, *J. L. León 552* (HCIB); Bahía de Magdalena, Isla Magdalena, 5.2 km al S de Boca de Santo Domingo, *A. Medel et al. 11-189* (HCIB); Bahía de Magdalena, Islote de arena, 1 km al N de boca de Santo Domingo, *J. J. Pérez 567* (HCIB); Isla Magdalena, hacia la parte media de la isla, *J. Pérez 621* (HCIB); Isla Mangle, frente a la Isla Margarita, Bahía Magdalena, *O. Holguin et al. S/N* (ENCB); Lado E de Bahía Magdalena 0.7 mi al NE de San Carlos, *T. L. Burgess et al. 6161* (ENCB); Playa de San Carlos, *J. R.*

*Reeder & C. G. Reeder 6623* (ENCB, TEX); Puerto Adolfo López Mateos, estero en el margen del manglar, *G. Nieto S. 183, 184, 185, 186, 187, 188* (HUAA); Puerto San Carlos, entrada E del Pueblo, carr. Constitución–San Carlos, playa a la entrada, *G. Nieto S. 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182* (HUAA); Mpio. La Paz: El Dátil, manglar del campamento el Dátil, *J. J. Pérez 473* (HCIB); Puerto Cancún 0.5 km al W del Pueblo, 32 Km del entronque las Brisas Carr. La Paz–Cd. Constitución, *G. Nieto S. 171, 172, 173, 174, 175* (HUAA); Puerto Chale, Estero de Puerto Chale, frente a la orilla del Estero, *G. Nieto S. 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170* (HUAA); Mpio. Mulegé: 6.8 km al NW de Punta Abreojos, estero La Bocana, extremo sur márgenes del estero, *G. Nieto S. 189, 190, 191, 192, 193* (HUAA); Canal que cruza la Cd. de Guerrero Negro, perpendicular a la calle principal sobre los márgenes del canal, *G. Nieto S. 194, 195, 196, 197* (HUAA); Cerca del campamento de las salinas en Guerrero Negro, *J. M. Thomas 8263* (ENCB); Guerrero Negro Desviación a la Playa, antes de la salinera, *A. A. Vargas y A. Ortiz 100* (CHAPA, ENCB); Laguna Abreojos, 2 millas al SE de la Bocana, *R. Moran 22760* (ENCB); Laguna Ojo de Liebre, 5 km al NW del pueblo de Guerrero Negro, Brecha al Faro Viejo, *G. Nieto S. 198, 199, 200, 201, 202, 203* (HUAA); NW de Abreojos, *R. Morán & J. L. Reveal 19743* (US); Costa del lago Scammon, *J. R. Reeder & C. G. Reeder 6652* (ENCB, US, RSA, TEX); Punta Isla Magdalena, *F. Ramos & W. L—pez F. 612* (TEX).



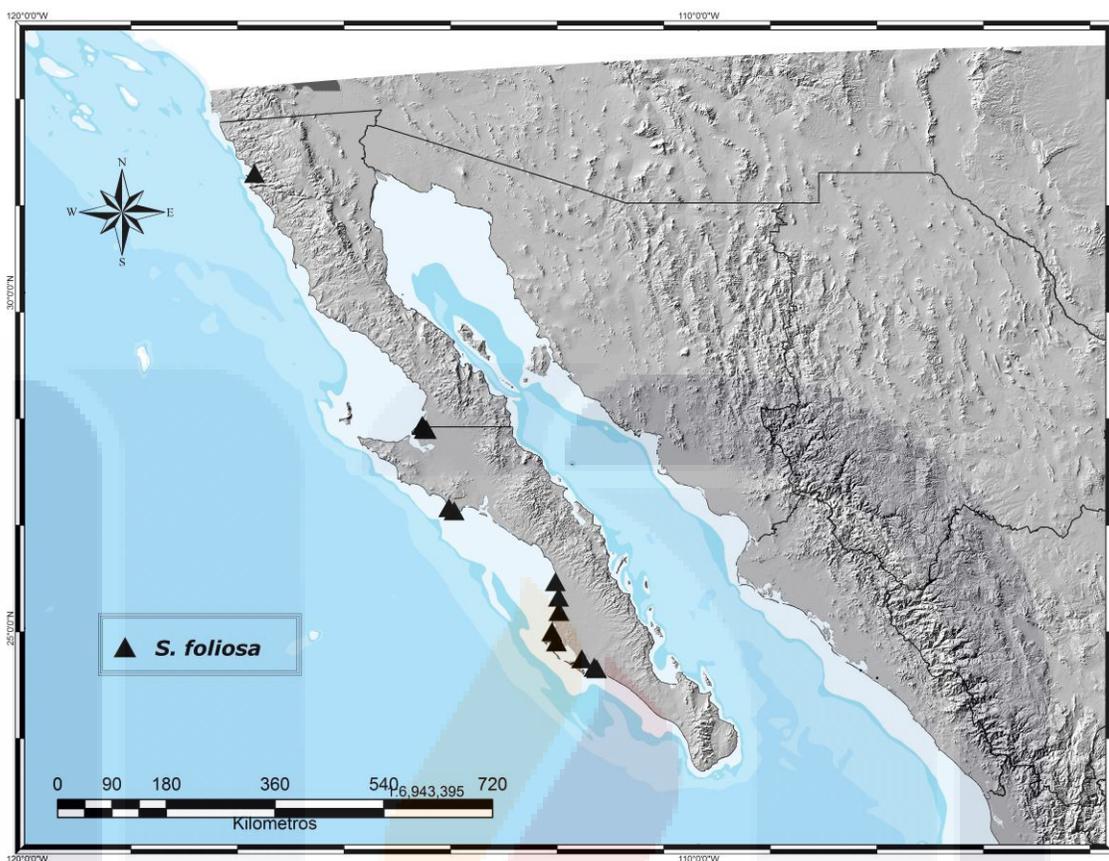
**Figura 17.** Ejemplar de *Spartina foliosa* colectado en Tamaulipas, a) planta completa con inflorescencia, b) detalle de la espiguilla (G. Nieto S.).



**Figura 18.** Inflorescencia de *Spartina foliosa* (Puerto Chale, BCS).



**Figura 19.** Población monoespecífica de *Spartina foliosa* (Guerrero Negro, BCS).



**Figura 20.** Distribución de *Spartina foliosa* en México, de acuerdo a los sitios colectados para este estudio y a la información obtenida en las revisiones de herbarios.

**5.1.5. *Spartina patens*** (Aiton) Muhl. Descr. Gram. 55, 1817. *Dactylis patens* Aiton. Hort. Kew. 1: 104. 1789. TIPO: Reino Unido. Cultivada, introducida, nativa de Norteamérica, *Hort. Curtis*; 1781 (holotype: BM-001010621!). *Spartina juncea* subvar. *americana* St.-Yves. Candollea 5: 27, 84, t. 8, f. b-20. 1932. Published as *S. juncea* var. *juncea* subvar. *americana*. TIPO: Estados Unidos. bord des Creeks salés Basse Caroline, Michaux s.n. (holotype: P, no visto). *Spartina juncea* var. *patens* (Aiton) St.-Yves, Candollea 5: 27, 86. 1932. *Spartina patens* var. *juncea* (Michx.) Hitchc. Rhodora 8(95): 210. 1906. *Limnetis juncea* var. *monogyna* M.A. Curtis, Boston J. Nat. Hist. 1: 136. 1837. *Spartina patens* var. *monogyna* (M. A. Curtis) Fernald, Rhodora 49 (580): 114. 1947. TIPO: Estados Unidos de Norteamérica. North Carolina: M.A. Curtis s.n. (holotipo GH [GH00295532!], Appendix Fig. 3). Note: Fernald (1947:115) referred to this specimen as "The isotype of Curtis's variety in the Gray Herbarium..." and "The Curtis type or isotype ...."; it likely is the holotype. *Spartina platensis* Mez ex St.-Yves. Candollea 5: 86. 1932. nom. nud. *Spartina pumila* Roth, Catal. Bot. 3: 10. 1806. TIPO: United States of America. New York, 1794, Schreber s.n. (holotipo: B-Willd!). *Trachynotia juncea* Michx., Fl. Bor.-Amer. 1: 64. 1803. TIPO: Estados Unidos de Norteamérica, Carolina, Michaux s.n. *Limnetis juncea* (Michx.) Rich., Syn. Pl. 1: 72. 1805.

**Plantas** semiacuáticas a terrestres, con rizomas delgados pero fuertes, las escamas imbricadas, frecuentemente rojizas. **Culmos** de 0.84 m de alto, solitarios o formando macollos muy delgados y sueltos de pocos tallos. **Hojas** conduplicadas algunas veces planas, lámina de 40-50 cm de largo y 0.3 cm ancho, haz escabroso, envés glabro; **vaina** glabra; **lígula** pilosa de 0.5 mm de largo. **Inflorescencia** una panícula cilíndrica de 12-17 cm de largo y de 0.5-1 cm de diámetro, con 2-15 ramas por panícula, de 3-8 cm, alternas, difiriendo solo ligeramente en longitud y espaciado dentro de la panícula, de adpresa a fuertemente divergente; **espiguillas** 10-30 de 7-12 mm, linear lanceoladas a ovado lanceoladas; **gluma inferior** 3-8 mm, linear, acuminada, quilla hispida;

**gluma superior** 7–12 mm, acuminada, con 2 venas laterales, quilla escabrosa a hispida; **lema** glabra a esparcidamente hispida, obtusa o redonda o inconspicuamente lobada, quilla hispida distalmente, anteras 3–5 mm, indehiscente; **pálea** membranosa redondeada. **Cariópside** No se observó en los ejemplares examinados.

En las figuras 21 y la 22 se observan la forma de la inflorescencia y el rizoma, respectivamente. En la figura 23 a y b se observa el ejemplar de herbario y la espiguilla,

**Distribución y ecología:** *S. patens* se desarrolla en zonas costeras salinas de Norteamérica (Quebec a Florida y Golfo de México), extendiéndose a través de las Islas Caribeñas y en las costa norte de Sud América, se encuentra como introducida en España, Francia, Italia y en China (Mobberley, 1956; Gould, 1975 y Barkworth, 2007). En México se encuentra distribuida en Tamaulipas y Veracruz (figura 24), en zonas de vegetación halófila hidrófila, en tular, en agricultura de temporal anual, en pastizales halófilos y en cuepos de agua (INEGI, 2012), generalmente asociado a manglares de *Laguncularia racemosa* L., en ocasiones cohabitando con *S. spartinae* (figura 25). Sobre del tipo de suelos de arenosol y solonchak (INEGI, 2008) y en climas principalmente cálido húmedos Am(f) (INEGI, 2000, 2013). En la revisión de herbarios se pudieron detectar algunos errores en la identificación de este taxón, lo que puede conducir a confusión en la distribución de la especie. Los ejemplares *Susana Torres 259* (FCME), colectado en Mezcala, Guerrero y *Jorge Martínez G. 250* (FCME), colectado en Zumpango del Río, Guerrero, ambos identificados como *S. patens*, son en realidad *Bouteloua dimorpha* J. T. Columbus.

**Ejemplares examinados: Tamaulipas:** Mpio. de Aldama: Dunas costeras cerca de Moron, *H. LeSueur 671* (TEX); Dunas de playa a 5 mi al S de la boca del Rio Grande, *8 H. Hildebrand* (TEX); Mpio. Soto la Marina: 0.8 km al NW de las Escollera, *C. F. Rojas F. 674* (INEGI); 4 km al E del Poblado La Pesca, *D. Baro 307* (CICY, ENCB, ANSM, IEB); Brecha junto al campamento tortuguero,

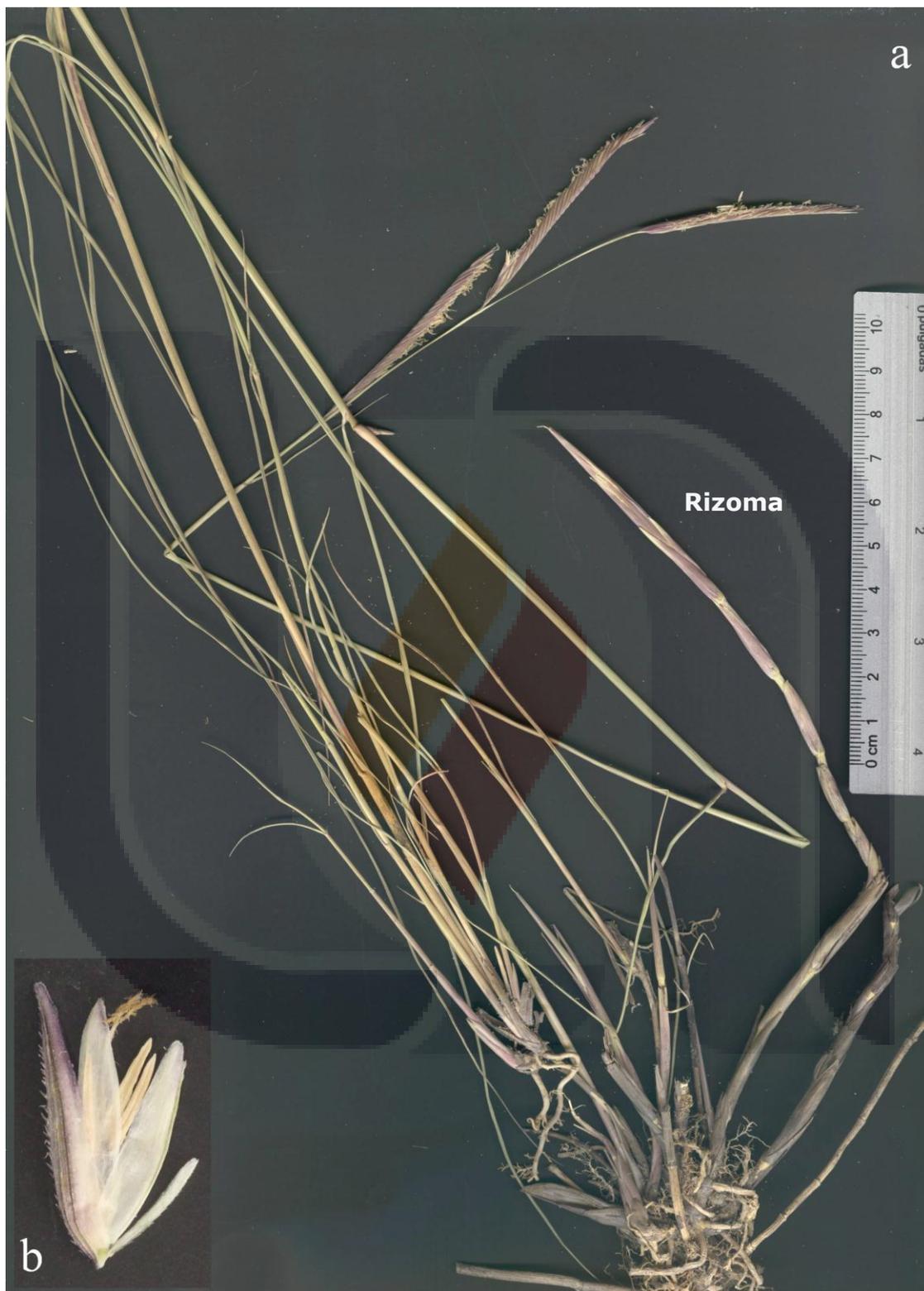
Playa Grande, La Pesca, *G. Nieto S. 374, 375, 376, 377, 378* (HUAA); La Pesca, *H. Puig, 2908a* (ENCB); La Playita, margen del estero, La Pesca, *G. Nieto S. 363, 364, 365, 366, 367, 368* (HUAA); Playa La Pesca, *D. Baro 2817* (UAT). **Veracruz:** Mpio. de Mecayapan: Pilapillo, 2.5 km NE de Pilapillo, playa Boca Guayabillo, *G. Castillo-Campos et al. 12669* (IEB).



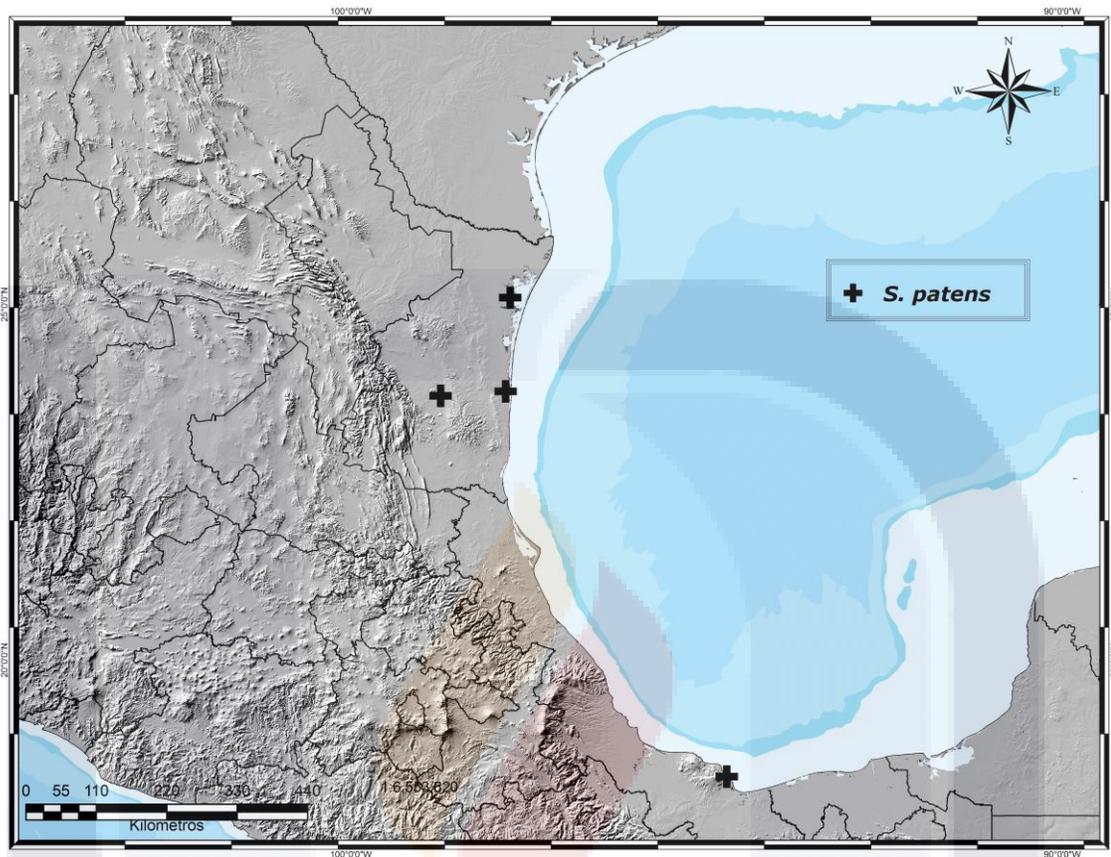
**Figura 21.** Inflorescencia de *Spartina patens* (La pesca, Tamps.)



**Figura 22.** Rizoma de *S. patens* (Lapesca, Tamps.)



**Figura 23.** Ejemplar de *Spartina patens* colectado en Tamaulipas, a) planta completa con inflorescencia, b) detalle de la espiguilla (G. Nieto S.).



**Figura 24.** Distribución de *Spartina patens* en México, de acuerdo a los sitios colectados para este estudio y a la información obtenida en las revisiones de herbarios.



**Figura 25.** Población de *Spartina patens* (La Pesca, Soto la Marina, Tamps.)



**5.1.6 *Spartina spartinae* (Trin.) Merr.** ex Hitchc. Contr. U.S. Natl. Herb 17(3): 329. 1913. *Vilfa spartinae* Trin. Mém. Acad. Imp. Sci. Saint-Pétersbourg, Sér. 6, Sci. Math., Seconde Pt. Sci. Nat. 6,4(1-2): 82. 1840. TIPO: USA: Texas; Hooker s.n. (LE-TRIN-1742.01). *Spartina argentinensis* Parodi. Revista Fac. Agron. Veterin. (Buenos Aires) 2: 258, f. 4, 6-6. 1919. TIPO: Argentina: Santa Fe: Las Colonias (Mus. Nac.), Jun 1919; G. Niedfeld s.n. *Spartina densiflora* Brongn. Voy. Monde 2(2): 14. 1829. TIPO: Chile: Concepcion, D'Urville s.n.; (US-610991 (fragm. ex P), US-92018 (fragm. ex P & photo). *Spartina densiflora* subvar. *argentinensis* (Parodi) St.-Yves. Candollea 5: 26, 79, t. 7, f. b-17. 1932. var. *junciformis* St. Yves. *Spartina densiflora* var. *junciformis* (Engelm. & A. Gray) St.-Yves. Candollea 5: 26, 77, t. 7, f. 16. 1932. *Spartina densiflora* var. *obtusa* Hack. Repert. Spec. Nov. Regni Veg 6(21-26): 345. 1909. TIPO: Paraguay: Gran Chaco. Hassler 2621; 1903; (US-92017(fragm. ex Vienna)). *Spartina gouinii* E. Fourn. Mexic. Pl. 2: 135. 1886. TIPO: México: Veracruz; Gouin 72; 1867; (US-92015 (fragm. ex P)). *Spartina gracilis* Hook. ex Chapm. Fl. South. U.S. 556. 1860. nom. illeg. hom. E.nom *Spartina gracilis* Trin. *Spartina junciformis* Engelm. & A. Gray. Boston J. Nat. Hist. 5(2): 238. 1845. TIPO: USA: Texas. Lindheimer, 207 (GH; IT: BM, MO). *Spartina multiflora* Vasey ex Beal. Grass. N. Amer. 2: 400. 1896. nom. inval., as syn. of *Spartina junciformis* Engelm. & A. Gray. *Spartina pittieri* Hack. Oesterr. Bot. Z. 52: 237. 1902. TIPO: Costa Rica: Atlantic, Puerto Limon, Pittier 4209 (CR-4209, US-3412973 (fragm. ex W), US-878769 (fragm. ex Hb. Isnt. Physiogeogr. Nat. Costaricensis), US-878789 (fragm. ex Hb. Isnt. Physiogeogr. Nat. Costaricensis)). *Spartina spartinae* (Trin.) Merr. U.S.D.A. Bur. Pl. Industr. Bull. 9: 11. 1902. nom. inval., not accepted and in syn. of *Spartina junciformis* Engelm. & A. Gray.

Planta semiacuática a terrestre, carece de rizomas, en cambio forma raíces gruesas. **Culmos** de 0.60 a 2.37 m de alto, duros, densamente cespitoso, formando macollos hasta de más de 50 cm de diámetro, erectos, generalmente glabros. **Hoja** con lamina foliar conduplicada de 33-140 cm de largo y de 2-6 mm de ancho, haz estriado y escabroso, envés liso y glabro, margen

inconspicuamente escabroso, ápice con punta espinosa; **vainas** glabras; **lígula** densamente pilosa de 0.6–1.5 mm de largo. **Inflorescencia** una panícula de 20–48 cm de largo y de 0.5–1 cm de ancho, con ramas 14–67, adpresas y algo recurvadas al raquis, de 1–6.2 cm de largo; **espiguillas** de 11–40 por rama, de 5.5–7 mm de largo; **gluma inferior** de 2–5 mm de largo, acuminada, quilla híspida; **gluma superior** de 4–7 mm de largo, glabras a hispidulosas, acuminadas a obtusas, quilla híspida a escabrosa; **lema** de 4–10 mm de largo, algunas veces con un mucrón terminal de 0.3 mm, quilla híspida; **pálea** de 4–9 mm de largo, 2 nervadas, glabras, anteras 3–5 mm de largo, amarillas. **Cariópside** glabra, color ámbar tenue, de 4 mm de largo, con el ápice agudo terminando en una estructura espinescente de 2 mm de largo.

Es la especie más fácil de diferenciar principalmente por el tamaño de sus macollos y por las numerosas ramas adpresas de la inflorescencia, además de carecer de rizoma. En la figura 26 a y b se observa el ejemplar de herbario y la espiguilla; en las figuras 27, 28 y 29 se muestran la inflorescencia, las raíces y la cariópside, respectivamente.

**Distribución y ecología:** Se encuentra en una gran diversidad de tipos de vegetación principalmente en manglares (figura 30), mezquital xerófilo y en pastizales halófilos, pastizales cultivados, matorral desértico rosetófilo, dunas costeras, vegetación halófila hidrófila, vegetación halófila xerófila; en vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, de selva de galería y de selva mediana caducifolia, agricultura de temporal nual, de riego semipermanente y de riego permanente e incluso en zonas sin vegetación aparente (INEGI, 2012); en zonas inundables y en zonas con poca humedad. Suele estar en asociación con *Borrichia frutescens* (L.) DC., *Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertner in Gaertner y *Avicennia germinan* (L.) L. Sobre suelos de solonchak, arenosol, vertisol, gleysol, leptosol, phaeozem, regosol, calcisol, chernozem, histosol y luvisol (INEGI, 2008). En cuanto a clima también es muy variado, principalmente de los cálido subhúmedo  $Aw_0(w)$ ,  $Aw_1$ ,  $Aw_1(w)$ ; dentro de los semicálidos subhúmedos  $(A)C(w_0)$ ,

(A)C(w<sub>1</sub>) y (A)Cx'; esta el estepario muy cálido BS<sub>0</sub>(h')w(x'), el estepario cálido BS<sub>0</sub>(h')hw, el estepario seco BS<sub>0</sub>kw y los desértico semicálido BW hx' y BWhw, entre otros (INEGI, 2000, 2013)

*S. spartinae* es nativa del continente Americano. En Norte América, se distribuye en la costa Atlántica de Florida, Texas y México, en Centro América está presente en Costa Rica, y en Sud América en Paraguay y norte de Argentina, tanto en zonas costeras como en áreas halófitas interiores (Mobberley, 1956; Pohl, 1994; Barkworth, 2007). En México es la especie más abundante, encontrándose en las zonas costeras del Golfo de México desde Tamaulipas hasta Quintana Roo; en el Pacífico fue colectada únicamente en Sinaloa y se revisaron ejemplares de herbario colectado en zonas interiores de Oaxaca (figura 31). Se establece en manglares y pastizales halófilos en las costas, así como en zonas salinas interiores de Coahuila y San Luis Potosí.

Los nombres comunes de esta especie en las diferentes partes del país son: "esparto", "xacahuite" o "pasto salado" en Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Coahuila y San Luis Potosí; en Tabasco y Campeche también se le conoce como "pincha huevos". En la región la utilizan para techo de palapas y lo podan o lo queman para dar los rebrotes como alimento al ganado.

**Ejemplares examinados: Campeche:** Mpio. de Calkiní: 2 km después de Remate, *C. Chan V. y M. Burgos C. 650* (CICY, XAL); 11 km al SE de la Reserva de la Biósfera Los Petenes (terracería a la Isla Jania) *G. Nieto S. 343, 344, 345, 346, 347* (HUAA); Mpio. de Campeche: 0.5 km al NE de Campeche (por la salida a Carr. Campeche-Mérida), *G. Nieto S. 209, 210, 211, 212* (HUAA); 1 km al NE de Lerma, *C. Gutiérrez B. 7164* (CICY); 2 km al NE de la Ciudad de Campeche, *C. Gutierrez 7537* (CICY, UCAM, XAL); 2.5 km al O de San Fco. Kobén, *C. Gutiérrez B. 7912* (UCAM, XAL); IMI NE de la Cd. de Campeche, *C. Gutierrez 7014* (CICY, UCAM), *B. 9460, 9326* (UCAM); Las Palmas, *C. Gutiérrez 5912* (CICY, MEXU); Margen izquierdo, km 3.5, carretera Campeche-Hampolol, *C. Martín 357* (MEXU); Mpio. de Carmen: 13 km al E de

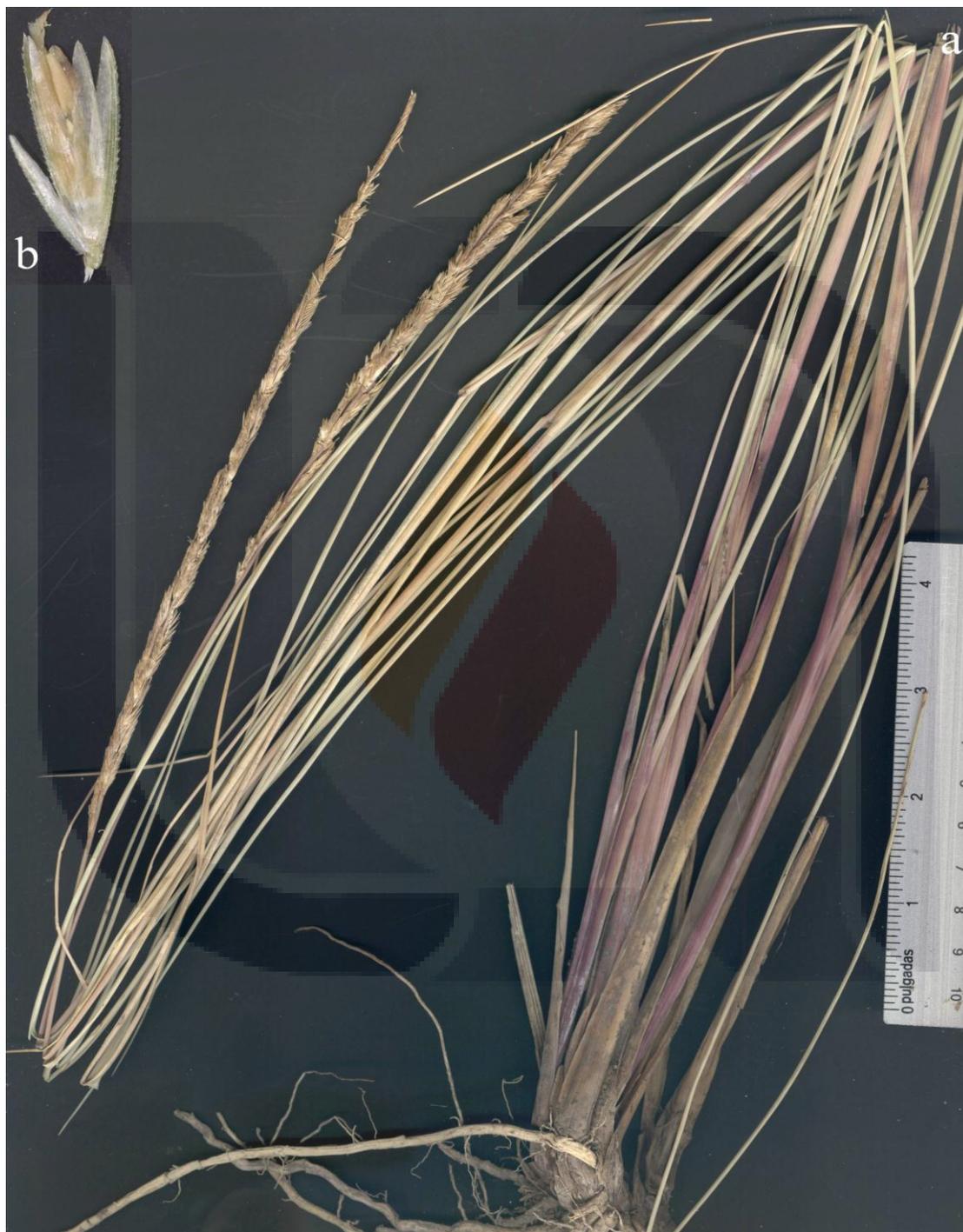
Sabancuy *P. Abnal M. 85* (INEGI); 5 km NE de Sabancuy, *C. Gutiérrez B. 8111* (UCAM); 0.5 km al S de Sabancuy (orillas del pueblo de Sabancuy por la salida a Chicbul), *G. Nieto S. 353, 354, 355, 356, 357* (HUAA); 10 km al E de Cd. del Carmen (frente a la finca Mayaraki) km 19 de la carr. Cd. Del Carmen-Campeche, *G. Nieto S. 338, 339, 340, 341, 342* (HUAA); Ejido Puerto Rico, 7 Km al N del Zacatal, km 16 carr. Villahermosa-Cd. del Carmen, *G. Nieto S. 228, 229, 230* (HUAA); Mpio. de Champotón: 2 km al E de la ciudad de Champotón, *C. Gutiérrez B. 7965* (MEXU, XAL); Camino a El Zapotal, 4 km desde el entronque con la carretera Campeche-Champotón *A. Puch T. 49* (CICY, MEXU, XAL); km 53 de la autopista Cd. Del Carmen-Champotón, *G. Nieto S. 223, 224, 225, 226, 227* (HUAA); Mpio. de Tenabo: *R. Durán G. 1339* (XAL); 21 km al oeste de Tenabo, *P. Abnal M. 20* (INEGI). **Coahuila:** Mpio. Cuatrociénegas: Cuatrociénegas, *E. Huerta A. et al. 40* (INEGI); *E. M. Marsh 2037, 2079* (TEX); *J. Marroquín, 2671* (ANSM); 5.9 (rd) mi SW de Cuatrociénegas, a lo largo de la carretera 30, *J. Henrickson & S. Sundberg 7955* (TEX); 7 km S de la cuenca Cuatrociénegas, *J. Henrickson & B. Prigge 15368* (TEX); 8 km al E de Cuatrociénegas, *Rzedowski 26772* (ENCB); Balneario los Mezquites, *A. Coronado s/n* (INEGI), *Brigada III, 12* (EBUM, ENCB, IEB, INEGI, MEXU); Dunas cercanas a la poza de la Borrega, *J. A. Villareal et al. 3201* (ANSM); Dunas de Cuatrociénegas de Carranza entrada por la Poza de la Becerra, *F. J. Ortiz s/n*, (ANSM); E de Laguna de El Mojarral, *E. Letho et al. 5162* (ENCB); Posa Azul, *M. Siquieros 4801* (HUAA); Pozo de la Becerra, *I. Santana F. s/n* (ANSM); Laderas de Sierra San Marcos, 24 mi al SO de Cuatrociénegas, *P. Peterson 10009* (ANSM); W laguna de El Mojarral, *Cole et al. 3585* (LL); Mpio. de Nadadores: 6 km E de Celemania (entre Nadadores y Sacramento), *M. C. Johnston et al. 11227* (TEX); a lo largo del Rio Salado, 2 millas al S de Hermanas, *J. R. Reeder y C. G. Reeder 4568* (ENCB, US). **Nuevo León:** Mpio. de Linares: Baño de San Ignacio, 22 km al NE de Linares, *I. Cabral 656* (ANSM); Mpio. de China: 4 km al N del Rancho El Divisadero, *J. Valdés R. 181* (ANSM, UNL). **Oaxaca:** Mpio. de Juchitán de Zaragoza: 6 km adelante de la Ventosa, rumbo a Chiapas, *A. A. Beetle 5103* (MEXU); 10 km al SE de la Ventosa, *O. Téllez et al. 30188* (MEXU, SLPM); Mpio. de Santo

Domingo Zanatepec: canal de irrigación, 1.8 mi de la carr. 190, oeste de la desviación a Santo Domingo, *S. Trott y Col. 227* (ENCB, MEXU); Sabana cerca ing. Sto. Domingo, *F. Miranada 8560* (MEXU). **Quintana Roo:** Mpio. Felipe Carrillo Puerto: Cayo Cedros, S de Punta Allen, Bahía de la Asunción, *E. Cabrera 3406 (4306)* (ENCB, MEXU, XAL); Vigía Chico, *O. Téllez y E. Cabrera 3167* (MEXU); en el Cayo Cedros al S de Punta Allen dentro de Bahía de la Asunción, *T. Gabras 3406* (ENCB). **San Luís Potosí:** sin datos de localidad *C. G. Pringle 3451* (US); Mpio. Ciudad del Maíz, 0.65 Km (0.4 mi) N of the Escuela Primaria en Las Tablas, entre las carreteras 70 y 80, *M. A. Lane y J. E. Fryxell 2538-A* (TEX); 2 km N de Las Tablas, 9.5 km S de Moritas al SW de Ciudad del Maíz, *M. Siqueiros 4902, 4903, 4904* (HUAA); 10.5 km al S, SW de La Morita, *A. Loera S. et al. 38* (INEGI, XAL); Las Tablas, *J. Rzedowski 5837* (SLPM, US); Mpio. Rio Verde: Hacienda de Angostura *C. G. Pringle 3760* (ENCB, MEXU, US); 4 km sobre la terracería San Bartolo-Las Tablas, *J. García s/n* (SLPM). **Sinaloa:** Mpio. de Culiacán: 15 km al W del Dorado (sobre brecha a los Algodones), playa de Ponce, *G. Nieto S. 159, 160, 161, 162, 163* (HUAA); El Conchal, 0.2 km al W de la carr. al Conchal, a la entrada S del pueblo, *G. Nieto S. 204, 205, 206, 207* (HUAA); Península de Lucenilla a 1 km de la entrada de la península, *F. Hernández et al. 241* (MEXU, UAS). **Tabasco:** Mpio. Centla: 7 km al N de Frontera (Carr. A Frontera - Playas el Bosque), *G. Nieto S. 231, 232, 233* (HUAA); Barra de San Pedro, cerca límites Campeche-Tabasco, *E. Hernández X y P. Segalen 248* (MEXU); Mpio. Paraíso: *M. A. Magaña A. 2443* (MEXU); 1.5 km al S de Chiltepec en la Laguna Mecoacán (por la carr. Chiltepec-Nicolás Bravo), *G. Nieto S. 234, 235, 236, 237* (HUAA); km 20.6 en la carr. de Nicolás Bravo hacia Mecoacán a 26.4 km del carr. Paraíso-Comalcalco, orilla de la Laguna Mecoacán, *C. P. Cowan 3199* (CICY, ENCB, TEX, XAL); Laguna de Mecoacán, *J. López Portillo s/n* (IEB, ENCB, MEXU). **Tamaulipas:** Mpio. de Guerrero: 1 km al O del Rancho Las Anacahitas, *F. González Medrano 628* (MEXU); Mpio. de Aldama: Zona inundable, Barra del Tordo, 1.2 km al O de la Playa, *A. Mora O. 5471* (UAT); Mpio. Ciudad Madero: Playa Miramar, *M. G. Torres G. s/n* (ANSM, ENCB, US); Mpio. de Matamoros: *E. O. Wooton s/n* (US); 2 km al W de playa Bagdad,

carretera playa Bagdad–Matamoros, *M. Siqueiros 4908, 4909, 4910* (HUAA); 9 km sobre la brecha que va a la salinera, 4 km al E de Cinco de Mayo, sobre la brecha, 45 km al SE de Matamoros, *M. Siqueiros 4911, 4912* (HUAA); 10 km de veinticinco de enero, *S. Aguirre N. 7* (INEGI); 11 km al W de Playa Bagdag, sobre la carretera a Matamoros–Playa Bagdag, *M. Siqueiros 4906, 4907* (HUAA); 14 km de la entrada a la brecha de Cinco de Mayo y 5 km al E de la Salinera, *M. Siqueiros 4913* (HUAA); Charco temporal, 8 km al O de Playa Bagdad, *A. Mora O. 10913* (UAT); Costa SE de Matamoros, *H. LeSueur 670* (TEX); km 26 al E de la carretera a la playa L. Villar, *Baro D. et al. 241* (CICY, UAMIZ); Playa Washington *J. Marroquín 423* (UNL); Playa Washington a 38 km al E de Matamoros y 9 km al E sobre la playa, *F. González Medrano 528* (MEXU); Rumbo a Playa Lauro Villar, *G. Bores 43* (MEXU); zona inundable, 14 km de Matamoros rumbo a El Mezquital, *A. Mora O. s/n* (UAT); Mpio. de San Fernando: 2 km al W de General J. Mujica, 12.5 km sobre la brecha Santa Teresa J. Mujica, La Media Luna, *M. Siqueiros 4914, 491, 4916, 4917* (HUAA); Los Lirios, *M. Galvan 663* (ENCB); Punta de Alambre, *Zuloaga F. O. et al. 9694* (ANSM); Alrededor de Media Luna, al SE del pueblo de pescadores de Santa Teresa por el faro cerca de la costa, *P. A. Fryxell 3733* (ENCB, MEXU, TEX, US); Mpio. de Soto La Marina: 1.2 km antes de la Playa la Escollera, carr. Soto la Marina–La Presa, donde termina el camino, *M. Siqueiros 4921, 4922* (HUAA); 2 km al N de las Escolleras cerca de la Playa, ejido La Pesca, *A. Mora O. 5437* (UAT); 4.8 km al E de Playa Grande, La Pesca, *G. Nieto S. 358, 359, 360, 361, 362* (HUAA); 42 km sobre el camino Soto la Marina–La Pesca, 7 km al E de Vista Hermosa, sobre el camino, en las márgenes de la Laguna Almagre, *M. Siqueiros 4919* (HUAA); Barra de la Enramadas 55 km al E de Ojo de Agua, *Baro D. y col. 00768* (CICY); Brecha junto al Campamento Tortuguero, Playa Grande, La Pesca, *G. Nieto S. 379, 380, 381, 382* (HUAA); Col. Miguel de la Madrid, Canal de la Bárcena, La Presa, *M. Siqueiros 4920* (HUAA); La Pesca, *H. Puig 2908* (ENCB); Laguna Madre, Ejido la Pesca, *A. Mora O. 7588* (UAT); zona inundable, Estero Buena Vista, cerca de la Laguna Madre, *A. Mora O. 7207* (UAT). **Veracruz:** Mpio. Tlacotalpan: cerca de la intersección de la carreteras 180 y 175, N de Tlacotalpan, *G. and J. Davidse*

9779 (MEXU); Paso de Obejas, E. *Hernández X.*, X-3378 (US); Mpio. Alvarado: 0.5 km al S de Mandinga, Estero de Mandinga, G. *Nieto S.* 328, 329, 330, 331, 332 (HUAA); 7.13 km al SE de Alvarado, islote en medio del Río Tlacotalpan, J. A. *Encina et al.* 3142 (ANSM); 11 km al N de Tlacotalpan, La Tunilla, G. *Nieto S.* 333, 334, 335, 336, 337 (HUAA); Laguna Alvarado, R. A. *Palestina et al.* 1478 (XAL); Rincón La Palma, G. *Campos y J. Pale* 23396, 23489 (XAL); Río Acula, G. *Castillo-Campos y J. Pale* 23456, 23817 (XAL); Río Limón, G. *Castillo-Campos y J. Pale* 23455 (XAL); Mpio. Pajapan: Jicacal, punta Chapotaj G. *M Isais s/n* (ANSM, ENCB, IEB); Mpio. Papaloapan: E. *Matuda, s/n* (MEXU), 28345 (US, XAL); Mpio. Tecolutla: 2 km al N de Cruz de los Esteros (frente al puerto de Tecolutla), G. *Nieto S.* 323, 324, 325, 326, 327 (HUAA); Mpio. Tuxpan: Camino a la Hidroeléctrica de Tuxpan, orilla de la Laguna de Tampomachoco, 1.2 km a de la clínica del IMSS, 1.5 km del Puente Gabra el camino a la termoeléctrica, M. *Siqueiros*, 4924, 4925, 4926, 4927, 4928 (HUAA); Orilla del Río Tuxpan (Suburbio Sur) Ave. Lazaro Cárdenas, lote baldío cerca de la desembocadura del río, Colonia Barra Norte, M. *Siqueiros* 4923 (HUAA); Vega del Río Tuxpan, Malecón Norte en la ciudad de Tuxpan, G. *Nieto S.* 318, 319, 320, 321, 322 (HUAA). **Yucatán:** sin datos, F *Gaumer* 24356 (US); Mpio. Hunucmá: 5 km al NO de Sisal, G. *Nieto S.* 348, 349, 350, 351, 352 (HUAA); Mpio. Progreso: 3 km al S de el Progreso, G. *Davidse y J. Davidse* 29450 (MEXU); 4 km al S de Puerto Progreso, autopista Mérida- Pto. Progreso, Carr. No.261, G. *Nieto S.* 214, 215, 216, 217, 218 (HUAA); 5 km de Progreso, H. *Medina M.* 2 (MEXU); 7.7 km S Chuburna Puerto. Carr. Sierra Papacal, R. *Sabido Z. s/n* (INEGI); 17 km al E de Progreso, F. W. *Gould* 12616 (ENCB); Carretera Mérida-Progreso, circuito Chicxulub-Chelem, J. *Ortiz* 347 (CICY, CHAP, ENCB, XAL); Progreso, F.W. *Gould* 12616 (US), J. R. *Swallen* 2921 (US); Mpio. Río Lagartos: 8 km al E de Rio Lagartos, R. *Sabido Z. VPBA8* (INEG, UAMIZI); Mpio. San Felipe: 18 km al W de San Felipe, punta Bachul, R. *Sabido Z.* 24085 (INEGI); Mpio. Telchac Puerto: 1 km al S de Telchac Puerto (por la carr. No. 172), G. *Nieto S.* 219, 220, 221, 222 (HUAA); Telchac Puerto, J. I. *Calzada et al.* 6604 (CICY, MEXU, XAL); Mpio. Ucú: 6.6 km al S de

Chuburna Puerto, *M. I. Caballero M. 23* (INEGI); 7 km al S de Chuburna Puerto, *M. I. Caballero M. 33* (INEGI).



**Figura 26.** Ejemplar de *Spartina spartinae* colectado en Campeche, a) planta completa con inflorescencia, b) detalle de la espiguilla (G. Nieto S.).



**Figura 27.** Inflorescencia de *Spartina spartinae* (G. Nieto S.)



**Figura 28.** Raíces de *Spartina spartinae* (G. Nieto S.)



**Figura. 29.** Cariópside de *Spartina spartinae* (G. Nieto S.).



**Figura 30.** Población de *Spartina spartinae* en manglar (Campeche, Camp.)



**Figura 31.** Distribución de *Spartina spartinae* en México, de acuerdo a los sitios colectados para este estudio y a la información obtenida en las revisiones de herbarios.

## 5.2 Especies dudosas y excluidas

**5.2.1. *Spartina cynosuroides*** (L.) Roth. Cat Bot. 3:10. 1806. *Dactylis cynosuroides* L. Sp. Pl. 71.1753. TIPO: Estados Unidos de Norteamérica: Virginia (BM; ILT: US-A865636 (fragm.) LT designated by Hitchcock, Contr. U.S. Natl. Herb. 12: 121 (1908); D. Clayton 577; BM, fragm. US865636.

**Distribución y ecología:** *S. cynosuroides* crece en estuarios arenosos, en zonas de mareas de lagunas, bahías y pantanos. Se distribuye desde el este de las Costas del Golfo de México en Estado Unidos de Norteamérica. Para México fue citada por Espejo-Serna *et al.* (2000) en Tamaulipas y por Dávila *et al.* (2006) para Chihuahua. Sin embargo, existe incertidumbre al respecto, dado que en las publicaciones donde se reporta no se proporcionan localidades precisas ni respaldos de herbario. Así mismo, no se encontraron ejemplares botánicos en ningún de los herbarios revisados, ni se localizaron en la visita de campo al estado de Chihuahua. El ejemplar *R. Hernández N. 1881* (MEXU) identificado originalmente como *S. cynosuroides*, fue corregido a *Spartina* sp. por Angélica Rodríguez, ya que su hábito no corresponde a *S. cynosuroides*, además carece de estructuras reproductivas que permitan corroborar su identificación. Todos los ejemplares de esta especie que se revisaron fueron colectados en Estados Unidos de Norteamérica, por lo que la distribución en México de esta especie es dudosa.

**5.2.2. *Spartina gracilis* Trin.**, Mém. Acad. Imp. Sci. Saint-Pétersbourg, Sér. 6, Sci. Math., Seconde Pt. Sci. Nat. 6,4(1-2): 110. 1845. TIPO: Canada. Amer. bor., *Hooker s.n.* (Isotipos: LE [LETRIN2058.01!], US [US92014!] (fragm. ex LE)).

**Distribución y ecología:** Se distribuye desde el noroeste y sur de Canadá hasta el centro de México (Barkworth 2007), en praderas alcalinas y en pantanos salinos y acequias. Espejo-Serna *et al.* (2000), reportan a *S. gracilis* para Jalisco y Michoacán y Dávila *et al.* (2006), la mencionan para Chihuahua,

no obstante, en ninguna de estas referencias bibliográficas se citan ejemplares de herbario ni localidades precisas. Además, en la revisión de ejemplares de herbario y en las exploraciones de campo no se logró encontrar esta especie. Todos los ejemplares consultados fueron colectados en Texas, Estados Unidos de Norteamérica, por lo que no existen datos que confirmen su presencia en México.

A pesar de la exploración de campo y de herbarios llevada a cabo para este proyecto, no fue posible encontrar estas dos especies reportadas anteriormente para el país, por lo que consideramos muy probable que dichos reportes hayan sido errores en la identificación del material en los herbarios. Sin embargo, no descartamos la posibilidad de que se encuentren algunas poblaciones en sitios no visitados, dada la vasta extensión de litorales en nuestro país.

### **5.2.3. Otras especies reportadas**

Existe un reporte de *S. densiflora* para Sinaloa (*Faustino Hernández, A. Juan A. Gutierrez y Rito Vega 231. 241 [UAS]*), sin embargo, al revisar el ejemplar correspondiente y la población en el campo, en realidad es *S. spartinae*. Además, duplicados de estos ejemplares que están de intercambio en Herbario MEXU fueron determinados por Angélica Ramírez como *S. spartinae*.

## CONCLUSIONES

Solo se detectaron cuatro (*S. alterniflora*, *S. foliosa*, *S. patens* y *S. spartinae*) de las seis especies del género reportadas para México.

No se encontró ningún tipo de evidencia de la presencia de *S. cynusoroides* y *S. gracilis*. Ambas especies tienen características morfológicas distinguibles de las cuatro encontradas en México.

Se elaboraron mapas de distribución actualizados de las especies de *Spartina* que se encontraron en este estudio en México, ya que realmente este es el primer trabajo que se hace expresamente para estudiar la taxonomía del género en el país, dado que se hizo una profunda revisión de ejemplares de herbario y una considerable exploración de campo en los sitio con más probabilidad de presencia del género.

La especie más ampliamente distribuida es *Spartina spartinae* que se encuentra en toda la vertiente del golfo de México y en zonas interiores del país.

Tamaulipas y Veracruz son los estados en donde está la mayor diversidad de especies, presentando 3 de las 4 especies para México.

El tipo de vegetación donde más se encontró el género fue en Manglar.

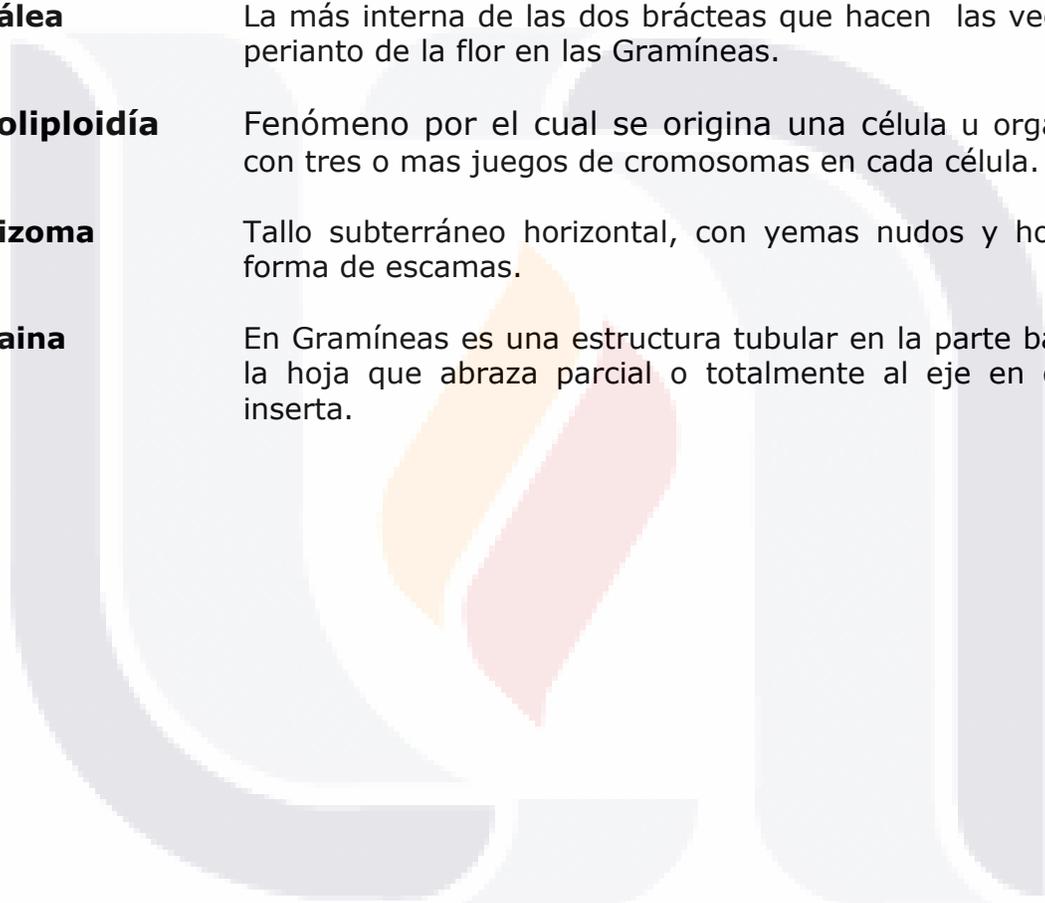
En cuanto a aspectos taxonómicos *S. spartinae* es la más fácil de diferenciar de las demás, principalmente porque no presenta rizomas, y por su numerosos tallos agrupados formando grandes macollos.

## GLOSARIO

<b>Aerénquima</b>	Tejido con grandes espacios intercelulares aeríferos, que va desde las hojas hasta la raíz.
<b>Alopoliploidía</b>	Se origina por la hibridación entre dos especies, el poliploide resultante porta conjuntos de cromosomas derivados de dos o mas especies y que posee dos o mas copias de cada genoma donante.
<b>Cariópside ó caryopsis</b>	Fruto seco, indehisciente, con una sola semilla soldada a la pared del fruto. Característico de la mayoría de las Gramíneas.
<b>Cespitoso</b>	Referente a la planta que se ramifica profusamente en la base o que amacolla cubriendo el terreno a manera de césped. Creciendo en matas densas.
<b>Conduplicado</b>	Referente a un estructura doblada longitudinalmente sobre si misma por la mitad
<b>Culmos</b>	Tallo fistuloso, hueco y articulado de las Gramíneas.
<b>Esclerénquima</b>	Tejido constituido por células de membrana engrosada y lignificada.
<b>Espiguillas</b>	Estructura básica de la inflorescencia de las Gramíneas y algunas Cyperaceae, subtendida por dos brácteas (glumas), además de una escama exterior (lema) y una interior (pálea) alrededor de cada flor.
<b>Estoma</b>	Estructura microscópica en la superficie de la epidermis de la hoja y tallo que regula el paso de los gases, rodeada por dos células de guarda.
<b>Gluma</b>	Bráctea generalmente en pares, en la base de la espiguilla de las gramíneas.
<b>Halófilo</b>	Referente a las plantas que viven en ambientes salinos.
<b>Hibridación homoploide</b>	Procesos de hibridación donde la especie de origen híbrido mantiene el número de copias de cromosomas de sus progenitores.
<b>Lema</b>	La más externa de las dos brácteas que hacen las veces del perianto de la flor de las Gramíneas.
<b>Lígula</b>	Órgano en forma de correa. Pequeño apéndice membranoso

formado de pelos ubicado ventralmente en el punto de unión de la vaina con la lámina.

- Macollo** Conjunto de tallos nacidos de la base de un mismo pie generalmente en aplicado en las Gramíneas. Brotes basales o subterráneos mas o menos erectos.
- Monofilético** Cuando todos los integrantes de un mismo grupo taxonómico tienen un antepasado original común.
- Pálea** La más interna de las dos brácteas que hacen las veces del perianto de la flor en las Gramíneas.
- Poliploidía** Fenómeno por el cual se origina una célula u organismo con tres o mas juegos de cromosomas en cada célula.
- Rizoma** Tallo subterráneo horizontal, con yemas nudos y hojas en forma de escamas.
- Vaina** En Gramíneas es una estructura tubular en la parte basal de la hoja que abraza parcial o totalmente al eje en que se inserta.



## LITERATURA CITADA

- Ainouche, M.L., Baumel, A., Salmon, A., Yannic, G. 2003. Hybridization, polyploidy and speciation in *Spartina* (Poaceae). *New Phytologist*, **161**, 165-172.
- Ainouche, M.L., Fortune, P., Salmon, A., Parisod, C., Grandbastien, M.A., Fukunaga, K., Ricou, M. & Misset, M.T. 2009. Hybridization, polyploidy and invasion: Lessons from *Spartina* (Poaceae) *Biological Invasion* 11:1159-1173.
- Ayres DR, Grotkopp E, Zaremba K, Sloop CM, Blum MJ, Bailey JP, Anttila CK, Strong DR 2008a. Hybridization between invasive *Spartina densiflora* (Poaceae) and native *S. foliosa* in San Francisco Bay, California, USA. *American Journal of Botany* 95: 713–719.
- Ayres D, Zaremba K, Sloop C, Strong D. 2008b Sexual reproduction of cordgrass hybrids (*Spartina foliosa* × *alterniflora*) invading tidal marshes in San Francisco Bay. *Diversity and Distributions* 14: 187–195.
- Barkworth M.E. 2007. *Spartina* Schreb. In: Barkworth et al. (eds). *Flora of North America* vol. 24. <http://herbarium.usu.edu/webmanual>. (accessed 15.06.2010).
- Baumel, A., Ainouche, M.L., Bayer, R.J., Ainouche A.K., Misset, M.T. 2002. Molecular Phylogeny of Hybridizing Species from the Genus *Spartina* Schreb (Poaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* **22**: 303-314.
- Baumel, A., Ainouche, M. L., Misset, M. T., Gourret, J-P., Bayer, R. J. 2003. Genetic evidence for hybridization between the native *Spartina maritima* and the introduced *Spartina alterniflora* (Poaceae) in South-West France: *Spartina* X *neyrautii* re-examined. *Plant Systematics and Evolution* **237**: 89-97.
- Bentham, G.1881. *Botany of the voyage of H. M. S. Sulpur*. Edited by Hinds, Richard Brindley. London, Smith, Elder and company.
- Bews, J. W. 1929. *The World's Grasses*. New York, Longmans, Green and company.

- Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Catálogo taxonómico de especies de México. 1. En: Capital Natural de México. CONABIO, Mexico City.
- Correll, D. S. & M. C. Johnston. 1970. *Manual of the Vascular Plants of Texas*. Pl. Texas i–xv, 1–1881. The University of Texas at Dallas, Richardson.
- Correll, D.S. & Correl, H. B. 1972. *Aquatic and Wetland Plants of Southwestern*. United States. Press. Stanford, California.
- Davidse, G., M. Sousa Sánchez y A. O. Chater. (eds.)1994. Poaceae. pag 184 a 262. En *Flora Mesoamericana*. Vol. 6: i–xvi, 1–543. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México- Missouri Botanical Gardner. México.
- Dávila, P., M. T. Mejía—Saulés, M. Gómez—Sánchez, J. Valdés—Reyna, J. J. Ortiz, C. Morín, J. Castrejón y A. Ocampo. 2006. Catálogo de gramíneas de México. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 671 pp.
- Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A.R., Valdés-Reyna, J. 2000. Poaceae. *Las Monocotiledoneas de México*. Sinopsis Florística. 10: 7–236 .
- Espinar, J. L., 2009. 1320 Pastizales de *Spartina (Spartinion maritimae)*. En: VV.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 57 p.
- Festein L. 2009. Genetic Testing Methods. En: San Francisco Estuary Invasive *Spartina* Project 2008 – 2009. Monitoring Report. California. USA.
- Fortune P.M., Schierenbeck, K., Ayres, D. Bortolus, A., Catrice O., Brown S. and. Ainouche, M. L. 2008. The enigmatic invasive *Spartina densiflora*: A history of hybridizations in a polyploidy context. *Molecular Ecology* **17**: 4304–4316.
- Fortune P.M., Schierenbeck, K. A. Ainouche, A.K., Jacquemin J., Wendel, J.F. Ainouche M.L. 2007. Evolutionary dynamics of *Waxy* and the origin of hexaploid *Spartina* species (Poaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* **43**: 1040–1055.

- Gedan, K. B. and Bertness, M.D. 2010. How will warming affect the salt marsh foundation species *Spartina patens* and its ecological role?. *Oecologia* **164**:479-487.
- Gould, F. W. 1975. *The Grasses of Texas*. The Texas Agricultural Experiment Station. Texas A & M University Press. USA.
- Gould, F. W. y R. Moran. 1981. The grasses of Baja California, Mexico. Mem. San Diego Soc. Nat. Hist. 12: 1-140.
- Hackel, E. 1890. The true grasses. A translation from a section of Die Natürlichen y Pflanzenfamilien by F. Lamson-Scribner and Effieh Southwordl New York Henry Holt and company.
- Herrera, Y. y Peterson P.M. 2013. Poaceae *Spartina*. Pag 297 a 300. En Plantas Acuáticas Mexicanas una contribución a la flora de México. Vol. I Monocotiledoneas, Instituto de Biología. UNAM.
- Hitchcock, A. S. 1950. *Manual of the Grasses of the United States*. United States Department of Agriculture. USA.
- Hogle, I. 2011. San Francisco Estuary Invasive *Spartina* Project Comparison of 2010 Field and Lab Identification of *Spartina* at Cooley Landing Restoration Project, East Palo Alto, CA. California Coastal Conservancy. United States of America.
- INEGI, 2013. Conjunto de datos de perfiles de suelos escala 1: 250 000 serie II (continuo nacional).
- INEGI, 2008. Conjunto de datos vectorial Edafológico escala 1:250 000 serie II (conjunto nacional).
- INEGI, 2012. Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000 serie V (conjunto nacional).
- INEGI, 2000. Mapa Raster de Climas, Escala de Referencia 1:1 000 000 (Resolución Espacial 250 m)
- Kearney, T.H. y Peebles, R. H. 1960. *Arizona Flora*. University of California Press, United States of América.
- Kim, S. Rayburn, A. L. Parrish, A. Lee, D. K. 2012. Cytogeographic Distribution and Genome Size Variation in Prairie Cordgrass (*Spartina pectinata* Bosc ex Link). Plant Mol Biol Rep. USA

- Lot, A. y Chiang, F. 1990. Manual del Herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C. México.
- Maricle B.R., Koteyeva N. K., Voznesenskaya E. V., Thomasson J. R. and Edwards G. E. 2009. Diversity in leaf anatomy, and stomatal distribution and conductance, between salt marsh and freshwater species in the C4 genus *Spartina* (Poaceae). *New Phytologist* **184**: 216–233.
- Mora O. A. y Valdés R. J. 2011. Nota sobre La Presencia de *Spartina alterniflora* Loisel. (Poaceae: Chloridoideae: Cynodonteae) En Humedales Mexicanos. *Acta Botánica Mexicana*. 95:45 – 50 Instituto de Ecología, A. C. México.
- Mobberley, D. G. 1956. Taxonomy and *distribution of the genus Spartina*. Iowa State Coll. J. Sci. 30(4): 471–574. O'Connell K (2005) Invasive *Spartina* in Puget Sound: A citizens handbook and field guide. People for Puget Sound, pugetsound.org, 32 pp.
- Parodi, L. R. 1919. Las Chlorideas de la Republica de Argentina. *Rev. Fac. Agron. Vet. Buenos Aires* 2:231-235.
- Peterson, P. M. Judziewicz, E. J.; Soreng, R. J.; Davidse, G.; Filgueiras, T. S.; Zuloaga, F. O. . 2001. *Catalogue of New World grasses (Poaceae) II. Subfamily Chloridoideae*". Contributions from the United States National Herbarium Smithsonian Institution. Washington D. C. Vol. 41:1-255. USA.
- Saarela, J. M. 2012. Taxonomic synopsis of invasive and native *Spartina* (Poaceae, Chloridoideae) in the Pacific Northwest (British Columbia, Washington and Oregon), including the first report of *Spartina* × *townsendii* for British Columbia, Canada. *Phytokeys* **10**: 25-82, Ottawa, Canadá
- Scribner, F.L. 1883. Notes on *Spartina*. *Bull. Torrey Club* 10:85-86.
- Shreve, F. & I. L. Wiggins. 1964. *Vegetation and flora of the Sonora Desert*. 2 vols. Stanford University Press, Stanford. United States of América.
- Soreng, R. J., G. Davidse, P. M. Peterson, F. O. Zuloaga, E. J. Judziewicz, T. S. Filgueiras & O. Morrone. 2003 and onwards. On-line taxonomic novelties

- and updates, distributional additions and corrections, and editorial changes since the four published volumes of the Catalogue of New World Grasses (Poaceae) published in Contr. U.S. Natl. Herb. vols. 39, 41, 46, and 48. [http://www.tropicos.org/Project/CNWG:.](http://www.tropicos.org/Project/CNWG:) In R. J. Soreng, G. Davidse, P. M. Peterson, F. O. Zuloaga, T. S. Filgueiras, E. J. Judziewicz & O. Morrone Internet Cat. New World Grasses. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
- Sosa, V. y Gomez- Pompa, A.1994. *Lista florística. Flora de Veracruz*. Instituto de Ecología, A.C. México.
- Steudel, E.G.1855. *Nomenclator Botanicus*. 2d ed. Stuttgartiae et Tubingae J. G. Cotta.
- Swallen J. R 1939. The grasses of the Yucatan Peninsula. *Contr. Amer. Arch.* 2:323-355
- Swallen, J. S. 1955. *Flora of Guatemala* Fieldiana; Botany Field Museum of Natural History. 24(6):1-440 United States of America.
- Trinius, 1840, C.B. *Genera Gramineau.V Agrostideae*. *Mem. Acad.St. Petersburg Sci. Nat.* VI. 6:23-134.
- Vasquez E.A, Glenn E. P., Guntenspergen G. R., Brown J. J. and Nelson S. G. 2006. Salt tolerance and osmotic adjustment of *Spartina alterniflora* (POACEAE) and the invasive M haplotype of phragmites australis (POACEAE) Along a salinity gradient. *American Journal of Botany* **93**(12): 1784–1790.
- Wiggins, I.L.1980. *Flora of Baja California*. Standford University Press, Standford California. United States of America.

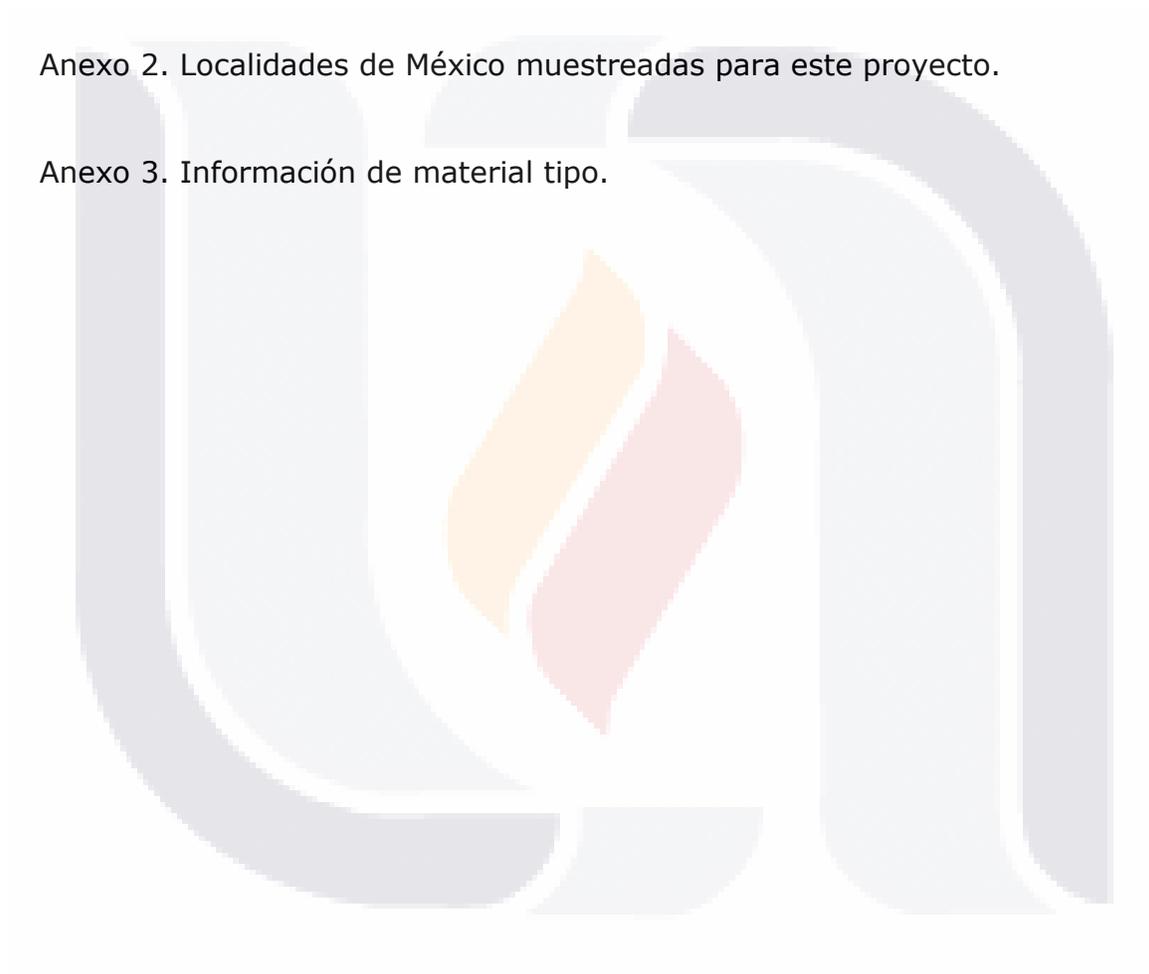
## ÍNDICE DE ANEXOS

Cotenido

Anexo 1. Tipodactilografía.

Anexo 2. Localidades de México muestreadas para este proyecto.

Anexo 3. Información de material tipo.



**ANEXOS**

**ANEXO 1.** Tipodactilografía

<b>PAGUINA DE INTERNET CONSULTADAS</b>	<b>TEMA</b>
<a href="http://www.life.illinois.edu/bio100/lectures/s97lects/24Speciation.html">www.life.illinois.edu/bio100/lectures/s97lects/24Speciation.html</a>	Figura 2. Especiación en <i>Spartina</i>
<a href="http://jcho.s.spartinaemasgc.org/frames/data/spartinacynosuroides.html">http://jcho.s.spartinaemasgc.org/frames/data/spartinacynosuroides.html</a>	Figura. 5. <i>S. cynosuroides</i>
<a href="http://www.flickr.com/photos/annaarmitage/5960684273/">www.flickr.com/photos/annaarmitage/5960684273/</a>	Figura 9. <i>S. gracilis</i>
<a href="http://herbarium.usu.edu/webmanual">http://herbarium.usu.edu/webmanual</a> . (accessed 15.06.2010). Flora of North America vol. 24.	<i>Spartina</i> en Flora de Norteamérica
<a href="http://www.tropicos.org/Project/CNWG">http://www.tropicos.org/Project/CNWG</a>	Catálogo de los pastos del Nuevo Mundo
<a href="http://www.virtualherbarium.org/grass/gpwg/">http://www.virtualherbarium.org/grass/gpwg/</a>	Grass Phylogeny Working Group (GPWG). 2000. Filogenía y clasificación de subfamilias de Poaceae Annals of the Missouri Botanical Garden.

**ANEXO 2.** Localidades de México muestreadas para este proyecto

LOCALIDAD	MUNICIPIO	ESTADO	TIPO DE VEGETACION	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD msnm
Boca de Estero Beach, en los limites sur de la Ciudad de Ensenada (enfrente del Hotel-Resorts Estero Beach y la playa de Estero Beach)	Ensenada	Baja California	Cuerpo de agua	116°36'41.57"	31°46'32.17"	
Puerto Adolfo López Mateos, estero en el margen del manglar	Comondú	Baja California Sur	MSN	112°04'41.60"W	25°15'06.00"N	1
Puerto San Carlos, entrada E del Pueblo, carr. Constitución-San Carlos, playa a la entrada	Comondú	Baja California Sur	ZU	112°06'54.20"W	24°47'57.20"N	0
Puerto Cancún 0.5km al W del Pueblo, 32Km del entronque las Brisas Carr. La Paz-Cd. Constitución	La Paz	Baja California Sur	H2O	111°44'23.80"W	24°32'55.30"N	0
Puerto Chale, Estero de Puerto Chale, frente a la orilla del Estero.	La Paz	Baja California Sur	H2O	111°33'16.90"W	24°25'18.10"N	6
6.8 km al NW de Punta Abrerojos, estero La Bocana, extremo sur margenes del estero	Mulegé	Baja California Sur	DV	113°38'18.70"W	26°45'02.50"N	6
Canal que cruza la Cd de Guerrero Negro perpendicular a la calle principal sobre los margenes del canal	Mulegé	Baja California Sur	AH	114°03'14.00"W	27°57'50.10"N	24
Laguna Ojo de Liebre, 5 km al NW del pueblo de Guerrero Negro, Brecha al Faro Viejo	Mulegé	Baja California Sur	VHH	114°04'50.40"W	27°58'28.70"N	6
11 km al SE de la Reserva de la Biosfera Los Petenes (terracería a la Isla Jaina)	Calkiní	Campeche	VM	090°25'54.40"W	20°10'56.40"N	?
0.5 km al NE de Campeche (por la salida a Carr. Campeche-Mérida)	Campeche	Campeche	RP	090°29'15.30"W	19°52'32.10"N	2

10 km al E de Cd. Del Carmen (frente a la finca Mayaraki) km 19 de la carr. Cd. Del Carmen-Campeche	Cármén	Campeche	VSa/SMQ	091°41'17.50"W	18°42'11.70"N	15
Ejido Puerto Rico, 7 Km al N del Zacatal, km 16 carr. Villahermosa-Cd. Del Carmen,	Cármén	Campeche	VM	091°53'05.80"W	18°37'12.00"N	-22
0.5 km al S de Sabancuy (orillas del pueblo de Sabancuy por la salida a Chicbul)	Champotón	Campeche	PCr	091°10'30.50"W	18°57'59.70"N	-8
km 53 de la autopista Cd. Del Carmen-Champoton	Champotón	Campeche	VM	091°23'27.00"W	18°53'30.10"N	-9
1.2 km al SE de Paredón, a la orilla del pueblo	Tonalá	Chiapas	VM	093°52'03.48"W	16°02'35.20"N	
2.5 km al oeste de Puerto Arista	Tonalá	Chiapas	VU	093°50'05.18"W	15°56'45.75"N	0
Salinera de Estación Carrillo, a 1.5 km al E de Carrillo, alrededores de la Laguna Palomas	Jiménez	Chihuahua	VH	103°55'04.00"W	26°53'22.26"N	
Rancho el Fresnal, al SW del cerro a 10 km al N de el Sabinal, alrededores de Laguna Janos	Asención	Chihuahua	MM	107°31'34.6"W	31°02'41.35"N	
5 km al E de Nuevos Casas Granades, alrededores de la Laguna Fierros.	Nuevo Casas Grandes	Chihuahua	matorral espinoso	107°51'18.12"W	30°23'51.21"N	
Poza azul,	Cuatrociénegas	Coahuila	H2O	102°07'20.3"	26°55'17.8"	726
2km al n de las tablas 9.5km al S de Moritas, al SW de Cd. del Maiz	Cd. del Maiz	San Luis Potosí		099°51'51.01"	22°16'26.64"	1031
El Conchal, 0.2Km al W de la carr. Al Conchal, a la entrada S del pueblo	Culiacán	Sinaloa	VHH	107°20'22.50"W	24°15'38.10"N	13
15 km al W del Dorado (sobre brecha a los Algodones, playa de Ponce	Culiacán	Sinaloa	SBK	107°35'08.00"W	24°22'26.90"N	2
7 km al N de Frontera (Carr. A Frontera - Playas el Bosque	Centla	Tabasco	VM	092°39'34.30"W	18°35'58.70"N	

1.5 km al S de Chiltepec en la Laguna Mecoaca (por la carr. Chiltepec-Nicolás Bravo).	Paraiso	Tabasco	VM	093°04'39.10"W	18°24'43.50"N	8
Rio Soto la Marina, sobre el márgen del rio en el hotel Blanquita	Soto la Marina	Tamaulipas	H2O	097°46'11.40"W	23°47'11.20"N	2
Brecha junto al campamento tortuguero, Playa Grande, 1 km al n del espartinal	Soto La Marina	Tamaulipas	VHH	097°44'12.50"W	23°47'27.80"N	0
La Playita, margen del estero frente a la playita	Soto La Marina	Tamaulipas	VHH	097°44'13.40"W	23°46'24.00"N	0
11 km al W de Playa Bagdag, sobre la carretera a Matamoros- Playa Bagdag zona inundable a orilla de carretera	Matamoros	Tamaulipas	PH	097°15'009.8"	25°49'12.7"	1
14 km de la entrada a la brecha de Cinco de Mayo y 5 km al E de la Salinera.	Matamoros	Tamulipas	VHH	097°33'13.31"	25°30'44.52"	1
2 km al W de Playa Bagdag, carr. Playa Bagdag-Matamoros, orilla de carretera	Matamoros	Tamaulipas	VHH	097°10'36.02"	25°48'57.33"	1
9 km sobre la brecha que va a la salinera, 4 km al E de Cinco de Mayo sobre la brecha, 45 km al SE de Matamoros	Matamoros	Tamaulipas	VHH	097°35'10.11"	25°31'54.14"	1
2 km al W de General J. Mujica, 12.5 km sobre la brecha Sta. Teresa -J. Mujica, La Media Luna	San Fernando	Tamaulipas	TA	097°45'44.83"	25°14'44.71"	9
1.2 km antes de la Playa la Escollera, carr. Soto la Marina-La Pesca donde termina el camino a los lados de la carretera.	Soto La Marina	Tamaulipas	VHH	097°44'25.5"	23°46'54.14"	4
4.8 km al E de Playa Grande , La Pesca	Soto La Marina	Tamaulipas	VHH	097°45'44.80"W	23°47'09.10"N	9
42km sobre el camino Soto la Marina-La Pesca, 7km al E de Vista Hermosa, sobre el camino, en las márgenes de la laguna Almagre	Soto La Marina	Tamaulipas	VSA/SBK	097°48'309.04"	23°47'51.72	1

Col. Miguel de la Madrid, Canal de la Barcena, La Pesca	Soto La Marina	Tamaulipas	VHH	097°45'11.33"	23°47'12.69"	3
Vega del Río Tuxpan, Malecon Norte en la ciudad de Tuxpan	Túxpan	Veracruz	H2O	097°22'26.80"W	20°56'29.20"N	-14
0.5 km al S de Mandinga, Estero de Mandinga	Alvarado	Veracruz	RS	096°20'05.80"W	19°24'54.00"N	0
11 km al N de Tlacotalpan, La Tunilla	Alvarado	Veracruz	PC	095°38'34.28"W	18°42'28.82"N	?
2 km al N de Cruz de los Esteros (frente al puerto de Tecolutla)	Tecolutla	Veracruz	PC	097°00'59.90"W	20°27'45.30"N	1
Camino a la Hidroeléctrica de Tuxpan, orilla de la Laguna de Tampomachoco, 1.2 km a de la clínica del IMSS, 1.5 km del Puente Gabra el camino a la termoeléctrica	Túxpan	Veracruz	PC	097°109'04.37"	20°58'55.44"	1
Orilla del Río Tuxpan (Suburbio Sur), Ave.Lazaro Cárdenas, lote baldío cerca de la desembocadura del río, Colonia Barra Norte	Túxpan	Veracruz	AH	097°21'38.72	20°56'43.31"	1
5 km al NO de Sisal	Hunucmá	Yucatán	VSa/VM	090°01'07.10"W	21°08'59.90"N	13
4 km al S de Puerto Progreso (autopista Mérida- Pto. Progreso, Carr. No.261)	Progreso	Yucatán	VSA/SBC	089°39'32.00"W	21°14'39.00"N	
1 km al S de Puerto Telchac (por la carr. No. 172)	Telchac Puerto	Yucatán	PC	089°15'41.00"W	21°19'43.00"N	2

**NOTA:** Claves de tipos de vegetación (fuente INEGI, 2012) AH=asentamiento humano, DV=dunas costeras, H2O=Cuerpo de agua, MDR=Matorral desértico rosetófilo, MK=mezquital xerófilo, MSN= matorral sarco-crassicaule de neblina, PC=pastizal cultivado, PH=pastizal halófilo, PT=vegetación de petén, RP=agricultura de riego permanente, RS= agricultura de riego semipermanente, SBK=selva baja espinosa caducifolia, TA=agricultura de temporal anual, VH=vegetación halófila xerófila, VHH=vegetación halófila hidrófila, VM=vegetación de manglar, VSA/SBC=veg secundaria arbórea de selva baja caducifolia,VSA/SG= veg. secundaria arbórea de selva de galería, VSA/SMC=veg, secundaria de selva mediana caducifolia, VSa veg. secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, VT=tular, VU=veg. de dunas costeras, ZU=zona urbana.

**ANEXO 3. INFORMACIÓN DE MATERIAL TIPO**

ESPECIE	INFORMACIÓN DE MATERIAL TIPO	FUENTE
<i>Spartina alterniflora</i>	Iso-type of <i>Spartina alterniflora</i> Loisel. [family POACEAE] Collector P. Salzmänn, #s.n. Collection date 1827 - 1830 Country BRAZIL (Brazil) Herbarium MO, MO-144045 Identifications Iso-type of <i>Spartina alterniflora</i> Loisel. [family POACEAE] (stored under name); Verified Not on sheet <i>Spartina dissitiflora</i> Steud. [family POACEAE]; Verified Not on sheet Iso-type of <i>Spartina dissitiflora</i> Steud. [family POACEAE]; Verified Not on sheet	<a href="http://plants.jstor.org/specimen/mo-144045?s=t">http://plants.jstor.org/specimen/mo-144045?s=t</a>
<i>Spartina cynosuroides</i>	Isolectotype of <i>Dactylis cynosuroides</i> L. [family POACEAE] Collector John Clayton, #577 Collection date- Country United States (United States of America) Herbarium BM, BM000051633 Identifications Isolectotype of <i>Dactylis cynosuroides</i> L. [family POACEAE] (stored under name); Verified by James L. Reveal, 1989 <i>Spartina cynosuroides</i> (L.) Roth [family POACEAE]; Verified by James L. Reveal, 1989	<a href="http://plants.jstor.org/specimen/bm000051633?s=t">http://plants.jstor.org/specimen/bm000051633?s=t</a>

<p><i>Spartina foliosa</i></p>	<p>Type Specimens IT: D. Peters s.n.; 1831; California (US-610993(fragm. ex LE), US-92016 (fragm.))</p>	<p><a href="http://www.tropicos.org/Name/25512526">http://www.tropicos.org/Name/25512526</a></p>
<p><i>Spartina gracilis</i></p>	<p>Type Specimens IT: Hooker s.n.; ; (LE-TRIN-2058.01, US-92014(fragm. ex LE))</p>	<p><a href="http://www.tropicos.org/Name/25511510">http://www.tropicos.org/Name/25511510</a></p>
<p><i>Spartina patens</i></p>	<p>Holotype of <i>Dactylis patens</i> Aiton [family POACEAE] CollectorCurtis, #s.n. Collection date 1781 CountryUnited Kingdom HerbariumBM, BM001010621 Identifications<i>Spartina patens</i> (Aiton) Muhl. [family POACEAE] (stored under name); Verified Not On Sheet Holotype of <i>Dactylis patens</i> Aiton [family POACEAE]; Verified Not On Sheet</p>	<p><a href="http://plants.jstor.org/specimen/bm001010621?s=t">http://plants.jstor.org/specimen/bm001010621?s=t</a></p>
<p><i>Spartina spartinae</i></p>	<p>Type of <i>Spartina junciformis</i> Engelm. &amp; A.Gray [family POACEAE] CollectorFerdinand Jacob Lindheimer, #207 Collection date 1843 CountryUnited States (United States of America) HerbariumBM, BM000578890 IdentificationsType of <i>Spartina junciformis</i> Engelm. &amp; A.Gray [family POACEAE]; Verified Not On Sheet <i>Spartina spartinae</i> (Trin.) Merr. ex Hitchc. [family POACEAE] (stored under name); Verified Not On Sheet</p>	<p><a href="http://plants.jstor.org/specimen/bm000578890?s=t">http://plants.jstor.org/specimen/bm000578890?s=t</a></p>