



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

**Acciones de apoyo al proyecto de la montaña en  
ecosistemas culturales del trópico seco de la región,  
Guerrero, México.**

**QUE PRESENTA LA ALUMNA**

**Jaritza Guadalupe Salazar Murillo**

**Matrícula  
2163024291**

**ASESORA**

**Dra. Virginia Cervantes Gutiérrez (No. Económico 34406)**

**Ciudad de México**

**Febrero, 2024.**

## RESUMEN

La montaña de Guerrero es una zona del trópico seco que presenta una degradación importante, este fenómeno puede tener consecuencias negativas para el ecosistema, dañando así la gran diversidad de especies que alberga, incluyendo especies endémicas y nativas.

Realicé mi Servicio Social en apoyo al proyecto “Evaluación de estrategias de rehabilitación en cinco comunidades indígenas del Trópico Seco en la Región La Montaña del Estado de Guerrero”; En las actividades desarrolladas obtuve una capacitación en estadística paramétrica para poder analizar los datos de germinación de la especie *Havardia acatlensis* comúnmente conocida como “Uña de gato”, cuya procedencia de semillas fue el municipio de San Nicolás Zoyatlan, Gro. Se valoró el mantenimiento de la viabilidad de las semillas a través del tiempo realizando análisis de varianza con ayuda del programa Statgraphics Centurion X64. Se compararon diferentes tratamientos pre-germinativos, de calor húmedo: 15 seg., ½ min. y 1 min. de ebullición, bajo diferentes tiempos de almacenamiento en congelación: sin almacenamiento, con 1, 4 y 13 años. Las semillas de *Havardia acatlensis* demostró mantener la viabilidad a través del tiempo, ya que presentó una alta capacidad de germinación a través del tiempo, además de ser consistente en la velocidad de germinación, ya que ésta se estimuló con ayuda de los tratamientos de calor húmedo.

Respecto al estudio del Estado del Arte de la Restauración en México, realice una base de datos recabando información sobre temas de restauración en México de los años 2016 al 2021 en artículos de tres revistas científicas, esto aportó información de cómo se ha estudiado la restauración en México en el periodo de tiempo mencionado.

**Palabras clave:** *Havardia acatlensis*, germinación, restauración, Montaña de Guerrero.

# INDICE

## Contenido

RESUMEN .....	2
INDICE .....	3
MARCO INSTITUCIONAL DEL PROYECTO .....	4
INTRODUCCIÓN .....	4
ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....	6
UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	7
OBJETIVO GENERAL .....	8
ESPECIFICACIÓN Y FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS .....	9
IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL EN PROGRAMA O PROYECTO DE ADSCRIPCIÓN .....	24
APRENDIZAJE Y HABILIDADES OBTENIDAS DURANTE EL DESARROLLO DEL SERVICIO SOCIAL .....	25
FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL .....	26
REFERENCIAS.....	27

## **MARCO INSTITUCIONAL DEL PROYECTO**

El Servicio Social se realizó por actividades relacionadas con la profesión. Las actividades se llevaron a cabo dentro del proyecto “Evaluación de estrategias de rehabilitación en cinco comunidades indígenas del Trópico Seco en la Región La Montaña del Estado de Guerrero”, el cual, se encuentra adscrito al Laboratorio de Planeación Ambiental, del Departamento el Hombre y su Ambiente de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco (UAM-X).

## **INTRODUCCIÓN**

La degradación y destrucción de muchos ecosistemas en el mundo aumenta porque la crisis ambiental se está acelerando debido a la reducción rápida de los múltiples servicios ambientales que prestan los ecosistemas, como ejemplo de esto se encuentra la producción de agua, fijación de CO<sub>2</sub>, ciclos de materia, productividad del suelo, biodiversidad, coberturas que previenen erosión, entre otros (Vargas, 2011); desafortunadamente, en el desarrollo de las actividades productivas pocas veces se considera la capacidad de carga de los ecosistemas (Carabias et al., 1994).

En México esta situación se agrava por el pensamiento y actos de consumismo de la sociedad actual (Randolph, 2004), aunado al poco conocimiento que hay en los temas de conservación, manejo de recursos naturales y restauración ambiental. Además, se muestran profundos daños y una superficie inmensa de lomeríos y montañas cubiertos por suelos degradados, sobre todo en las regiones tropicales y subtropicales (Vázquez et al., 2007). Lo anterior perjudica principalmente a las poblaciones que viven dentro o cerca de estas zonas, se convierte en amenaza para los habitantes y los hace vulnerables a las consecuencias negativas (Cardona, 2003).

Uno de los tipos de bosque representativos de México son los tropicales, entre ellos la Selva Baja Caducifolia (SBC) también conocido como bosque tropical caducifolio, se caracteriza por que se distribuye en casi todos los estados de la república (Cervantes et al., 2000), incluyendo la región de la montaña en el estado de Guerrero.

La montaña de Guerrero no se encuentra exenta al deterioro ambiental, el cual afecta la productividad y por ende la situación económica (Pérez et al., 1998), en esta región el deterioro se manifiesta principalmente en deforestación y erosión del suelo (Landa, 1997).

Una forma de ayudar a la conservación y recuperación de los ecosistemas es conociendo las especies que lo conforman, principalmente las nativas y endémicas (Zeberio y Pérez, 2020). Las semillas son uno de los principales recursos para el manejo agrícola y silvícola de las poblaciones de plantas, para la reforestación, y la conservación del germoplasma vegetal para la recuperación de especies valiosas sobreexplotadas (Vázquez et al., 2007). Éstas pueden almacenarse vivas por largos periodos, asegurando así, la preservación de especies y variedades de plantas. La germinación asistida y la creación de viveros comunales son una de las soluciones que se han visto factibles para el apoyo a la restauración, pero debido a la heterogeneidad de los ecosistemas en México y al poco conocimiento que tenemos en algunos de ellos, se requiere de investigaciones para conocer las técnicas particulares, en cuanto al tratamiento de las semillas locales y su almacenamiento.

En este sentido muestran relevancia las acciones del proyecto de “Evaluación de estrategias de rehabilitación en cinco comunidades indígenas del trópico seco en la Región La Montaña del Estado de Guerrero”, pues han permitido la obtención de un importante conocimiento para ayudar a las localidades a rescatar el germoplasma local. Esto en una primera aproximación, por medio de la evaluación de la viabilidad de las semillas a través del tiempo bajo condiciones de almacenamiento *ex situ*, contribuyendo así a determinar las mejores técnicas para recolectar, almacenar, y promover la germinación de las semillas; cuyas especies

son un potencial para impulsar actividades de restauración en la SBC de la montaña de Guerrero.

Es por ello que la realización del Servicio Social en apoyo al proyecto mencionado es una oportunidad para participar en la generación de información de gran utilidad.

Por otra parte, la realización de una base de datos con artículos de revistas científicas aportando información sobre el estado del arte de la restauración en México, también es una actividad que contribuye a recabar información valiosa para saber cómo se abordó y trató la restauración del 2016 al 2021.

#### ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La región de la montaña en el estado de Guerrero es una zona con altos índices de pobreza y deforestación (Salgado et al., 2017).

Estudios realizados:

En la investigación titulada “Germinación de semillas de leguminosas leñosas del bosque tropical caducifolio del sur de México” de Cervantes et al. (1996), se evalúa la viabilidad de la propagación masiva de especies de leguminosas comúnmente utilizadas por los habitantes locales en la región de bosques tropicales caducifolios en la montaña de Guerrero. Esto se hizo a través del análisis de su respuesta germinativa: (1) determinando la presencia de latencia, (2) examinando la viabilidad de las semillas almacenadas a la sombra y temperaturas locales e (3) investigando tratamientos que desencadenen respuestas óptimas de germinación.

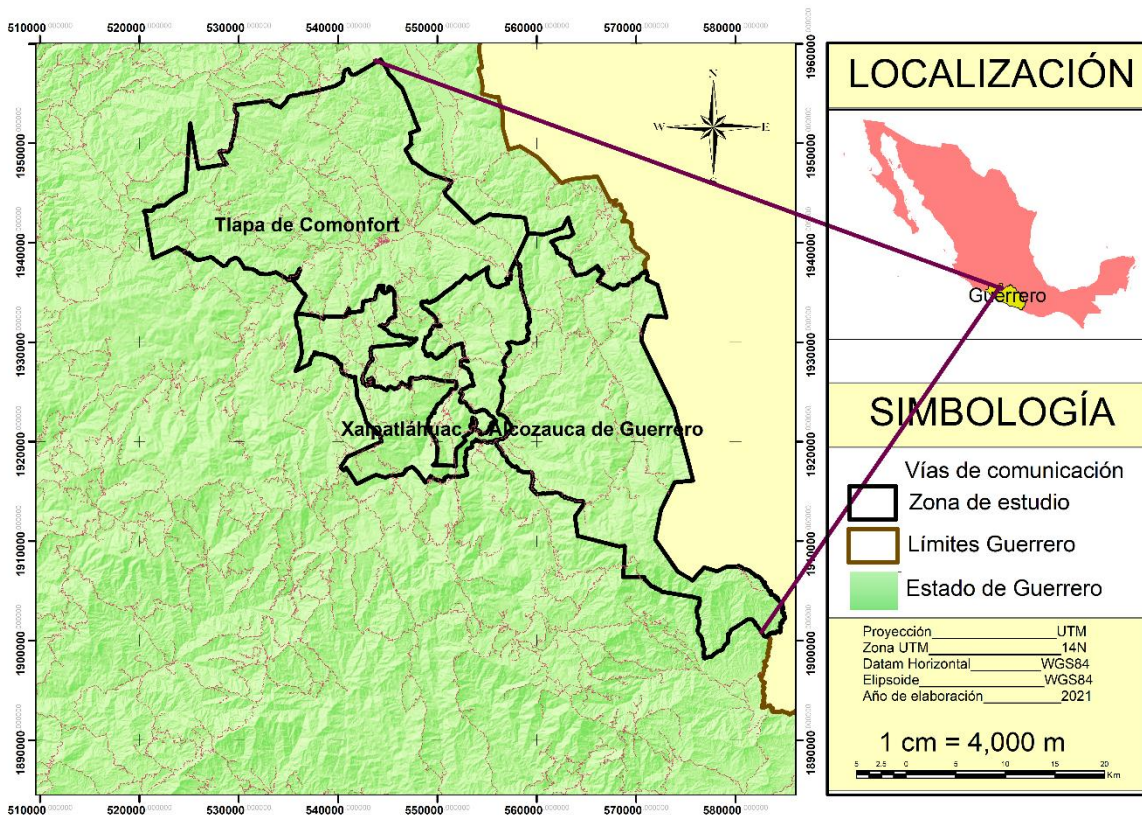
Posteriormente, se hizo la investigación "Análisis de crecimiento de nueve leguminosas leñosas multipropósito nativas del sur de México", donde Cervantes et al. (1998) evalúan el crecimiento, tasas y producción de biomasa en condiciones de vivero, de nueve leguminosas leñosas nativas de la región de 'La Montaña', estado de Guerrero, México. Con esto se avanzó en el conocimiento de los requerimientos básicos para la producción local de las plantas nativas en beneficio de la misma región.

Después se publicó el libro *Técnicas para Propagar Especies Nativas de Selva Baja Caducifolia y Criterios para Establecer Áreas de Reforestación* (Cervantes et al., 2000), que nos proporciona la información necesaria para conocer las especies y sus particularidades. Esta información ayuda principalmente a las comunidades de la región de la montaña para poder trabajar áreas de SBC que requieran de rehabilitación, pero también aporta conocimiento científico básico de diversas especies nativas a la SBC de la región del Balsas.

La investigación de Cervantes-Gutiérrez et al. (2017) “Vegetación de un bosque seco tropical en un paisaje con perturbación crónica: el caso de la Comunidad indígena de San Nicolás Zoyatlan (Guerrero, México)”, aborda el análisis de la composición, estructura y diversidad de las SBC, de la comunidad de San Nicolás Zoyatlan. La investigación integra: (1) un análisis descriptivo de vegetación y la elaboración de una lista de especies; (2) la relación de la composición y estructura de la vegetación con algunos factores ambientales y (3) la identificación de grupos de especies que permitan conocer el estado y dinámica de la vegetación, así como el potencial para su uso en acciones de restauración de la región de la Montaña de Guerrero.

## **UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

El Servicio Social se realizó a distancia por la contingencia provocada por el coronavirus SARS-CoV-2. Se utilizaron los datos de germinación de semillas de especies de las familias Fabaceae y Agavaceae, cuya procedencia son los municipios de Alcozauca, Tlapa de Comonfort y Xalpatláhuac, Gro. (Figura 1), donde la selva baja caducifolia es la vegetación predominante. Los datos fueron proporcionados por la Dra. Virginia Cervantes Gutiérrez, responsable del proyecto “Evaluación de estrategias de rehabilitación en cinco comunidades indígenas del Trópico Seco en la Región La Montaña del Estado de Guerrero”.



**Figura 1.** Ubicación de los municipios de procedencia de las semillas de las especies que fueron elegidas para su estudio y obtener los datos de germinación (Elaborado por Jaritza Guadalupe Salazar Murillo, 2021; con ArcMap 10.5).

## OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Realizar la evaluación ambiental, social y económica del impacto de las estrategias de rehabilitación (plantaciones y sistemas agroforestales) establecidas entre 1996 y 1999, para establecer los criterios y diseñar los indicadores que permitan valorar de manera integral el proceso de restauración desarrollado en los terrenos de cinco comunidades de la región La Montaña (Guerrero).

Las actividades realizadas en el servicio social se relacionan con el objetivo general ya que aportan información sobre el potencial de la especie *Havardia acatlensis* para su utilización en acciones de restauración, dada su factibilidad de propagación. De esta manera el curso de estadística permitió conocer y realizar el



análisis estadístico de la viabilidad de esta especie de leguminosa, lo que de manera indirecta aporta información a la evaluación ambiental, por ser una especie nativa de la región de la montaña en Guerrero. Por otro lado, mi participación en el metaanálisis que se está realizando como una línea de investigación del proyecto de la Montaña de Guerrero, me permitió conocer a grandes rasgos el estado actual de la restauración en México para el periodo de tiempo de 2016-2021.

## **ESPECIFICACIÓN Y FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS DE ACUERDO CON EL CALENDARIO PROPUESTO**

**Tabla 1.** Especificación de las actividades realizadas en el servicio social.

Actividades comprometidas en el registro del servicio social	Actividades realizadas en el servicio social	Motivo por el que no se concluyó la actividad
Seminarios sobre el estado del arte de la restauración en México.	Realice la búsqueda y captura de artículos de tres revistas científicas. Los seminarios no se realizaron.	Falta de sincronía en los tiempos de todos los involucrados en los seminarios.
Curso de estadística paramétrica.	Participo en el Curso de estadística paramétrica orientado en la germinación de especies de la selva baja de la Montaña de Guerrero.	
Análisis de datos sobre la viabilidad de germinación de semillas de <i>Havardia acatlensis</i> .	Realice el análisis estadístico para poder observar la viabilidad de las semillas.	

## **CURSO DE ESTADÍSTICA PARAMETRICA**

Tome un curso de estadística paramétrica orientado al análisis de la germinación de semillas impartido por la Dra. Ivonne Reyes Ortega, en los meses de mayo a julio del 2021.

El curso inició revisando conceptos básicos de lo que es la estadística, p.ej.: población, muestreo, variables, parámetros, estimadores, etc. La finalidad fue orientarnos para conocer y aprender a manejar primero la estadística descriptiva y posteriormente la paramétrica (son las que utilice para mi análisis). Realice ejercicios con datos de la germinación de semillas de la especie *Agave cupreata*; obteniendo medidas como: la media, varianza, desviación estándar, entre otros, todo esto en el programa de Excel, esto con el fin de practicar lo aprendido.

Posteriormente realice los mismos ejercicios, pero ahora ya con los datos de mi especie a analizar *Havardia acatlensis*.

Para finalizar aprendí a hacer las bases de datos para poder manejar el programa Statgraphics Centurion X64, realizar los análisis estadísticos y poder obtener las variables de respuesta de las semillas de *Havardia acatlensis* y así estimar su viabilidad.

### **Evaluación de viabilidad de la germinación de las semillas de *Havardia acatlensis***

Realicé la captura de los datos sobre la germinación de las semillas de *Havardia acatlensis* en el programa de Excel en los meses de octubre del 2021 a febrero del 2022, de acuerdo con el diseño experimental e información proporcionada por la Dra. Virginia Cervantes Gutiérrez. Con el mismo programa se realizó el análisis exploratorio de los datos, aplicando estadística descriptiva, calculé los estadísticos: media, varianza, desviación estándar, entre otros en las variables de respuesta que quería trabajar: Capacidad de germinación, Coeficiente de velocidad de germinación y Tiempo LAG.

Cabe mencionar que los datos de germinación que me proporcionaron correspondían a semillas que habían sido sometidas a distintos tratamientos de calor húmedo: 15 segundos, 1/2 y 1 minuto de ebullición en agua, y de tiempos de almacenamiento bajo condiciones controladas de congelación: 1, 4 y 13 años (Tabla 2).

Posteriormente grafiqué el porcentaje de germinación diaria y el porcentaje de germinación acumulada para poder observar cómo se comportó la velocidad de la germinación a lo largo del tiempo en los diferentes tratamientos en donde se les aplica calor húmedo y en los blancos o tratamiento testigo (Tabla 2).

**Tabla 2.** Diseño experimental de la especie *Havardia acatlensis*, para poder evaluar la viabilidad de sus semillas; proporcionado por la Dra. Virginia Cervantes.

seg = segundos y min = minutos

# Siembra - Año	Tratamiento	Diseño
1. 17/05/1996	T1- Testigo T2 – ½ min. ebullición T3 – 1 min. ebullición	Tamaño muestra = 100 4 repeticiones de 25 semillas/tratamiento
2. 07/01/1997	T1- Testigo T2 – ½ min. ebullición	Tamaño muestra = 100 4 repeticiones de 25 semillas/tratamiento
3. 24/01/2000	T1- Testigo T2 – 15 seg. ebullición	Tamaño muestra = 200 4 repeticiones de 50 semillas/tratamiento
4. 23/01/2009	T1- Testigo T2 – 15 seg. ebullición T3 – ½ min. ebullición	Tamaño muestra = 320 8 repeticiones de 40 semillas/tratamiento

En consecuencia, obtuve mis análisis descriptivos y pude observar cómo se comportaron los datos y así poder organizar las bases de datos para correr los análisis de estadística paramétrica en el programa Statgraphic X64, donde realicé cuatro análisis de varianza, dos de una vía y dos factoriales.

Para poder cumplir con los requisitos del análisis de varianza respecto a distribución normal de los datos, homogeneidad de varianzas, y distribución de los errores; tuve que realizar una transformación de los datos a arcoseno en las

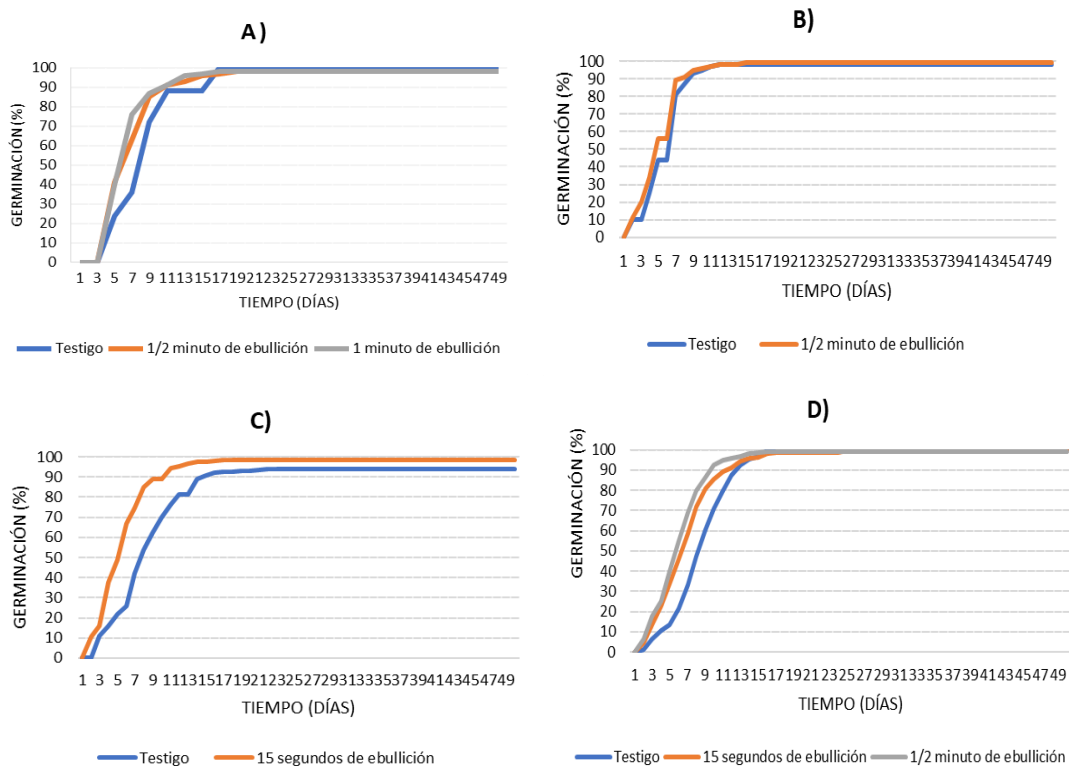
variables de respuesta Capacidad y Velocidad de germinación, así como también en Tiempo Lag.

## Análisis descriptivos

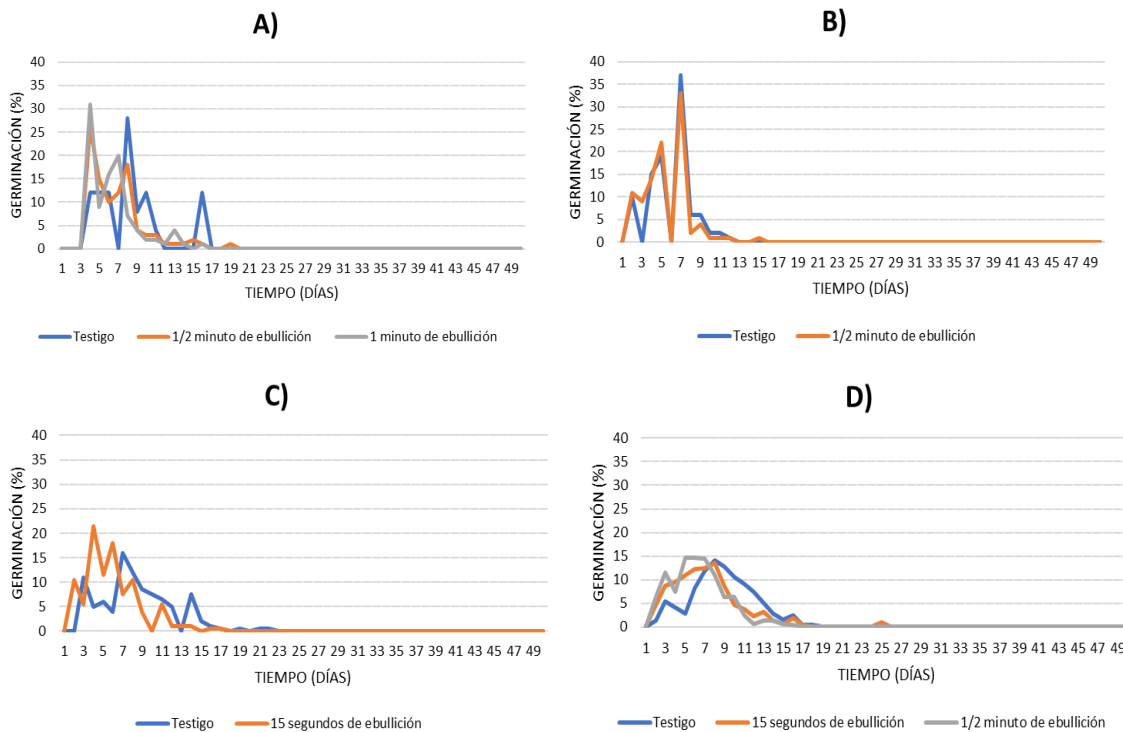
En los análisis descriptivos no parece haber diferencias entre tratamientos de almacenamiento y de calor húmedo con el testigo, casi todas las semillas germinan en los primeros 17 días, con ligeros cambios en los días de germinación entre tratamientos y tiempos de almacenamiento. Lo único que es evidente es que las semillas sin almacenamiento tardan 3 días en iniciar la germinación, en tanto que los almacenados inician el primer día (Figura 2).

En la germinación diaria se puede observar que la especie muestra mayor velocidad de germinación en los tratamientos de calor húmedo (Figura 3).

Pero para poder identificar diferencias contundentes en la respuesta de las semillas de *H. acatensis* en los diferentes tratamientos aplicados fue necesario realizar el análisis de estadística paramétrica.



**Figura 2.** Germinación acumulada de *Havardia acatlensis* en respuesta a diferentes tratamientos de calor húmedo (15 seg., ½ y 1 min.) y tiempos de almacenamiento en congelación: **A) 1996** (sin almacenamiento), **B) 1997** (un año), **C) 2000** (4 años) y **D) 2009** (13 años).



**Figura 3.** Germinación diaria de *Havardia acatlensis* en respuesta a diferentes tratamientos de calor húmedo (15 seg., ½ y 1 min.) y tiempos de almacenamiento en congelación: **A) 1996** (sin almacenamiento), **B) 1997** (un año), **C) 2000** (4 años) y **D) 2009** (13 años).

### Análisis de estadística paramétrica

Realice 4 análisis de varianza, dos de una vía y dos factoriales. El primero para comparar entre tratamientos de calor húmedo sin almacenamiento, el segundo para los tratamientos de calor húmedo con 13 años de almacenamiento en congelación. Los análisis 3 y 4 fueron factoriales con dos factores cada uno, en el tercero el Factor 1 fue el tratamiento pre-germinativo de 15 seg. de ebullición y el Factor 2 los tiempos de almacenamiento en congelación de 4 y 13 años. El último análisis también fue factorial, el Factor 1 es el tratamiento pre-germinativo de calor

húmedo de ½ min. de ebullición y el Factor 2 estuvo representado por los tiempos de almacenamiento siguientes: sin almacenamiento, con 1 y 13 años.

Las variables de respuesta comparadas en mis análisis fueron: la Capacidad Germinativa (CG) que es el porcentaje máximo de semillas que germina en un periodo de tiempo determinado, generalmente se representa gráficamente en porcentaje acumulado; el Coeficiente de Velocidad (CV) (Kotowski, 1926), índice que se basa en el número de semillas germinadas inversamente relacionado con el tiempo y el número de semillas germinadas por día y el Tiempo de latencia (Lag), que es el tiempo medido en días necesarios para que inicie la germinación de una semilla (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996).

En el primer análisis sin almacenamiento, en la Tabla 2 se puede observar que no hubo diferencias significativas para las variables de CG y tiempo LAG, solamente se presentó diferencia significativa para el CV.

Con la prueba de rangos múltiples (Tabla 3) se puede ver que el testigo se distingue por tener la velocidad de germinación más baja con respecto a los otros dos tratamientos de calor, los cuales no difieren estadísticamente.

**Tabla 2.** Análisis de varianza de una vía que muestra el efecto de los tratamientos de calor húmedo de la primera siembra sin almacenamiento en la CG, en el CV y en el tiempo LAG en semillas de *Havardia acatlensis*. (P<0.05)

	Factor 1	
	F	P
CG	0.17	0.8436
CV	11.26	0.0036
LAG	1.0	0.4053

**Tabla 3.** Prueba de rangos múltiples (LSD 95%) para la variable del CV para las semillas sin almacenamiento de *Havardia acatlensis*.

Variable	Tratamiento	Media	Grupos homogéneos
CV	testigo	20.3358	x
	1/2 min. ebullición	22.4891	x
	1 min. ebullición	23.2543	x

En el siguiente análisis (Tabla 4) donde comparamos los tratamientos de las semillas con más tiempo de almacenamiento (13 años), podemos observar que solamente se presentaron diferencias significativas en el CV y en el tiempo LAG, en la capacidad de germinación no hay efecto de los tratamientos de calor húmedo.

En la prueba de rangos múltiple (Tabla 5), se observa que tanto para el CV y el tiempo LAG solamente difieren estadísticamente los testigos y 1/2 min. de ebullición. Así mismo, el tratamiento de 15 seg. de ebullición, aunque si tiene un efecto sobre la velocidad de germinación, el tratamiento de calor húmedo de 1/2 min. es el que presenta un impacto positivo mejor en la velocidad de germinación.

**Tabla 4.** Análisis de varianza de una vía que muestra el efecto de los tratamientos de calor húmedo de la última siembra con 13 años de almacenamiento, en el CV, en la CG y en el tiempo (LAG) en semillas de *Havardia acatlensis* (P<0.05).

	Factor 1	
	F	P
CG	1.81	0.1875
CV	45.22	0.0000
LAG	3.96	0.0348

**Tabla 5.** Prueba de rangos múltiples (LSD 95%) para las semillas con más tiempo de almacenamiento (13 años) de las variables de respuesta del CV y tiempo LAG de *Havardia acatlensis*.

Variable	Tratamiento	Media	Grupos homogéneos
CV	testigo	23.4489	x
	15 seg. ebullición	21.9299	x
	1/2 min. ebullición	19.6754	x
LAG	testigo	2.5	x
	15 seg. ebullición	2.125	xx
	1/2 min. ebullición	2	x

Para valorar el efecto del calor húmedo y el del efecto almacenamiento se realizó un análisis de varianza factorial en donde el factor 1 fue el tratamiento de ½ min. de calor húmedo y el factor 2 está conformado por 3 niveles de almacenamiento: sin almacenamiento, 1 año y 13 años. Solamente se presentaron diferencias significativas para el CV y el tiempo LAG (Tabla 6). Para ambas variables de respuesta los dos factores de manera independiente tienen efecto, sin embargo, solamente para el CV la interacción resultó significativa.

En la prueba de rangos múltiples (Tabla 7) se observa que la velocidad de germinación para las semillas sin almacenamiento y con 13 años, no difieren estadísticamente. Por otro lado, las semillas con 4 años de almacenamiento si difieren y se observa claramente en la Figura 4.

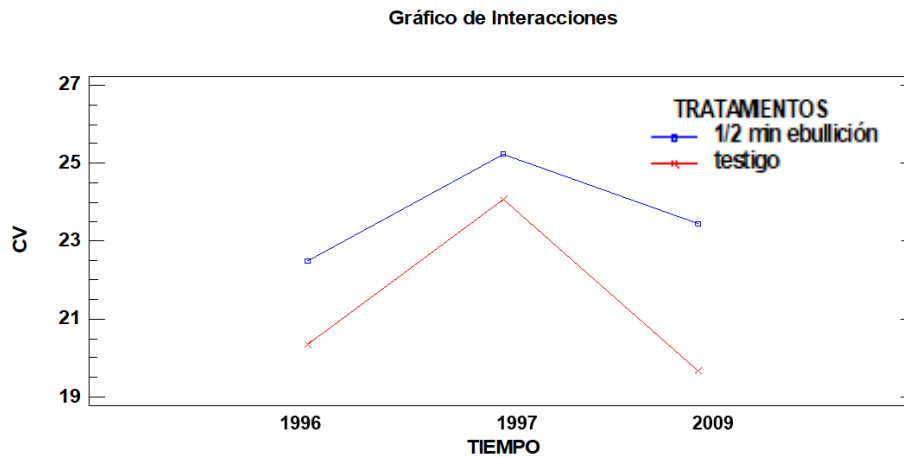
**Tabla 6.** Análisis de varianza factorial que muestra el efecto del tratamiento de calor húmedo de ½ min. de ebullición (Factor 1), el tiempo de almacenamiento (Factor 2) y su interacción, en la CG, el CV y el tiempo LAG en semillas de *Havardia acatlensis* (P<0.05).

	Factor 1		Factor 2		Interacción factor 1-2	
	F	P	F	P	F	P
CG	0.78	0.4668	0.78	0.3867	0.57	0.5732
CV	60.09	0.0000	81.37	0.0000	10.01	0.0006
LAG	47.69	0.0000	5.65	0.0251	0.21	0.8104



**Tabla 7.** Prueba de rangos múltiples (LSD 95%) para las semillas de *Havardia acatlensis* con tratamiento de ½ min. de calor húmedo para las diferentes variables de respuesta del CV y el tiempo LAG para distintos tiempos de almacenamiento: sin almacenamiento, uno y 13 años.

Variable	Año	Media	Grupos homogéneos
CV	1996	21.4124	x
	1997	24.5622	x
	2009	21.5622	x
LAG	1996	4.125	x
	1997	2.25	x
	2009	2.25	x



**Figura 4.** Se presenta la interacción de los factores tratamiento de calor de ½ min. de ebullición y tiempo de almacenamiento: sin almacenamiento, un año y 13 años para el CV de las semillas *Havardia acatlensis*.

Para conocer el efecto del calor húmedo de 15 seg. de ebullición con el factor almacenamiento a los niveles de 4 y 13 años; realice un último análisis factorial. Solamente para el CV ambos factores y la interacción resultaron con efectos significativos. La CG solamente tuvo diferencia en el factor de calor húmedo.

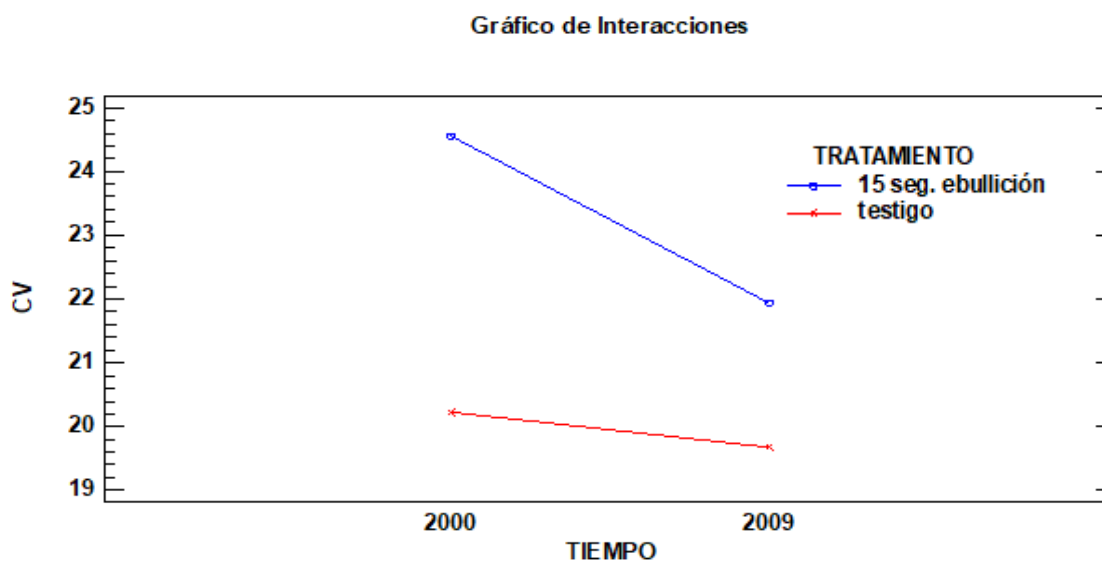
En la Tabla 9 se puede observar la diferencia de los tratamientos de 15 seg. de calor y de almacenamiento. La capacidad de germinación es mayor en las semillas a las que se les aplica 15 seg. de calor húmedo y con 13 años de almacenamiento, y lo mismo sucede con la velocidad de germinación, que es más rápida (Figura 5).

**Tabla 8.** Análisis de varianza factorial que muestra el efecto del tratamiento de calor húmedo de 15 seg. de ebullición (Factor 1), el tiempo de almacenamiento 4 y 13 años (Factor 2), en CG y en el CV de *Havardia acatlensis* ( $P < 0.05$ ).

	Factor 1		Factor 2		Interacción factor 1-2	
	F	P	F	P	F	P
CG	4.84	0.0398	0.67	0.4241	2.9	0.104
CV	15.46	0.0008	66.3	0.0000	6.62	0.0182

**Tabla 9.** Prueba de rangos múltiples (LSD 95%) para las semillas de *Havardia acatlensis* con tratamiento de 15 seg. de calor húmedo para las variables de respuesta de CG y CV para distintos tiempos de almacenamiento, 4 y 13 años.

Variable	Año	Media	Grupos homogéneos
CG	2000	2.0926	x
	2009	1.4797	x
CV	2000	20.8026	x
	2009	22.3939	x



**Figura 5.** Se presenta la interacción de los factores tratamiento de calor de 15 seg. de ebullición y tiempo de almacenamiento de los años 2000 y 2009 para CV de las semillas *Havardia acatlensis*.

Gracias a las diferencias significativas obtenidas podemos decir que los tratamientos pre-germinativos favorecen el comienzo de la germinación y aumentan la velocidad de la misma, sin embargo, no son necesarios para que la semilla germine, en sí solo ayudan a homogeneizar el proceso de germinación.

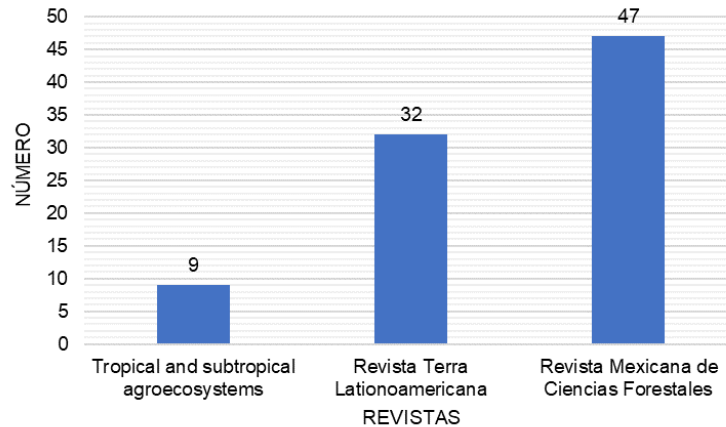
Además, la especie no muestra latencia y mantiene su viabilidad a lo largo del tiempo, incluso después de 13 años de congelación.

La consistencia en el mantenimiento de la viabilidad de las semillas de la especie a lo largo del tiempo son hallazgos significativos, y sugieren que las condiciones de almacenamiento y los tratamientos pre-germinativos pueden ser aspectos clave para considerar en la gestión y conservación *Havardia acatlensis*.

### **Búsqueda de artículos sobre temas de restauración en México**

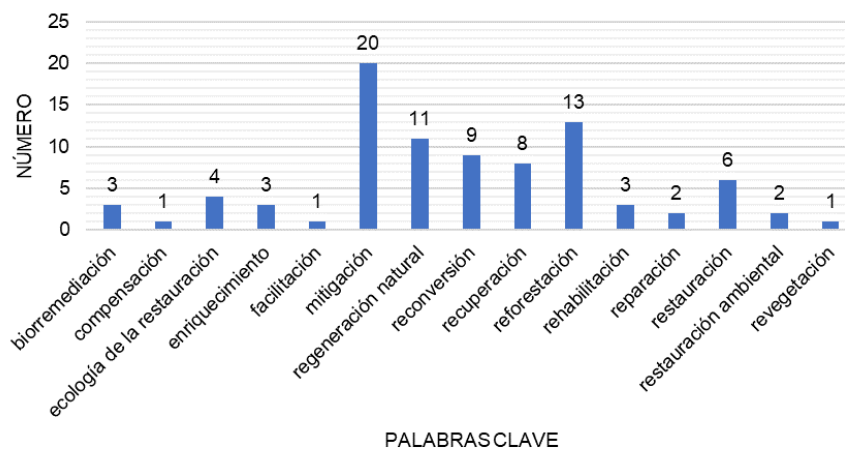
Aporté información al metaanálisis del Estado del Arte de la Restauración en México por medio de una búsqueda de artículos en 3 revistas nacionales e internacionales: Tropical and subtropical agroecosystems, Revista Terra Latinoamericana y Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Respecto a esta línea de investigación que se realiza en el proyecto de restauración ambiental, el primer objetivo de esta actividad es que mediante una serie de seminarios se analizarían y clasificarían los artículos encontrados, pero debido a la falta de tiempo ya no se pudieron realizar. Sin embargo, la información recabada sirvió para poder tener una vista previa de cuantos artículos hablan de este tema en cada una de las revistas, además de tener un pequeño panorama de la restauración en México en los años del 2016 al 2021 (Ver Anexo).

En la revista Tropical and subtropical agroecosystems se encontraron un total de 9 artículos, en la Revista Terra Latinoamerica se localizaron 32 y por último en la Revista Mexicana de Ciencias Forestales se obtuvo el mayor número de artículos con 47 (Figura 6).



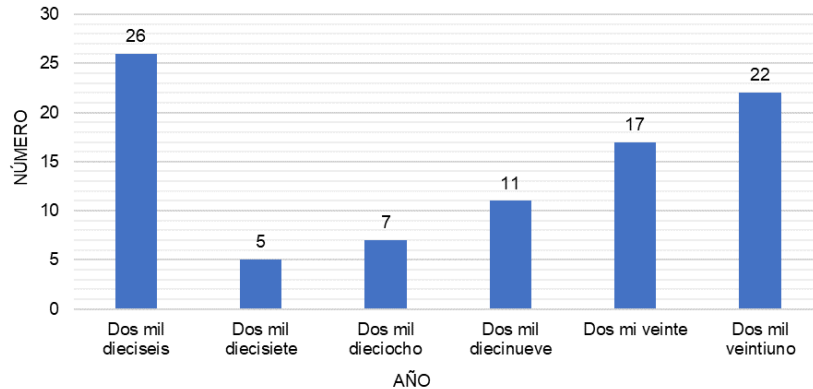
**Figura 6.** Número de artículos encontrados por cada una de las revistas.

La búsqueda fue guiada por una serie de palabras clave que fueron determinadas por la responsable del proyecto por su afinidad al tema de restauración ambiental, en la Figura 7 se puede observar cuantas fueron encontradas, siendo mitigación la más hallada con 20 artículos que la contienen y las palabras: compensación, facilitación y revegetación las que solo se localizaron una vez.



**Figura 7.** Número de artículos encontrados por palabra clave.

Por último, en la Figura 8 podemos observar cuantos artículos hay por año, se observa que el 2016 fue el año en que más artículos fueron encontrados y el 2017 con menos, curiosamente hubo un declive del 2016 al 2017 pero posteriormente fue aumentando de nuevo, aunque esto es una visión parcial ya que solo se esta hablando de 3 revistas, sería interesante saber si ocurre lo mismo en un tamaño de muestra más grande.



**Figura 9.** Número de revistas encontradas por año del 2016 al 2021.

## **IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL EN EL PROGRAMA O PROYECTO DE ADSCRIPCIÓN**

Las actividades del servicio social aportan al proyecto de “Evaluación de Estrategias de Rehabilitación en Cinco Comunidades Indígenas del Trópico Seco en la región “La Montaña” del Estado de Guerrero” información valiosa, principalmente con el análisis estadístico de la viabilidad de las semillas de la especie *Havardia acatlensis*. Los resultados son una valiosa contribución para la conservación de germoplasma de especies nativas y endémicas en la región de la Montaña de Guerrero; así mismo la información obtenida puede ayudar significativamente a la preservación y restauración de los ecosistemas locales por medio de la propagación en viveros, ya que permite la producción eficiente de plantas nativas para su reintroducción en áreas degradadas o afectadas.

En relación con la búsqueda de artículos sobre experiencias de restauración en México, se obtuvo un panorama general sobre los proyectos de restauración que se llevaron a cabo dentro del país en ese periodo de tiempo.

## **APRENDIZAJE Y HABILIDADES OBTENIDAS DURANTE EL DESARROLLO DEL SERVICIO SOCIAL**

En general el estudio teórico de diversos temas me permitió fortalecer el conocimiento que tenía de éstos, como la restauración, la región de la montaña de

Guerrero, la selva baja caducifolia y la germinación y viabilidad de las semillas de especies nativas de la montaña de Guerrero, el análisis estadístico.

La capacitación para el manejo estadístico de los datos de germinación me ayudo a reforzar los escasos conocimientos que tenía acerca de la estadística descriptiva y paramétrica, para así poder manejar la base de datos de la germinación de semillas para la especie *Havardia acatlensis*. También, aprendí de forma básica a manejar el programa Statgraphics Centurion X64 en su versión gratuita.

La búsqueda de artículos científicos sobre restauración ambiental en México, me ayudo a aprender más acerca de los términos que se usan para referirse a la restauración en nuestro país y a tener un acercamiento de cómo se encontraba la restauración en nuestro país de 2016 a 2021.

## **FUNDAMENTO DE LAS ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL**

Los problemas actuales del ámbito ambiental necesitan más investigaciones e información, en este caso en temas sobre la viabilidad de semillas geminadas de la Montaña de Guerrero, específicamente de especies de leguminosas nativas de la región; ya que esta información les servirá a las comunidades de la montaña.

En cuanto a la búsqueda de artículos descubrí que en muchas ocasiones solo se mencionan palabras clave que no hacen alusión precisamente a la restauración si no a trabajos de producción y mantenimiento de áreas verdes, por ende, se puede deducir que hace falta más investigación y proyectos que hagan realmente restauración ecológica en México.

Al ser una Universidad con educación modular, me permitió ver diversos temas de manera interdisciplinaria, pero también existe una controversia, al ver tantos temas desde diferentes perspectivas, en muchas ocasiones no pude profundizar en un área. Por lo tanto, el adentrarme a temas específicos que engloban lo aprendido en los últimos dos trimestres, me complementa académica y profesionalmente para poder tener más herramientas.

Al mismo tiempo, las actividades que desarrollé en el servicio social me siguen invitando a la investigación y constante actualización en los temas a desarrollar para fomentar un pensamiento crítico. Así mismo, me seguí formando (en línea) en habilidades, competencias y conocimientos que me permitirán participar en el diagnóstico, gestión y planeación del uso, conservación y restauración de los recursos naturales, tal como lo dice la misión de la carrera en biología.

## REFERENCIAS

- Carabias, J., Arriaga, V. y Cervantes, V. (1994). Los recursos naturales de México y el desarrollo. En: Pascual-Moncayo, P. y Woldenberg, J. (Coord.). Desarrollo y medio ambiente. *Cal y Arena*. 303-345.
- Cardona, O. R. (2003). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Consultado el: 19/02/2021  
Recuperado de:  
<http://www.desenredando.org/public/23articulos/2003/rmhcvr/>
- Cervantes, V., Arriaga, V., Meave, J. y Carabias, J. (1998). Growth analysis of nine multipurpose woody legumes native from southern Mexico. *Forest Ecology and Management*. 110:329-341.
- Cervantes, V., Carabias, J. y Vázquez-Yanes, C. (1996). Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern Mexico. *Forest Ecology and Management*. 82: 171-184.
- Cervantes, V., López, M., Salas, N. y Hernández, G. (2000). Técnicas para Propagar Especies Nativas de Selva Baja Caducifolia y Criterios para Establecer Áreas de Reforestación. Programa Nacional de Reforestación. SEMARNAP.
- Cervantes-Gutiérrez, V., Méndez-Ramírez, I., Roldán-Aragón, I. E., Chimal-Hernández, A., Arriaga-Martínez, V. y Carabias-Lillo, J. (2017). Vegetation of tropical dry forest in a landscape with chronic disturbance: the case of the indigenous community of San Nicolas Zoyatlán (Guerrero, México). *Botanical Sciences*. 95 (3): 433-459.

- González-Zertuche, L. y Orozco-Segovia, A. 1996. Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. Boletín de la Sociedad Botánica de México 58: 15-30.
- Landa, R., Carabias, J. y Meave, J. (1997). Deterioro ambiental, una propuesta conceptual para zonas rurales de México. Economía, sociedad y territorio. *El colegio mexiquense*. 1 (2): 203-223.
- Pérez, K. R., Hernández, Y. F. y Toledo, C. M. (1998). Análisis espacial de los aspectos demográficos, agrarios y ambientales de tres municipios de La Montaña de Guerrero. *Investigaciones geográficas*. UNAM. 37: 37-58.
- Randolph. (2004). Environmental planning. *Environmental Land Use Planning and management*. 16-35.
- Salgado-Terrones, O., Borda-Niño, M. y Ceccon, E. (2017). Uso y disponibilidad de leña en la región de La Montaña en el estado de Guerrero y sus implicaciones en la unidad ambiental. *Madera y bosques*. 23 (3): 121-135.
- Vargas, O. (2011). Restauración ecológica: Biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*. 16(2): 221-246.
- Vázquez, C., Orozco, A., Rojas, M., Sánchez, M. E. y Cervantes, V. (2007). La reproducción de las plantas: semillas y meristemos. La ciencia para todos. Biblioteca digital. [En línea]. Consultado el 28/01/2021. Recuperado de: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec\\_5.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_5.htm)
- Zeberio, J. y Pérez, C. (2020). Tratamientos pregerminativos en especies leñosas del monte Patagónico para su uso en restauración ecológica. *Foresta Veracruzana*. 1 (22): 11-19.



# Anexo

Revista	Revista Terra Latinoamericana		
No. Artículos	32		
Título	Año	Autor	Palabras clave
Almacén y dinámica del carbono orgánico del suelo en bosques templados de México.	2016	Leopoldo G. Natural	regeneration
Potencial de mimosas púg para restaurar suelos contaminados con antraceno y fenantreno	2020	Valentín Pá	bioremediation
Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano	2016	Alfonso Lui	bioremediation
Almacenes y dinámica del carbono orgánico en ecosistemas forestales tropicales de México	2016	Julio Camp	restoration ecology
Estrategias para reducir las emisiones de GEI en agostaderos semáridos de México	2016	Heriberto D.	restoration ecology
Dinámica del carbono (almacenes y flujos en manglares de México)	2016	Jorge A. He	restoration ecology
Bacterias rizosféricas con beneficios potenciales en la agricultura	2020	Antonio Vel	facilitation
Biochar [biochar]: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo	2016	Ariadna Esc	mitigation
Carbono edáfico en Chiapas: planteamiento de políticas públicas de mitigación de emisiones	2016	Sara Covak	mitigation
Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México	2016	Vinisa Sagn	mitigation
Desempeño del modelo RothC-26.3 a nivel de parcela en México	2016	Luella Gonz	mitigation
Género, cambio climático y redd: experiencias en el tiempo	2016	María del F.	mitigation
Distribución espacial y temporal del carbono orgánico del suelo en los ecosistemas terrestres de México	2016	Fernando P.	mitigation
Neutralizar la degradación de las tierras, una aspiración global. ¿Es posible lograrlo en México?	2016	Armando L.	mitigation
Cambio climático, ensaltramiento de suelos y producción agrícola en áreas de riego	2016	Leonardo P.	mitigation
Disipación de glifosato en suelos de viñedos en Sonora, México	2016	Norma J. Si	recovery
Soil respiration in Mexico: Advances and future directions	2016	Alejandro C.	recovery
Quitting capacity of the chitosan over the soluble arsenic in two fluvisols from an arid zone of Mexico	2020	Karla Janet	recovery
Distribución a profundidad del carbono orgánico en los suelos de México	2016	Fernando P.	recovery
Biochar effect, mycorrhizae and Guazuma ulmifolia, in early mining soil rehabilitation stages	2021	Laura Janet	rehabilitation
Cambios químicos y biológicos del suelo provocados por Pteridium aquilinum (L.) Kuhn en áreas de influencia de la reserva de la biosfera de Calakmul, Campeche	2020	Carlos Vald	rehabilitation
Organic carbon concentrations in the woodland and soils of the protected natural area "El Faro" in Tlalmanalco, Estado de México	2020	Oscar Canc	restoration
Carbono orgánico en suelos agrícolas de México: Investigación y políticas públicas	2016	Helena Cool	restoration
Bosques y suelos en el contexto de REDD+. Entre gobierno y gobernanza en México	2016	Antoine Libi	revegetation
Servicios ambientales: Elementos para el desarrollo de un marco jurídico	2016	María Elena	restauración ambiental
Land use change model in Carmen-Fajonal-Machóna lagoon system, Mexico	2021	Rodmimo R.	restauración ambiental
Grain yield and population densities of new corn hybrids released by the INIFAP and UNAM for the High Valleys of Mexico	2020	Margarita T.	restauración
Análisis técnico y económico del diseño de un sistema de riego a hidatante parcelario utilizando el método por turnos y la técnica de Clement	2016	Bartolomé I.	reparación
Manejo agronómico de los Vertisoles en México: una revisión	2016	Carlos Albe	rehabilitación
Modelación simple y operativa de la distribución del carbono orgánico por fracciones físicas en los suelos	2016	Fernando P.	recuperación
Captación de amonio en Zeolita al incubarse con gallinaza y residuos de codorniz	2016	Sara Guadi	recuperación
Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo	2016	Martín A. B.	enriquecimiento

Revista	Revista Mexicana de Ciencias Forestales		
No. Artículos	47		
Título	Año	Autor	Palabras clave
Análisis multitemporal del cambio en la cobertura del suelo en la Mixteca Alta Oaxaqueña	2021	Rufino Sandi	Ecología de la restauración
Tecnologías agroforestales para una Selva Baja Caducifolia propuesta metodológica	2019	Patricia Ruiz	Enriquecimiento
Sistemas silvopastoril de cosecha y acarreo como alternativa para la producción ovina sostenible en el trópico húmedo	2021	Erika Belem	Mitigación
Influencia de la cobertura, pendiente y profundidad, sobre el carbono y nitrógeno del suelo	2018	Susana Mad	Mitigación
Análisis multitemporal del uso del suelo y vegetación en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey	2021	Rufino Sandi	Mitigación
Potencial de almacenamiento de carbono en áreas forestales en un sistema ganadero	2018	Deb Raj Ary	Mitigación
Reconstrucción dendrohidrológica de escurrimientos en la subregión hidrológica Coahuayana, estado de Jalisco	2021	José Villan	Mitigación
Ecuaciones alométricas, biomasa y carbono en plantaciones forestales tropicales en la costa de Jalisco	2021	J. Trinidad	Mitigación
Cambios en la cobertura y uso del suelo en la región de Soconusco, Chiapas	2021	Rosa Elena E	Mitigación
Escurrimiento y producción de sedimentos en encarnes incendiados de la Sierra Madre Oriental, México	2018	Alberto Váz	Mitigación
Ecuaciones alométricas para estimar carbono en bromelias de Pinus hartwegii Lindl.	2020	José Efraín I	Mitigación
Estimación de biomasa aérea en Pinus cembroides Zucc. Y Pinus halapensis Mill. En Sattilo, Coahuila	2018	Pablo Harroc	Mitigación
Brosimum alicastrum Swartz como alternativa para la reconversión productiva de áreas agro-silvopastoriles en Campeche	2020	Alberto Sant	Reconversión
Áreas potenciales para plantaciones forestales con Brosimum alicastrum Sw. con fines de restauración	2018	H. Jesús Mui	Reconversión
Tendencia histórica de la producción maderable en el México contemporáneo (ensayo)	2017	Miguel Cabal	Reconversión
Potencial de reforestación de seis especies de pino para la restauración de zonas degradadas	2019	Andrés Flor	Reforestación
Morfotipos de ectomicorizas en una cronosecuencia de rodales de Pinus patula Schiede ex Schtdl. & Cham. En la zona este de México	2021	Yajaira Baez	Reforestación
Supervivencia y crecimiento de Pinus engelmannii Carr. En una reforestación por micorrización y fertilización	2021	Silvia Saicid	Reforestación
Potencial de restauración de bosques de coníferas en zonas de movimiento de germoplasma en México	2021	Andrés Flor	Reforestación
Calidad de planta de seis especies del género Pinus producidas en bolsas de polietileno	2020	Tomás Pined	Reforestación
Estado del arte de la investigación sobre calidad de planta del género Pinus en México	2019	Sebastián Es	Reforestación
Nutrición inicial en una reforestación de Juniperus deppeana Steud. Y su capacidad de rebrote posincendio	2020	Pedro Sinal	F Reforestación
Valoración económica del Servicio Ambiental a través del modelo tipo subaste en los Prismas Basálticos, Hidalgo	2019	Rubén Monr	Reforestación
Selección fenotípica y características reproductivas de Pinus pseudostrabus var. Oaxacana (Mirov) S. G. Harrison	2020	Rey David A	Reforestación
Factores ambientales y físicos que afectan la supervivencia de siete especies forestales en el Estado de México	2021	Juan Manuel	Reforestación
Sustratos de base de aserrín crudo con fertilización y la calidad de planta de Pinus cooperi Blanco en vivero	2018	María Mónica	Reforestación
Cosecha de madera de 20 coníferas en zonas de movimiento de germoplasma	2021	Andrés Flor	Reforestación
Regeneración natural de pino y encino bajo diferentes niveles de perturbación por incendios forestales	2021	Ana Graciela	Regeneración natural
Diversidad y estructura vertical del bosque de pino-encino en Guadalupe y Calvo, Chihuahua	2019	Samuel Albe	Regeneración natural
Dinámica de cambios de uso de suelo y vegetación por actividades antropogénicas en Zaachila, Oaxaca	2021	María Jesús	Regeneración natural
Revisión sobre la distribución y conservación de Taxus globosa Schtdl. (Taxaceae) en México	2019	Liliana Muñoz	Regeneración natural
Efecto de la corta de matorrasa en la diversidad de la regeneración arbórea en Durango, México	2021	Yadira Yese	Regeneración natural
Dinámica forestal y uso de suelo en las cuencas que integran al municipio Tomatlán, Jalisco	2019	Jesús Eduar	Regeneración natural
Morfogénesis in vitro de brotes adventicios del pinabete mexicano Pseudotsuga menziesii	2019	Florencia Ga	Regeneración natural
Selección de árboles semilleros de Juglans pyriformis Liebm. En poblaciones naturales de Coatepec Coahuatlantla, Veracruz	2016	Eunice Ortiz	Regeneración natural
Características estructurales y demográficas de Juniperus deppeana Steud. En dos localidades del estado de Tlaxcala	2020	Laura Gabrie	Regeneración natural
Recuperación del estrato arboreo de un ecosistema de alta montaña impactado por el fuego	2017	José Israel L.	Recuperación
Diversidad y carbono almacenado en el área forestal permanente de álvaro Obregón, Calakmul, Campeche	2017	Ligia Guadalu	Recuperación
Toxicidad del plomo en la germinación y el crecimiento de plántulas de Parkinsonia aculeata L.	2021	Manuel Artur	Recuperación
Valoración económica de los servicios ambientales del Monte Tláloc, Texcoco, Estado de México	2020	Martín Lugo	Recuperación
Aprovechamiento forestal y diversidad arbórea en seis ejidos de Quintana Roo	2020	Efraín Aguirr	Recuperación
Valoración de servicios ambientales y recreativos del Bosque de San Juan de Aragón, Ciudad de México	2019	Hiram Susar	Recuperación
La sobre-exposición de POCSPA del álamo promueve un mayor potencial para la fitorremediación de PCB	2020	Gabriela Oro	Reparación
Factores que influyen en la erosión hídrica del suelo en un bosque templado	2020	Mosés María	Restauración
Supervivencia y crecimiento de Pinus pseudostrabus Lindl., y Pinus montezumae Lamb. En diferentes fechas de plantación	2018	Rubén Barre	Restauración
Distribución y conservación de Quercus oleoides Schtdl. & Cham. En la reserva de la biosfera Sierra del Abra Tanchipa	2019	Luis Enrique	Restauración
Diversidad genética y conservación de pinus nativos de la cuenca del río Cupatitzio, en Michoacán	2019	Etebina Ram	Restauración

Revista	Tropical and subtropical agroecosystems		
No. Artículos	3		
Título	Año	Autores	Palabras clave
Efecto de la inoculación de Rhodococcus fascians y Azospirillum halopraeferens en la germinación de palo fierro (Olinyea tesota A. Gray) en condiciones de invernadero	2017	Edgar O. Pl.	afforestation
Biodegradación de vinazas de caña de azúcar mediante el hongo de pudrición blanca Pleurotus ostreatus en un receptor de lecho empacado	2016	V. A. Tapie,	bioremediation
Desprendimiento de estructuras de fruta en algodón: factores, compensación y prevención	2017	Muhammad	compensation
Anatomía de un cenote con el uso de dron	2021	Nefelaly Gijó	enrichment
Impacto del cambio climático sobre la producción de café	2020	Jesús Guer	mitigation
Estimación de emisión de metano entérico en sistemas de producción de leche bovina en pequeña escala bajo diferentes estrategias de alimentación	2021	Sisley Carril	mitigation
Palma de aceite, reconversión productiva y respuestas campesinas en el uso del suelo	2021	Ricardo Isa	reconversion
Estructura y diversidad arbórea en tres sistemas de manejo de la tierra en Palmagitan, Sierra Norte de Puebla	2021	Erika Daniel	natural regeneration
Abono verde y fertilización mineral. Efecto residual en la producción de materia seca, extracción y eficiencia de recuperación de nutrientes en dos cultivos sucesivos	2021	Nain Peralt	recovery