



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**

**“Apoyo a las actividades de evaluación de  
estrategias de Rehabilitación en Ecosistemas  
culturales del trópico Seco en la región “La  
montaña”, estado de Guerrero”**

QUE PRESENTA LA ALUMNA

**JANETT VENEGAS MARTÍNEZ**

Matricula

2163063912

Asesora:

Dra. Virginia Cervantes Gutiérrez

DEHA, UAM-X (No. Económico:34406)

Ciudad de México

Noviembre, 2023

## RESUMEN

El servicio social fue realizado en la modalidad de actividades relacionadas con la profesión en el proyecto “Evaluación de Estrategias de Rehabilitación en Cinco Comunidades Indígenas del trópico Seco en la Región La Montaña del Estado de Guerrero. Dentro de las actividades planeadas, se tomó un curso teórico-práctico de estadística paramétrica, orientado al análisis de la germinación de semillas en su mayoría de leguminosas. Posteriormente se procedió a sistematizar los datos de germinación en una base de datos diseñada y alimentada por el Proyecto de Restauración. Se realizaron pruebas estadísticas para la especie *Leucaena esculenta*, morfo vaina larga (V/L), nativa a la región de estudio. La finalidad fue evaluar si las semillas siguen siendo viables después de haber sido almacenadas por varios años bajo condiciones de almacenamiento controlado; para ello se aplicaron diferentes tratamientos de calor húmedo (15, 30 y 60 segundos) a semillas bajo diferentes tiempos de almacenamiento.

Los análisis de varianza mostraron que existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. Las semillas presentaron la mayor capacidad y velocidad de germinación con la aplicación de los tratamientos de 30 y 60 segundos de calor húmedo, independientemente de los tiempos de almacenamiento. Esto implica que las semillas siguen vivas después de 22 años de almacenamiento bajo condiciones de congelación, ya que responden favorablemente a los tratamientos, aun estando en condiciones ajenas a donde viven normalmente.

También participé en el estudio del Estado del Arte de la Restauración en México, para este metaanálisis realicé la búsqueda de artículos científicos referentes a la restauración y desarrollados en el país, para ello seguí una serie de pasos; navegue en portales científicos, con una búsqueda profunda y bajo una serie de criterios específicos; recopile un total de 42 artículos en 4 revistas.

**Palabras clave:** almacenamiento de semillas, tratamientos pregerminativos, *Leucaena esculenta*, restauración ambiental.

# ÍNDICE

<b>I. MARCO INSTITUCIONAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>4</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>III. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....</b>	<b>6</b>
<b>IV. UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....</b>	<b>7</b>
<b>V. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>9</b>
<b>VI. IMPACTO DE LAS ACTIIDADES DEL SERVICIO SOCIAL EN EL PROGRAMA O PROYECTO DE ADSCRIPCIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>VII. APRENDIZAJE Y HABILIDADES OBTENIDAD DURANTE EL DESARROLLO DEL SERVICIO SOCIAL .....</b>	<b>27</b>
<b>VIII. REFERENCIAS .....</b>	<b>29</b>

## **I. MARCO INSTITUCIONAL DEL PROYECTO**

El servicio social se desarrolló en la opción de actividades relacionadas con la profesión realizando actividades programadas dentro del Proyecto: “Evaluación de Estrategias de Rehabilitación en Cinco Comunidades Indígenas del trópico Seco en la Región La Montaña del Estado de Guerrero”, adscrito al Departamento el Hombre y su ambiente de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco (UAM-X).

## **II. INTRODUCCIÓN**

La coexistencia del ser humano con el medio que lo rodea ha propiciado la búsqueda de formas de aprovechamiento para satisfacer sus necesidades, pero un manejo irracional de los recursos naturales existentes, actualmente dado por la magnitud de su influencia e impactos de sus acciones sobre los ecosistemas han propiciado la perturbación y el agotamiento de éstos (Macera, 2006). En la búsqueda de un aprovechamiento de los ecosistemas no se puede establecer que la naturaleza quede en un estado intacto, pero es recomendable la aplicación de un manejo de ecosistemas que equilibre el bienestar de ambas partes.

Las actividades humanas tales como la deforestación, el sobrepastoreo y la minería son causas principales de la degradación del suelo en los paisajes tropicales (Lamb *et al.*, 2005). La degradación de los suelos conlleva cambios graduales o sutiles que reducen su salud ecológica y su integridad. Para controlarla, se busca la restauración de su productividad biológica con actividades de rehabilitación en ecosistemas degradados. Al rehabilitarlo se pretende que su productividad biológica mejore, y con ello pueda aumentar la producción en beneficio de las poblaciones que habitan en cercanía a las zonas degradadas (Borda *et al.*, 2016).

La restauración ecológica (RE) busca resarcir el daño ocasionado por actividades directas o indirectas del ser humano, sobre los ecosistemas nativos (SER, 2004). La colaboración entre científicos y habitantes de las comunidades locales permite tomar medidas para contrarrestar el daño. En los sistemas socio-ecológicos la recuperación del medio es fundamental debido a la dependencia que el ser humano

tiene sobre los bienes y servicios ambientales que brindan los recursos naturales (Cervantes *et al.*, 2014).

El establecimiento de viveros en sitios con procesos de degradación en sus ecosistemas da la oportunidad de realizar una producción masiva de material vegetativo con especies nativas a la región de estudio, pero, además, que sean de utilidad para los habitantes. En estos sitios se permite monitorear el crecimiento de las plántulas en su etapa más indefensa, ya que en el exterior se encuentran expuestas a condiciones del medio que pueden llevar a debilitar su desarrollo y su viabilidad (Arriaga *et al.*, 1994).

Utilizar especies nativas es una manera de propiciar el interés de la población local para reforestar con plantas que les proporcionen algún beneficio. A largo plazo, esto podría favorecer la creación de bancos de germoplasma que funcionen como colectas activas en las comunidades, lo que va a permitir la preservación, propagación y manejo de especies nativas del sitio (Arriaga *et al.*, 1994).

En las plantas la semilla es la principal estructura reproductiva que desempeña las funciones de renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de las plantas, la regeneración de los bosques y la sucesión ecológica. Estas semillas poseen características estructurales propias que les van a brindar la capacidad de ser almacenadas por periodos largos de tiempo o no. El estado de latencia es lo que permite que una semilla soporte las condiciones de almacenamiento, pero no todas las semillas tienen esta cualidad (Vázquez-Yanes *et al.*, 2007)

Conocer el proceso para producir plantas nativas, cómo se deben almacenar las semillas y cómo se preparan para siembras posteriores, es medular para cualquier actividad de restauración ambiental. Adicionalmente, un estudio sobre el estado del arte de la restauración en nuestro país por medio de la realización de un metaanálisis permitirá realizar una documentación con la cual se podrá trascender reflexivamente para construir un orden coherente y claro sobre los tipos de acciones de restauración que se realizan en México. En ambos aspectos radica la importancia de mi servicio social, porque participé en el proyecto con el desarrollo de actividades en ambas líneas de investigación.

### III. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El proyecto “Evaluación de Estrategias de Rehabilitación en Cinco Comunidades Indígenas del Trópico Seco en la Región de la Montaña del Estado de Guerrero” ha realizado investigaciones sobre restauración ambiental con un equipo interdisciplinario, con la finalidad de conocer tanto las causas de éxito o fracaso de las estrategias de rehabilitación implementadas por el proyecto en distintas localidades de la Montaña de Guerrero, como el costo-beneficio ambiental, social y económico que han derivado de ellas (Cervantes *et al.*, 2008). Esto con la intención de contrarrestar deficiencias en actividades de mejoramiento del ambiente implementadas por instituciones gubernamentales, cuyos resultados han sido poco documentados y con una deficiencia en los mecanismos de evaluación.

En el año de 1995 se diseñaron e iniciaron estrategias de rehabilitación en las áreas rurales del trópico seco mexicano. Inicialmente se llevó a cabo en la comunidad de San Nicolás Zoyatlan (municipio de Xalpatláhuac). En ellas se realizó una identificación del estado actual del sistema, la identificación de los factores de disturbio del pasado y actuales, la definición de objetivos de la restauración, el diseño y establecimiento de estrategias de restauración y la evaluación de las estrategias de restauración (Cervantes, 2005).

La experiencia de plantear el esquema metodológico y recopilar la información obtenida en la comunidad de San Nicolás Zoyatlan fue la aportación que permitió extender las estrategias de rehabilitación, con sus respectivas adecuaciones, a otras cuatro comunidades de la región La Montaña, Guerrero: Barranca del Oate, Barrio de las Mesitas, Paraje Tetelzin y Tenango Tepexi, que si bien tienen características ambientales compartidas y problemas de degradación similares, se diferencian en las formas de tenencia de la tierra y en su organización comunitaria (Cervantes *et al.*, 2014).

Se establecieron viveros comunitarios en las comunidades de San Nicolás Zoyatlan, Tlapa y Alcozauca, entre 1995 y 1998, donde se propagaron 22 especies nativas de la selva baja caducifolia de la región La Montaña, de los géneros Acacia, Agave,

Diphysa, Erythrina, Eysenhardtia, Gliricidia, Harvadia, Leucena, Lysiloma, Mimosa, Pithecellobium y Prosopis (Cervantes, 2005).

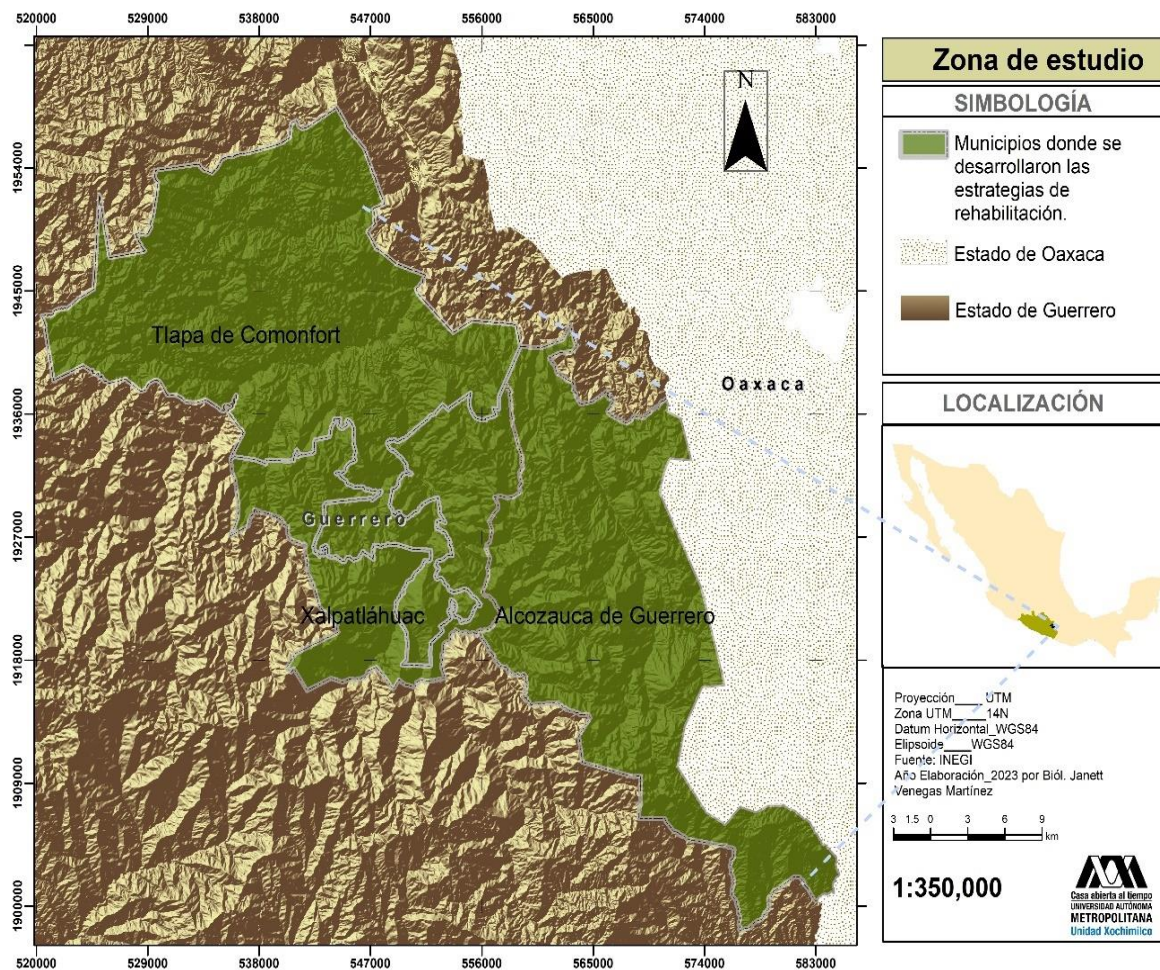
#### **IV. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

El proyecto se desarrolla en cinco comunidades indígenas pertenecientes a tres municipios de la región de “La Montaña” en el estado de Guerrero; Xalpatlahuac, Tlapa de Comonfort y Alcozauca de Guerrero (Figura 1). En esta región se extiende un tipo de ecosistema que está ampliamente representado en nuestro país, el Bosque Tropical Caducifolio. La característica más sobresaliente de estas comunidades caducifolias es la estacionalidad, que se relaciona con los cambios de la precipitación a lo largo del año. Se notan dos condiciones contrastantes asociadas a la disponibilidad de humedad en la época del año; la húmeda, en donde la vegetación luce su follaje, y la seca, en donde las plantas lo pierden (Trejo, 1998). Los datos de germinación que se trabajaron son de la especie *Leucaena esculenta*, morfo vaina larga (V/L). Las semillas se colectaron en ese tipo de vegetación y son utilizadas para la restauración en localidades de la región “La Montaña”.

De acuerdo con Cervantes y colaboradores (2001), algunos aspectos generales de la especie es que es considerada polivalente, porque se obtienen diferentes productos de ésta: madera, celulosa, carbón y leña, además ayuda al mejoramiento del suelo y da sombra.

Para la recolección de semillas los frutos pueden recolectarse desde principios de febrero, ya que las semillas ya se encuentran fisiológicamente maduras, hasta la segunda de marzo, lo más recomendable es realizar la colecta en la última semana del mes de febrero. Esta se realiza en forma manual y directamente de los individuos, las vainas se depositan en bolsas de manta y se llevan al vivero. Como los frutos son dehiscentes (se abren de una forma espontánea para liberar su contenido) la extracción de las semillas se puede realizar manualmente, o golpeando el costal con las vainas para que éstas se abran y liberen los propágulos. Las semillas sanas tienen coloración café rojizo y son compresas circulares, con un tamaño promedio de 6 x 8 mm. Al estar limpias se colocan en bolsas de papel bajo

la sombra para que terminen de secarse, entre 15 y 30 días. Este tipo de semillas son ortodoxas, tiene una germinación epigea y presentan polimorfismo germinativo, de un lote de semillas el 60 % tiene latencia y el 40% no la presenta (CONABIO-SIRE: PRONARE, 2001-2005; Cervantes *et al.*, 2001).



**Figura 1.** Ubicación de los municipios de las comunidades indígenas del trópico seco donde se desarrollaron las estrategias de rehabilitación, en la región La Montaña, Guerrero (Elaboración propia con ArcMap 10.6).



## V. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del proyecto es realizar una evaluación ambiental, social y económica del impacto de las estrategias de rehabilitación realizadas entre 1996 y 1999 en terrenos de cinco comunidades de la zona cálida y semicálida subhúmeda de la región de La montaña, Guerrero, con la finalidad de elegir los criterios e indicadores que permitan calificar el proceso de recuperación del ambiente natural productivo.

Las actividades realizadas en el servicio social aportaron datos rigurosos con fundamento en la estadística paramétrica, para determinar si las semillas siguen siendo viables bajo los diferentes tiempos de almacenamiento (0, 1, 4 y 22 años); así como cuál sería el mejor tratamiento pregerminativo que se debe aplicar a las semillas. Respecto a las actividades del metaanálisis se aportaron información que contribuirá a analizar y discutir la situación actual del estado del arte de la restauración en México.

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

### PLAN DE TRABAJO DE LAS ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Las actividades comprometidas se presentan en la siguiente tabla y se explican con mayor detalle a continuación.

*Tabla 1. Actividades realizadas durante el servicio social.*

ACTIVIDADES	FECHA	CUMPLIMIENTO	LUGAR
Tomar el Curso teórico-práctico de estadística paramétrica	Mayo/2021- Noviembre/2021	REALIZADA	Sesiones acordadas, con modalidad de trabajo remoto,
Evaluación de viabilidad de las semillas bajo diferentes	Junio/2021	REALIZADA	

tratamientos pregerminativos y tiempos de almacenamiento.			debido a la emergencia sanitaria <b>SARS-CoV2 (COVID-19)</b>
Análisis de resultados con los fundamentos de la ecología aplicada en la germinación de semillas.	Enero/2022- Marzo/2022	REALIZADA	
Metaanálisis sobre el estado del arte de la restauración en México.	Agosto/2021 – Noviembre/2021	Parcial, solamente se realizó la búsqueda de artículos.	

Las actividades planeadas para el servicio social se desarrollaron en sesiones acordadas previamente, con modalidad de trabajo remoto, debido a la emergencia sanitaria **SARS-CoV2 (COVID-19)**. No fue posible participar en los seminarios de discusión del Metaanálisis, debido a percances con el tiempo.

### **Curso teórico-práctico de estadística paramétrica.**

Se tomó un curso teórico-práctico de estadística paramétrica, orientado al análisis de la germinación de semillas, las especies trabajadas son leguminosas cuyas procedencias son de comunidades de la región “La Montaña”, Guerrero. Estos datos se encuentran, almacenados en una base de datos diseñada y alimentada por el Proyecto de Restauración. El curso fue impartido por la Dra. María Ivonne Reyes Ortega, en éste se repasaron temas como diseño experimental, análisis de varianza, intervalos de confianza, análisis de regresión lineal simple: para reforzar el conocimiento se realizaron, ejercicios de clase en el programa Excel de Microsoft. Se aplicaron los conocimientos adquiridos en una base de datos específica de la especie *Leucaena esculenta*, morfo vaina larga (V/L), una leguminosa utilizada en el Proyecto de Restauración, cuyas semillas fueron almacenadas en condiciones de congelación durante varios años (Tabla 2).

## Diseño experimental

**Tabla 2.** Estructura del diseño experimental de *Leucaena esculenta* V/L (guaje colorado) desarrollado por V. Cervantes. seg = segundos.

ESPECIE	SITIO DE PROCEDENCIA	COLECTA	TRATAMIENTOS	FECHA DE SIEMBRA	DISEÑO
<i>Leucaena esculenta</i> , morfo vaina larga (guaje colorado)	San Nicolás Zoyatlan	03/02/1996	<b>SIEMBRA 1 (sin almacenamiento)</b>	14/05/1996	SIEMBRA 1
			T1 - Testigo T2 - 30 seg calor húmedo T3 - 60 seg calor húmedo		Tamaño Muestra =100 4 repeticiones de 25 semillas/tratamiento
			<b>SIEMBRA 2 (1 año de almacenamiento)</b>	12/05/1997	SIEMBRA 2
			T1 - Testigo T2 - 30 seg calor húmedo		Tamaño Muestra = 100 4 repeticiones de 25 semillas/tratamiento
			<b>SIEMBRA 3 (4 años de almacenamiento)</b>	3: 28/01/2000 (T1, T2) 3: 14/03/2000 (T3)	SIEMBRA 3
			T1 - Testigo T2 - 30 seg calor húmedo T3 - 60 seg calor húmedo		Tamaño Muestra = 200 4 repeticiones de 50 semillas/tratamiento
			<b>SIEMBRA 4 (22 años de almacenamiento)</b>	01/04/2018	SIEMBRA 4
			T1 - Testigo T2 - 30 seg calor húmedo T3 - 60 seg calor húmedo		Tamaño Muestra = 150 5 repeticiones de 30 semillas/tratamiento

Con esta información realicé la sistematización de datos por cada año de siembra y posteriormente el cálculo de los índices de germinación, que se obtuvieron de acuerdo con Zertuche y Orozco (1993); esta base me permitió realizar los análisis estadísticos correspondientes. Los índices utilizados se especifican a continuación.

- Capacidad de germinación: es el porcentaje máximo de semillas que germina en un periodo de tiempo determinado; generalmente se representa gráficamente en porcentaje acumulado.
- Germinación diaria: es el número de semillas que germinan cada día.
- Coeficiente de velocidad (Kotowski, 1926): es un índice que se basa en el número de semillas germinadas inversamente relacionado con el tiempo y el número de semillas germinadas por día.

- Tiempo de latencia o lag time (LT): es el tiempo medido en días necesarios para que inicie la germinación de una semilla.
- El tiempo promedio de germinación (Come, 1968), es una medida que indica el tiempo promedio necesario para que las semillas germinen.

Para establecer los análisis estadísticos que se realizarían y las variables de respuesta a utilizar se siguieron los siguientes pasos:

1. Se calcularon los índices acordados: Capacidad de germinación (CG%); Coeficiente de velocidad (CV%), Lag Time (LT) y Tiempo promedio de germinación (TG).
2. Se realizaron los análisis exploratorios de los índices CG%, CV%, LT y TG a las siembras realizadas por año y por tratamiento, en el programa Excel de Microsoft.
3. También se calculó el Arcoseno para los valores obtenidos en porcentaje de los índices CG% y CV%, con la finalidad de estandarizar los datos y cumplir con los requisitos de los análisis de varianza respecto a la homogeneidad de varianzas (homocedasticidad).
4. Se organizaron las bases de datos de los índices acordados para ingresarlos al programa estadístico.

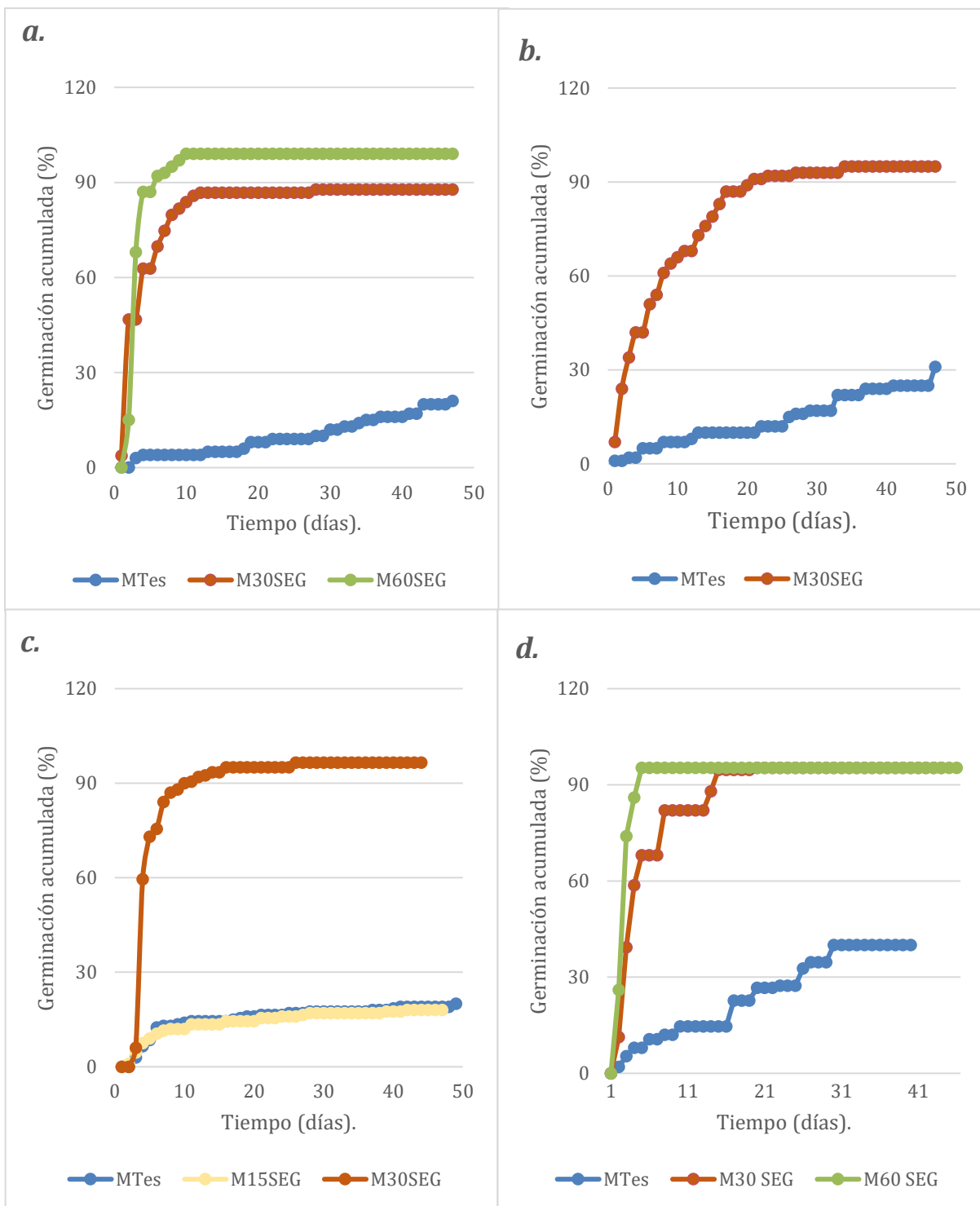
Para analizar si las semillas siguen siendo viables a través del tiempo de almacenamiento se aplicaron distintos tratamientos pregerminativos de calor húmedo (Tabla 2). Se realizaron análisis de varianza de una o dos vías, ANOVA y ANDEVA respectivamente, según correspondió. Para el caso de los ANDEVA el **Factor 1** represento a los tratamientos de **calor húmedo** y el **Factor 2** el tiempo que permanecieron **almacenadas las semillas** hasta el momento de su siembra (**tiempos de almacenamiento**); en todos los casos las variables de respuesta utilizadas fueron la CG%, VG% y LT. Estos análisis de varianza se realizaron en el programa estadístico **STATGRAPHIC Centurion 18**:

5. Se realizó un ANOVA para las semillas sin tratamiento de almacenamiento (Siembra 1- S1), para conocer el efecto de los tratamientos de calor húmedo (Factor 1) en la germinación (Tabla 2).
6. Se realizó un ANOVA para la Siembra 3, para ver si el tratamiento de calor húmedo de 15 seg. (segundos) -única siembra en la que se implementó- tenía un efecto similar a los otros tratamientos de calor húmedo utilizados (Tabla 2).
7. Se realizó un ANDEVA de dos factores, para los tratamientos testigo y 30 seg. de ebullición para las cuatro siembras o tiempos de almacenamientos, esto permitirá conocer cómo se comportaron las semillas a través del tiempo (Tabla 2).
8. Se realizó un ANDEVA de dos factores, para la S1 y la S4, (S1-1996 y S4-2018) que comparten los mismos tratamientos de calor húmedo: 30 y 60 seg., esto permitirá conocer si el efecto de los tratamientos de calor cambia a lo largo del tiempo (Tabla 2).

### **Análisis exploratorios**

Los análisis exploratorios permiten hacer una evaluación preliminar de los resultados obtenidos. En la Figura 1 se muestra la germinación acumulada promedio (4 repeticiones/tratamientos, Tabla 2) para los diferentes tratamientos pregerminativos y de almacenamiento.

La germinación acumulada mostró porcentaje de germinación cercano al 100% en los tratamientos de 30 y 60 seg. (segundos) de ebullición en agua, independientemente de los tiempos de almacenamiento de las semillas (Fig. 2); sin embargo, el de 30 seg. ocupó más días para alcanzar ese porcentaje.

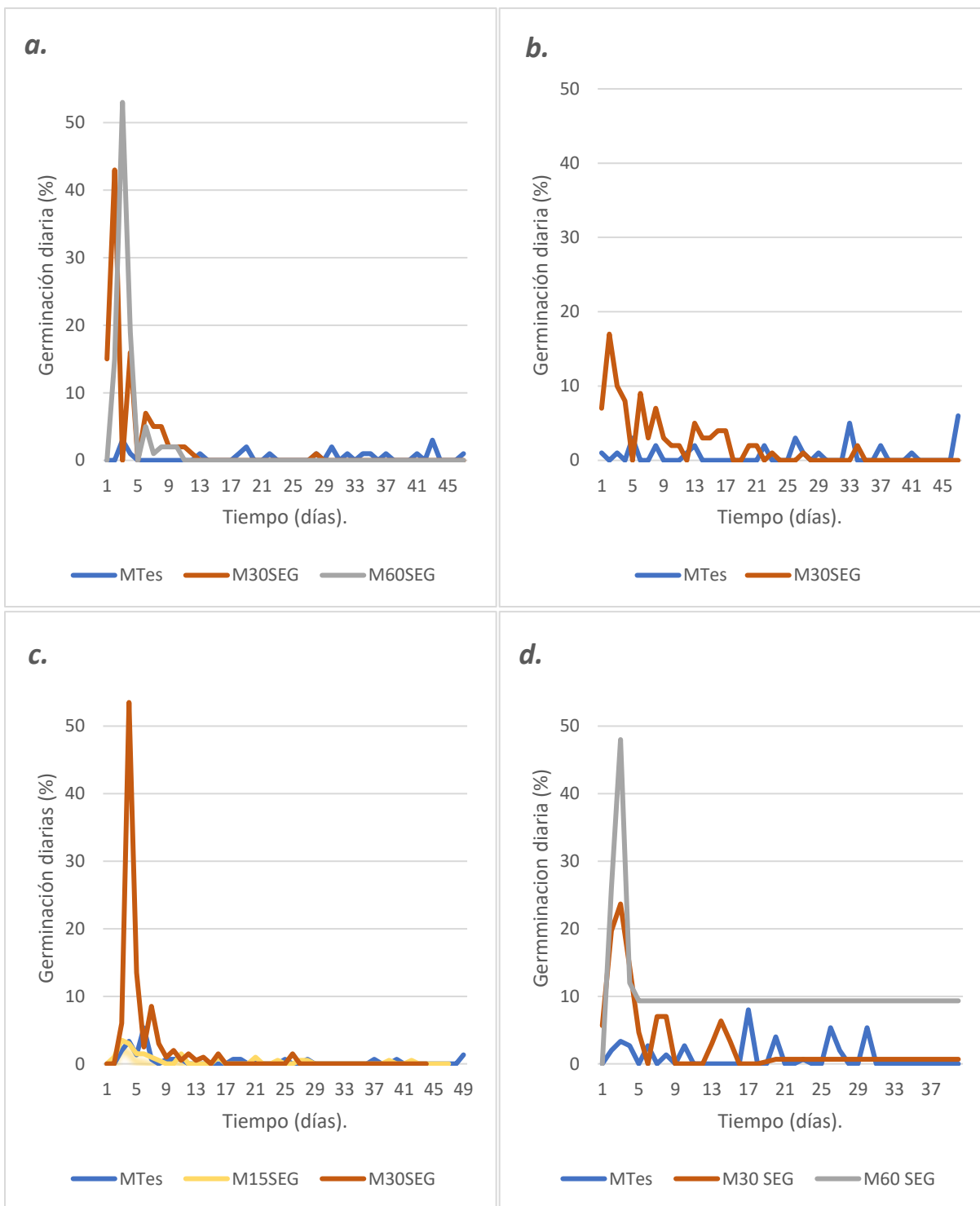


**Figura 2. Germinación acumulada** de la especie *L. esculenta* (V/L), bajo diferentes tratamientos pregerminativos durante distintos años de siembra. Las muestras testigo (**MTes**) y las muestras sometidas a calor húmedo durante 15 (**M15SEG**), 30 (**M30SEG**) y 60 segundos (**M60SEG**), fueron evaluados en cuatro años de siembra: **a.** S1-1996, **b.** S2-1997, **c.** S3-2000 y **d.** S3-2018.

La misma tendencia se presentó en la germinación diaria. Independientemente del tiempo de almacenamiento, los picos más altos de la germinación diaria (Fig. 3) se obtuvieron en los tratamientos de 30 y 60 seg. de ebullición durante los primeros 5 días posteriores a la siembra. Resultados contrastantes presentó el tratamiento testigo quien tuvo porcentajes por debajo del 50% de germinación bajo los diferentes tiempos de almacenamiento.

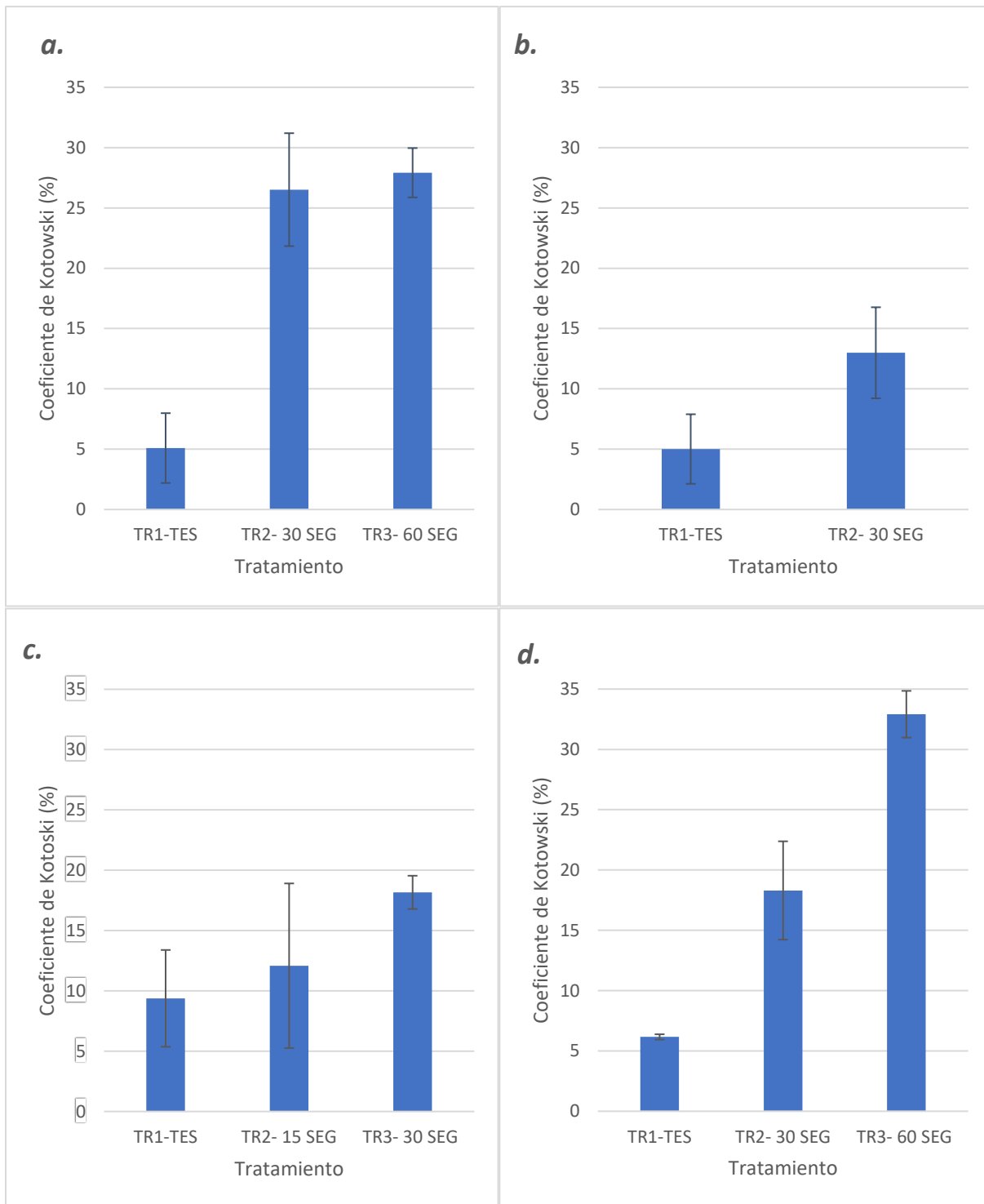
Se puede observar como una tendencia general que, a pesar del tiempo que han pasado almacenadas en condiciones de congelación, las semillas han permanecido vivas.

El coeficiente de velocidad es una medida de germinación en el tiempo en relación con el número de semillas germinadas, en la Fig. 4 se muestra los valores más altos del índice, 27 - 34, para el tratamiento de 60 seg., y los menores, 4 - 9, con el tratamiento testigo. Esto se complementa con el tiempo promedio para la germinación (Fig. 5), donde se observa que el testigo demora en germinar en un periodo más extenso, en específico del intervalo de 24 a 27. Por otro lado, para los tratamientos de 60 y 30 segundos tienen un periodo de tiempo más breve para germinar, con duraciones promedio de 4 a 6 días respectivamente.

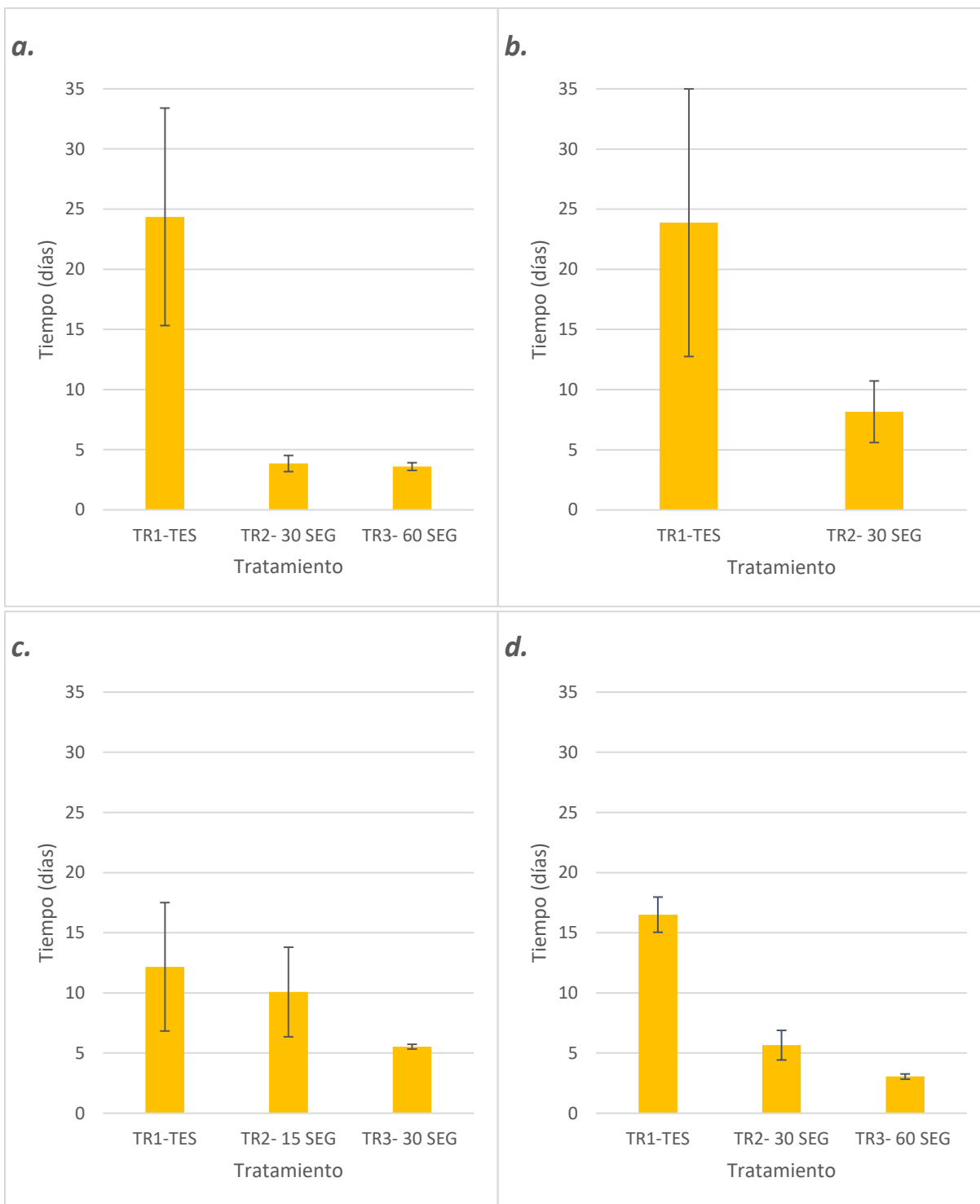


**Figura 3. Germinación diaria** de la especie *L. esculenta* (V/L), bajo diferentes tratamientos pregerminativos durante distintas fechas de siembra. Las muestras testigo (**MTes**) y las muestras sometidas a calor húmedo durante 15 (**M15SEG**), 30 (**M30SEG**) y 60 segundos (**M60SEG**), fueron evaluados en cuatro fechas de siembra: **a.** S1-1996, **b.** S2-1997, **c.** S3-2000 y **d.** S4-2018.



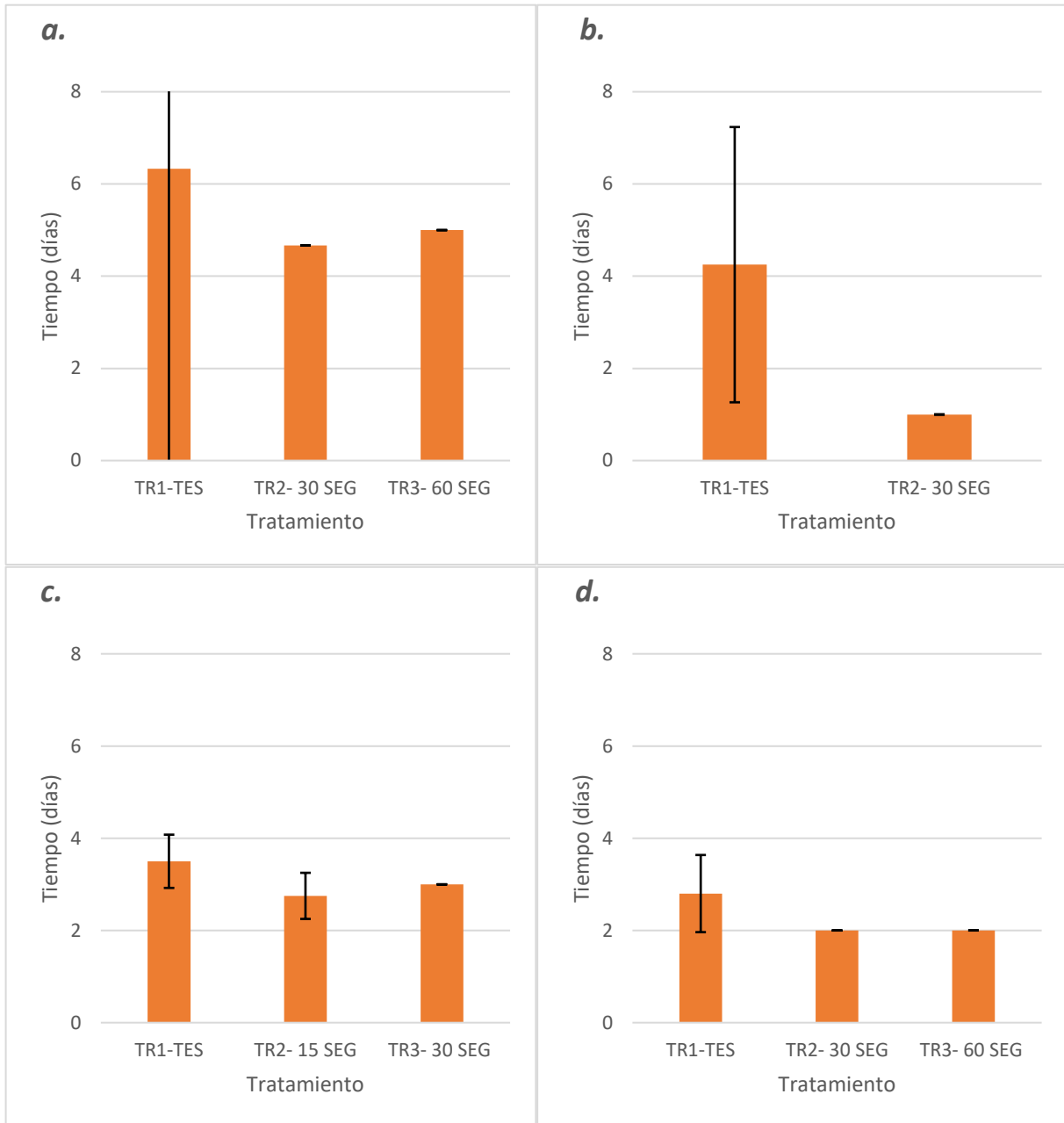


**Figura 4. Coeficiente de velocidad** Kotowski (1926), de la especie *L. esculenta* (V/L) bajo diferentes tratamientos pregerminativos durante distintas fechas de siembra. El tratamiento testigo (TR1-TES) y los tratamientos de calor húmedo durante 15 (TR2-15SEG), 30 (TR2-30SEG) y 60 segundos (TR3-60SEG), fueron evaluados en cuatro fechas de siembra: **a.** S1-1996, **b.** S2-1997, **c.** S3-2000 y **d.** S4-2018. La barra de error indica la desviación estándar



**Figura 5. Tiempo promedio de germinación** Come (1968), de la especie *L. esculenta* (V/L) bajo diferentes tratamientos pregerminativos durante distintas fechas de siembra. El tratamiento testigo (**TR1- TES**) y los tratamientos de calor húmedo durante 15 (**TR2-15SEG**), 30 (**TR2-30SEG**) y 60 segundos (**TR3-60SEG**), fueron evaluados en cuatro fechas de siembra: **a.** S1-1996, **b.** S2-1997, **c.** S3-2000 y **d.** S4-2018. La barra de error indica la desviación estándar.

Para el tiempo de latencia se muestran los resultados complementarios (Fig. 6), se observa que a los testigos de cada siembra les toma más tiempo iniciar el proceso de germinación de las semillas.



**Figura 6. Tiempo de latencia** de la especie *L. esculenta* (V/L) bajo diferentes tratamientos pregerminativos durante distintas fechas de siembra. El tratamiento testigo (**TR1-TES**) y los tratamientos de calor húmedo durante 15 (**TR2-15SEG**), 30 (**TR2-30SEG**) y 60 segundos (**TR3-60SEG**), fueron evaluados en cuatro fechas de siembra: **a.** S1-1996, **b.** S2-1997, **c.** S3-2000 y **d.** S4-2018. La barra de error indica la desviación estándar.

Con los análisis exploratorios se puede interpretar que independientemente del tiempo de almacenamiento, las semillas con el tratamiento testigo germinan muy poco, pero la aplicación de los tratamientos de calor húmedo, promueven la germinación de las semillas de la especie *Leucaena esculenta* y acortan el tiempo de latencia, esto indica que, a pesar del tiempo de almacenamiento, las semillas siguen vivas. Para conocer si hay diferencias significativas entre los tratamientos se realizaron los análisis estadísticos.

### Análisis estadísticos

Para la S1 (siembra 1) con tiempo de almacenamiento nulo, se realizó un ANOVA, el valor de P de la prueba F (Tabla 3) nos indica que hay diferencias significativas entre los tres tratamientos aplicados para CG y CV. La prueba de rangos múltiples (Tabla 4), muestra que el testigo es el que difiere de los demás tratamientos tanto para capacidad germinativa, como para el coeficiente de velocidad.

**Tabla 3.** Resultado del ANOVA, para observar el efecto del Factor 1, tratamientos de calor húmedo, en capacidad germinativa (CG) y coeficiente de velocidad (CV) de *Leucaena esculenta* (V/L) ( $P < 0.05$ ).

<i>Leucaena esculenta</i>		Factor 1	
		F	P
Sin almacenamiento	CG	124.991	0.0000
(1996)	CV	56.56	0.0000

**Tabla 4.** Resultado de la prueba de rangos múltiples para el efecto del Factor 1 en *Leucaena esculenta* (V/L). Método: 95.0 porcentaje LSD.

	Factor 1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CG	Testigo	4	27.25	X
	30 seg	4	87.0	X
	60 seg	4	87.0	X
CV	Testigo	4	12.75	X
	30 seg	4	31.0	X
	60 seg	4	32.0	X

Posteriormente se realizó un ANOVA para calcular el efecto de los tratamientos aplicados; testigo, 15 y 30 seg. de calor húmedo en la siembra del año 2000, ya que el de 15 seg. se implementó por única ocasión en la S3 (Tabla 2). Los tratamientos

solamente tuvieron efecto con significancia estadística en la CG (Tabla 5). De acuerdo con la prueba F de rangos múltiples no hay una diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento de 15 seg ya que forman un grupo homogéneo y dejan fuera el de 30 seg (Tabla 6), con el que sí tienen una diferencia significativa. Esto corrobora lo sugerido en los análisis exploratorios, el tratamiento de 30 seg. tiene un efecto favorable sobre la germinación de las semillas. Con base los resultados que tuvo el tratamiento de 15 seg., se descartó su aplicación para las siembras posteriores.

**Tabla 5.** Resultado del ANOVA, para observar el efecto de los tratamientos; testigo, 15 y 30 seg. (Factor 1) en capacidad germinativa (CG) y coeficiente de velocidad (CV) de *Leucaena esculenta* del año 2000 ( $P < 0.05$ ).

<i>Leucaena esculenta</i>		Factor 1	
		F	P
4 años de almacenamiento (2000)	CG	353.50	0.0000
	CV	3.97	0.0580

**Tabla 6.** Resultado de la prueba de rangos múltiples para *Leucaena esculenta* bajo el efecto del Factor 1, en la siembra del año 2000. Método: 95.0 porcentaje LSD.

	Factor 1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CG	Testigo	4	26.25	X
	15 seg	4	25.0	X
	30 seg	4	79.0	X
CV	Testigo	4	17.5	X
	15 seg	4	20.0	X X
	30 seg	4	25.25	X

Consecutivamente se realizó un ANDEVA, tomando en cuenta el efecto de los tratamientos: testigo y 30 seg. de calor húmedo (**Factor 1**) que se aplicaron en los cuatro tiempos de almacenamiento (**Factor 2**). El valor de P de la prueba F (Tabla 7) muestra que hay diferencias estadísticamente significativas en las diferentes variables respuesta.

Tanto en la capacidad germinativa como en el tiempo de latencia sólo el Factor 1 fue significativo; a pesar de esto para el primer caso (CG) destaca la significancia estadística de la interacción de ambos Factores. Para el CV ambos Factores y la

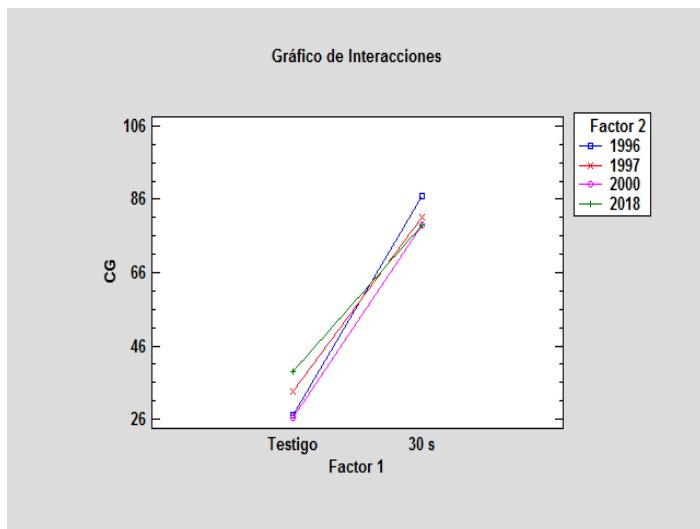
interacción fueron significativos (Tabla 7). No obstante que la interacción de los factores (Fig. 7) apunta una ligera disminución en la capacidad germinativa para las semillas almacenadas, mientras que para el coeficiente de velocidad las semillas con tiempo de almacenamiento intermedios presentaron valores del índice ligeramente menores. En la prueba de rangos múltiples (Tabla 8) se obtuvieron dos grupos que distinguen estadísticamente al testigo del tratamiento de calor húmedo de 30 seg. para todas las variables de respuesta. Por ello se puede afirmar que éste favorece la capacidad, velocidad y homogeneidad de la germinación de las semillas, independientemente del tiempo de almacenamiento.

**Tabla 7.** Resultado del ANDEVA, para observar el efecto de los tratamientos; testigo y 30 seg (Factor 1), contra los 4 tiempos de almacenamiento (el Factor 2) en capacidad germinativa (CG), coeficiente de velocidad (CV) y tiempo de latencia de la especie *Leucaena esculenta* (V/L) ( $P < 0.05$ ).

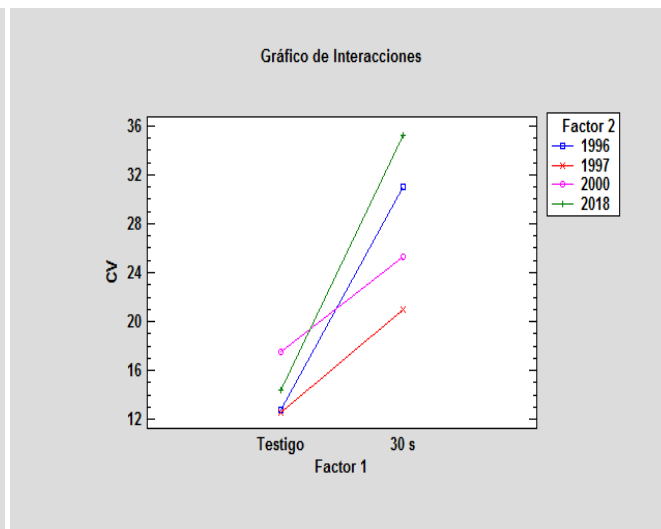
<i>Leucaena esculenta</i>		Factor 1		Factor 2		Interacción	
		F	P	F	P	F	P
	<b>CG</b>	497.38	0.0000	1.49	0.2398	3.66	0.0252
Testigo y 30 seg	<b>CV</b>	218.53	0.0000	13.14	0.0000	13.12	0.0000
(Siembras 1, 2, 3, 4)	<b>LT</b>	7.91	0.0092	0.59	0.6246	1.84	0.1650

**Tabla 8.** Valores del resultado de la prueba de rangos múltiples para *Leucaena esculenta* bajo el efecto del Factor 1; en los 4 tiempos de almacenamiento. Método: 95.0 porcentaje LSD.

	Factor 1	Casos	Media LS	Grupos Homogéneos
<b>CG</b>	Testigo	17	31.5	X
	30 seg	17	81.5	X
<b>CV</b>	Testigo	17	14.2875	X
	30 seg	17	28.1125	X
<b>LT</b>	Testigo	17	1.75	X
	30 seg	17	4.387	X



**Figura 7.** Gráfico de interacción que muestra el efecto del testigo y 30 segundos de calor húmedo (Factor 1) y el tiempo de almacenamiento (Factor 2) en la capacidad germinativa (CG).



**Figura 8.** Gráfico de interacción que muestra el efecto del efecto del testigo y 30 segundos de calor húmedo (Factor 1) y el tiempo de almacenamiento (Factor 2) en el coeficiente de velocidad (CV).

Finalmente se realizó un ANDEVA, para evaluar el efecto de los dos tratamientos de calor húmedo aplicados: 30 y 60 segundos y dos de los tiempos de almacenamiento: nulo (S1-1996) y 22 años (S4-2018).

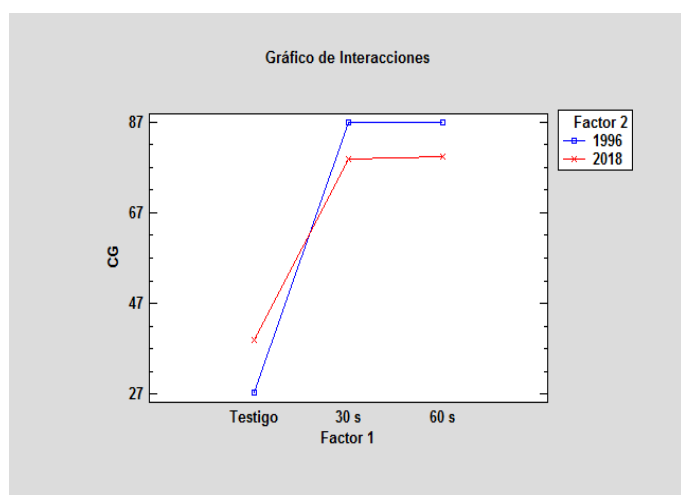
Los valores de P de la prueba F (Tabla 9) demuestra que hay diferencias significativas en las tres variables de respuesta para el Factor 1. A pesar de que el Factor 2 no presentó significancia en ningún caso, la interacción de los factores si lo fue para CG y el CV. En la prueba de rangos múltiples (Tabla 10) la CG y el TL presentó dos grupos para el Factor 1, en ambos casos el testigo difirió de los dos tratamientos de calor húmedo: 30 y 60 seg. mismos que presentaron los mejores valores de germinación de las semillas. En el CV se formaron tres grupos que difieren significativamente entre sí; el testigo presentó los valores de velocidad más bajos, en tanto que el de 60 seg. los más altos. La interacción del factor tratamiento de calor húmedo y del factor tiempo de almacenamiento sugieren un ligero decremento en los valores de CG para las semillas con 18 años de almacenamiento; de forma contraria los valores más altos para el coeficiente de velocidad se presentaron para las semillas almacenadas por 18 años (Figs. 9 y 10)

**Tabla 9.** Resultado del ANDEVA, para observar el efecto de los tratamientos; testigo, 30 y 60 seg (Factor 1) contra el almacenamiento nulo y 22 años de almacenamiento (Factor 2), en la capacidad germinativa (CG), coeficiente de velocidad (CV) y tiempo de latencia de *Leucaena esculenta* (V/L) ( $P < 0.05$ ).

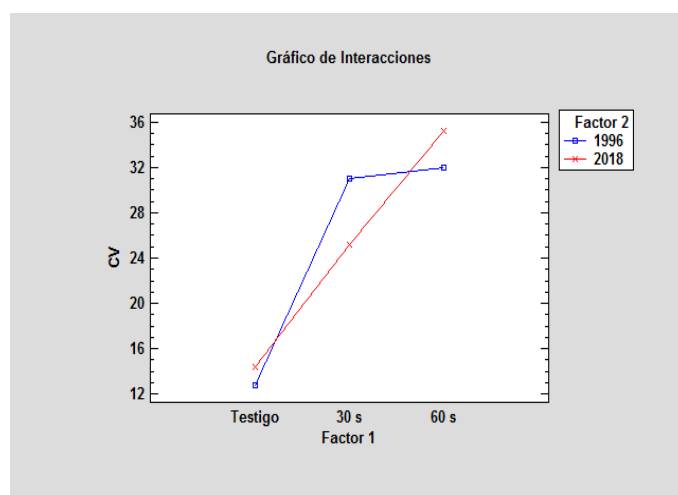
<i>Leucaena esculenta</i>		Factor 1		Factor 2		Interacción	
		F	P	F	P	F	P
Almacenamiento nulo (1996) y 22 años de almacenamiento (2018)	CG	197.22	0.0000	0.29	0.5942	7.55	0.0034
	CV	167.13	0.0000	0.12	0.7352	9.04	0.0015
	LT	3.82	0.0385	0.97	0.3367	2.16	0.1407

**Tabla 10.** Resultado de la prueba de rangos múltiples de *Leucaena esculenta*, bajo el efecto del Factor 1. Método: 95.0 porcentaje LSD.

	Factor 1	Casos	Media LS	Grupos Homogéneos
CG	Testigo	9	33.125	X
	30 seg	9	83.0	X
	60 seg	9	83.2	X
CV	Testigo	9	13.575	X
	30 seg	9	28.1	X
	60 seg	9	33.6	X
LT	Testigo	9	4.9	X
	30 seg	9	2.0	X
	60 seg	9	1.5	X



**Figura 9.** Gráfico de interacción que muestra el efecto del testigo, 30 y 60 segundos de calor húmedo (Factor 1) y el tiempo de almacenamiento (Factor 2) en la capacidad germinativa (CG).



**Figura 10.** Gráfico de interacción que muestra el efecto del testigo, 30 y 60 segundos de calor húmedo (Factor 1) y el tiempo de almacenamiento (Factor 2) en el coeficiente de velocidad (CV).



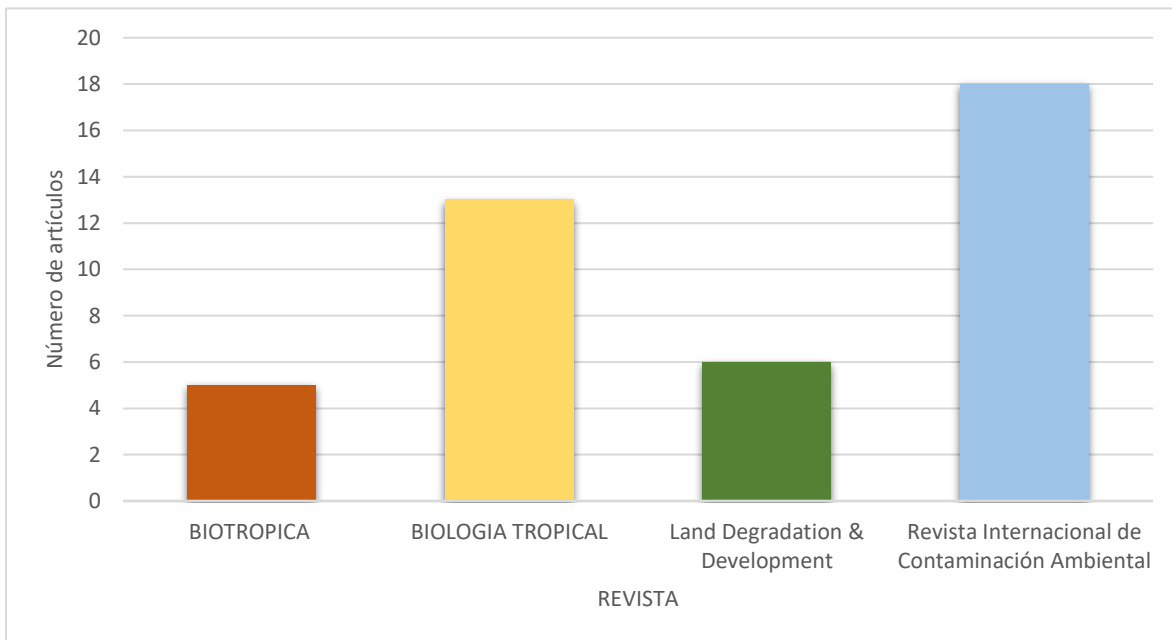
Los resultados arrojaron por los análisis de varianza dan respaldo al hecho de que las semillas de *Leucaena esculenta* V/L tuvieron una respuesta favorable con la aplicación de los tratamientos de calor húmedo de 30 y 60 seg. (Factor 1), independientemente del tiempo de almacenamiento (Factor 2). Los valores de CG y VG fueron los más altos, en comparación con los tratamientos testigo y el tratamiento de calor húmedo de 15 seg. Estos resultados también dan sustento a lo comentado en los análisis exploratorios, a pesar del tiempo de almacenamiento y la permanencia en condiciones ajenas a donde viven normalmente las semillas (condiciones de congelación), siguen vivas y responden favorablemente a la aplicación de tratamientos de calor húmedo, ya que estos promueven la germinación de las semillas de la especie *Leucaena esculenta* V/L.

### **Metaanálisis sobre el Estado del Arte de la Restauración en México**

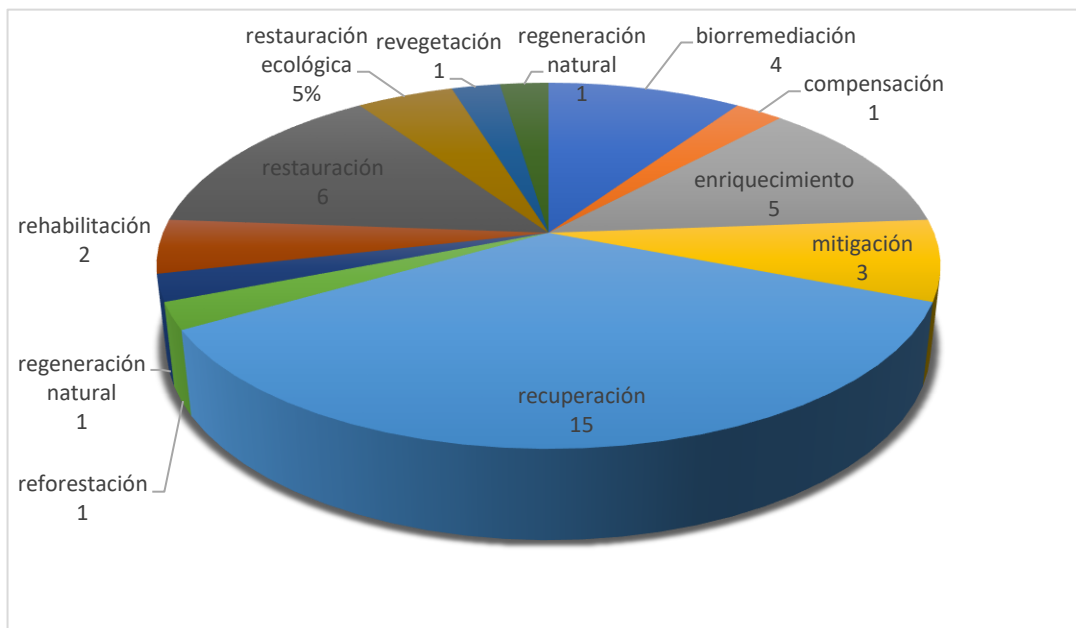
Participo en la búsqueda de artículos científicos en 4 revistas, la fecha de búsqueda fue de marzo del año 2016 a septiembre de 2021 (Fig. 11). La elección de artículos se sustentó en la búsqueda de vocablos clave que estuvieran presentes en el título, resumen y palabras clave, así como que la experiencia se hubiera registrado en México.

Encontré un total de 42 artículos científicos de los cuales, la palabra recuperación se encontró en mayor cantidad de artículos (15), seguido de restauración (6), enriquecimiento (5), biorremediación (4), mitigación (3), rehabilitación y restauración ecológica con 2 artículos (Fig. 12).

Fue una aportación para el metaanálisis sobre el Análisis del Estado del Arte de la Restauración en México, organizado por la Dra. Virginia Cervantes Gutiérrez. Desafortunadamente, no fue posible participar en la discusión de estos, debido a percances con el tiempo.



**Figura 11.** Número de artículos científicos encontrados por revista.



**Figura 12.** Clasificación de artículos encontrados por palabra clave.

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

Las actividades realizadas aportaron bases de datos sistematizadas para la especie de leguminosa *Leucaena esculenta*, que serán de utilidad para la toma de decisiones respecto a la producción de especies en un vivero. También ayuda a mantener una base de datos completa y actualizada de los datos de germinación a lo largo del tiempo.

La participación en el proyecto me permitió aportar datos rigurosos, con fundamento en la estadística paramétrica, para demostrar si las semillas siguen siendo viables bajo diferentes tiempos de almacenamiento y cuál es el mejor tratamiento pre-germinativos que se le debe aplicar.

Los artículos científicos recopilados contribuirán con el estudio sobre el Estado del Arte de la Restauración en México, lo que ayudará a conocer qué está pasando y como se está trabajando actualmente para la ciencia de la restauración en el país.

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

De las actividades realizadas tomar el curso de estadística paramétrica me dejó vislumbrar la utilidad de la estadística en la labor de un Biólogo, ya que permite explicar y analizar el comportamiento de un fenómeno, modelar y representar, de una manera más entendible y fundamentada datos específicos a la situación. Además, me proporciono herramientas con base sólida para abordar futuros análisis y con ello poder contribuir de una manera más asertiva.

También pude manejar más las funciones de Microsoft Excel con los ejercicios prácticos del curso de estadística paramétrica, asimismo aprendí a manejar bases de datos en un programa estadístico como el STATGRAPHIC.

De la especie de leguminosa *Leucaena esculenta*, aprendí aspectos teóricos generales; el tipo de semilla; el procedimiento de recolección y los servicios ecosistémicos que brinda, como el mejoramiento del suelo.

Realizar la búsqueda de artículos científicos en revistas digitales para el metaanálisis sobre el Análisis del Estado del Arte de la Restauración en México organizado por la Dra. Virginia G, favoreció profundizar en bases de datos digitales. Esto facilitó adquirir habilidades para realizar una búsqueda más certera, con ayuda de marcadores, como palabras clave, fecha de publicación y artículos que se refieran a México.

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

La licenciatura en Biología de la UAM-Xochimilco, me ha brindado una formación crítico social, que permite apreciar a los recursos naturales como sistemas complejos, o bien socio ecosistemas donde el hombre busca satisfacer sus necesidades y se ha establecido una dependencia con ellos.

Es por esto por lo que me interesa involucrarme en el desarrollo de actividades con reciprocidad hacia los ecosistemas, buscando minimizar la degradación de ellos.

Las actividades a desarrollar en el servicio social van con la misión de la UAM-X, que es una institución pública educativa y en la que se instruye a que el alumno aprenda a identificar y a dar soluciones a las problemáticas actuales, por lo que considero que el conocimiento adquirido va a ser de utilidad para seguir formándome como profesionista y en el cual también tendré la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en mi trayectoria académica, como el módulo de Producción Primaria, Análisis de Sistemas Ecológicos y Análisis y Planeación Ambiental.

## VIII. REFERENCIAS

- Arriaga, V., Cervantes, V. y Vargas-Mena, A. (1994). Manual de Reforestación con Especies Nativas: Colecta y Preservación de Semillas, Propagación y Manejo de Plantas, México: SEDESOL / INECOL.
- Borda-Niño, M., Hernández-Muciño, D., y Ceccon, E. (2016). Restauración productiva en la práctica: el caso de las comunidades indígenas me'phaa de la Montaña de Guerrero, México. *Ceccon, E., y Pérez, DR (coordinadores), Más allá de la ecología de la restauración. Perspectivas sociales en América Latina y el Caribe. Buenos Aires: Vázquez Manzuzini Editores.*
- Cervantes, V. 2005. Un enfoque interdisciplinario para la restauración ambiental: estudio de caso de una comunidad nahua al sur de México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.
- 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 (1-3): 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 (1-3): 171-184.
- Cervantes, V., Gama, J. E., Roldán, I. E., Hernández, G. (2014). Basis for implementing restoration strategies: San Nicolás Zoyatlan social-ecological system (Guerrero, México). *Terra Latinoamericana*, 32 (2): 143-159
- Cervantes, V., López, M., Salas, N., y Hernández, G. (2001). Técnicas para propagar especies nativas de selva baja caducifolia y criterios para establecer áreas de reforestación. México DF: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 17.
- Masera, O., (2006) La ecología global desde la perspectiva del cambio climático. *Ciencias*, 81:4-15.
- Lamb, D., Erskine D., y Parrotta J. (2005). Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science* 310: 1628-32.
- Ojeda, D. y Wurth, J. (2014). ¿Qué es un metaanálisis?. *Revista Chilena de Anestesia*. 43: 343-350.

- Trejo, I. (1998). Distribución y diversidad de selvas bajas de México: relación con el clima y el suelo. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F.
- Clewell, A., Aronson, J., y Winterhalder, K. (2004). Principios de SER International sobre la restauración ecológica. Sociedad Internacional para la restauración ecológica.
- 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].
- Ficha técnica de *Leucaena esculenta* (Moc. Et Sessé ex DC.) Benth. CONABIO-SIRE, PRONARE, 2001-2005. "Paquetes tecnológicos de Especies Forestales". México. Consultado en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/938Leucaena%20esculenta.pdf>