

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**

**UNIDAD XOCHIMILCO**

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL

LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

**INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL**

**Evaluación del efecto de diferentes sustratos tratamientos pregerminativos  
sobre la germinación en semillas de *Foeniculum vulgare* Mill. y *Ruta  
chalepensis* L.**

Prestador de servicio social:

Castillo Valdes Juan Abdiel

Matrícula: 2172033173

Firma:



Asesores:

M.C. Andrés Fierro Álvarez

Número Económico: 16755

Firma:



Lugar de realización:

Invernaderos ubicados en Cedro MZ. 41-Lt. 9, El Molino Tezonco, Iztapalapa, Ciudad de México, CDMX.

Fecha de inicio:

14 de marzo del 2022

Fecha de término:

14 de septiembre del 2022

## Índice

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	3
MARCO TEÓRICO .....	4
<b>Sustratos .....</b>	<b>4</b>
<b>Agrolita.....</b>	<b>4</b>
<b>Tezontle.....</b>	<b>4</b>
<b>Fibra de coco.....</b>	<b>4</b>
<b>Espuma Fenólica.....</b>	<b>4</b>
<b>Mezcla Sunshine #3 .....</b>	<b>5</b>
<b>Giberelinas .....</b>	<b>5</b>
<b>Ácido clorhídrico.....</b>	<b>5</b>
<b>Hinojo (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.).....</b>	<b>5</b>
<b>Ruda (<i>Ruta chalepensis</i> L.).....</b>	<b>6</b>
OBJETIVOS.....	6
<b>Objetivo General.....</b>	<b>6</b>
<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>6</b>
METODOLOGÍA.....	6
<b>Evaluación de semillas .....</b>	<b>6</b>
<b>Tratamientos Pregerminativos .....</b>	<b>7</b>
<b>Cámaras húmedas .....</b>	<b>7</b>
<b>Evaluación en sustratos.....</b>	<b>8</b>
<b>Toma y análisis de datos.....</b>	<b>10</b>
ACTIVIDADES.....	10
OBJETIVOS Y METAS ALCANZADOS.....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	12
<b>Sustratos .....</b>	<b>12</b>
<b><i>Foeniculum vulgare</i> Mill. ....</b>	<b>13</b>
<b><i>Ruta chalepensis</i> L. ....</b>	<b>16</b>
CONCLUSIONES.....	20
RECOMENDACIONES .....	21
BIBLIOGRAFÍA.....	21
ANEXOS.....	22

## RESUMEN

En el presente trabajo de servicio social se evaluó la respuesta a distintos tratamientos pregerminativos y sustratos en las especies vegetales *Foeniculum vulgare* Mill y *Ruta chalepensis* L., dos plantas distinguidas por sus múltiples usos medicinales, estas tienen un comportamiento casi silvestre que les confiere una alta capacidad de dormición, fisiológica en el caso del *F. vulgare* y fisiológica más física en el caso de *R. chalepensis*, aunado a esto está el hecho de que para este tipo de plantas existe poca información de carácter agronómico, lo que hace necesario la realización de estudios que permitan obtener datos con los que se puedan establecer y elaborar métodos de propagación efectivos con el fin de aprovechar este tipo de recursos de mejor manera.

Los tratamientos que se evalúan en este trabajo consisten en diferentes tiempos de inmersión en HCl (solo en el caso de *R. chalepensis*), inmersión por distintos periodos en diferentes concentraciones de giberelinas y en agua a temperatura ambiente e inmersión en agua caliente, así como en el uso de distintos sustratos.

El estudio se realizó en dos fases para cada planta (**Anexo 1 y 2**), la primera consistió en la evaluación de los tratamientos pregerminativos en cámaras húmedas, seleccionando los mejores para la siguiente fase, la cual consistió en su evaluación en sustratos. Con los datos recabados se determinó con cuál de los tratamientos evaluados se obtuvo un mejor desarrollo en las plantas estudiadas. El tratamiento que arrojó mejores resultados para *F. vulgare* fue la inmersión en Giberelinas en concentración de 300 ppm por 24 horas, en cuanto a los sustratos la espuma fenólica mostro mejores resultados en emergencia y supervivencia, mientras que el sunshine mix #3 mostró mejores resultados en desarrollo de planta, en *R. chalepensis* el tratamiento con mejores resultados fue HCl por 2.5 minutos junto con inmersión en giberelinas a 200 ppm, mientras que el mejor sustrato fue el sunshine mix #3.

## INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales representan un recurso valioso en la mejora de la salud y calidad de vida, son ampliamente utilizadas en la medicina tradicional, representando una alternativa viable y económica para comunidades rurales y urbanas (Ocampo y Valverde, 2000), en México se utiliza una amplia variedad de plantas medicinales nativas e introducidas como consecuencia de la diversidad cultural y biológica. Para la medicina moderna estas plantas son una fuente directa de agentes terapéuticos que son utilizados como materia prima en la fabricación de medicamentos y fabricación de compuestos sintéticos, actualmente la herbolaria ha recobrado importancia, con lo que se le presta más atención al uso de productos naturales (Cervantes *et al.*, 2017). A pesar de su importancia e influencia existe poca información agronómica, lo que dificulta conocer sus requerimientos y prácticas necesarias para su propagación, esta es una práctica que “involucra la aplicación de principios y conceptos biológicos enfocados a la multiplicación de plantas útiles de un genotipo específico”, lo cual se aborda poco en la literatura

sobre estas plantas, existen dos tipos de propagación, la sexual (a través de semilla) y la vegetativa o asexual (mediante tejidos vegetales). En la propagación sexual o por semilla el éxito de la obtención de un nuevo individuo está determinada en gran medida por las características fisiológicas y bioquímicas de la semilla, pero también por los factores externos (suelo, luz, temperatura, etc.), en la propagación vegetativa se aprovecha la capacidad de totipotencia de distintas partes de una planta para obtener nuevos individuos idénticos al progenitor (clones), aunque se pueden llegar a presentar mutaciones menores en este proceso (Fierro *et al.*, 2017). En este trabajo se aborda la propagación sexual o por semilla, probando distintos tratamientos pregerminativos con HCl y giberelinas, así como distintos sustratos para las plantas *Foeniculum vulgare* Mill. (Hinojo) y *Ruta chalepensis* L. (Ruda).

## MARCO TEÓRICO

### Sustratos

Material o combinación de materiales utilizados para proveer soporte, aireación, retención de agua y retención de nutrientes para el crecimiento de la planta (Quezada, 2005).

### Agrolita

La Agrolita o perlita es un mineral (vidrio volcánico) amorfo que se puede encontrar en la naturaleza. Se forma cuando se alcanzan temperaturas de entre 850 a 900 °C, a esta temperatura el material se ablanda y el agua atrapada en él se evapora y escapa, causando que este se expanda. Su color es blanquecino, tiene una densidad aparente de 35-55 kg/m<sup>3</sup> y una densidad compactada de 45-80 kg/m<sup>3</sup>, pH en agua de 7 a 10 y una humedad relativa del 3% (2002 Perlindustria, 2020).

### Tezontle

El tezontle es un mineral de origen volcánico, su coloración es rojiza (aunque existen presentaciones de color amarillo y negro), la densidad aparente de este material es de 0.92 a 0.81 g/cm<sup>3</sup>, mientras que su retención de humedad va del 40.7 al 45%, por su parte el pH que presenta es de 7.2 (Rodríguez *et al.*, 2013).

### Fibra de coco

La fibra de coco es un sustrato obtenido de la capa fibrosa del coco, la cual puede llegar a tener de 20 a 30 cm de grosor, es un material orgánico ligero que según el tamaño resultante de su proceso de obtención (del tamizado) se clasifica en fino (llamado polvo o turba), grueso (trozos pequeños) y chip (trozos grandes) (Larrazabal, 2019).

### Espuma Fenólica

La espuma fenólica, también llamada espuma agrícola es un compuesto de fenol-formaldehído, expandida por reacción exotérmica causada por mezclar ácidos orgánicos y agentes de expansión de alta volatilidad, es un recurso utilizado en la producción hidropónica. La humedad máxima del material es de 15%, con una capacidad de retención de agua de 40.6% a 55%, la densidad del material seco es de 12.75 kg/m<sup>3</sup>, su pH es de 2.6 \* ± 0.5% el cual se neutraliza con el riego (Maruplast, 2019).

### **Mezcla Sunshine #3**

La mezcla sunshine #3 (o sunshine mix #3) es un sustrato utilizado en la siembra, trasplante y germinación, está conformado por una combinación uniforme de musgo *Sphagnum* canadiense y vermiculita a la que se le añade carbonatos para ajustar el pH (el cual es de 5.9 a 6.2), un agente humectante patentado y una formulación base de fertilizantes con macro y micronutrientes en pequeñas cantidades (GRC Agroindustrial, 2007).

### **Giberelinas**

Las giberelinas (GAs) son un grupo de compuestos que actúan como reguladores de crecimiento y desarrollo para las plantas, promueven desarrollo y elongación del tallo, inducen el desarrollo del fruto y la germinación (en algunas especies incluso suplen los requerimientos de luz y temperatura que las semillas necesitan para germinar), su descubrimiento fue azaroso y ocurrió en la década de 1920 cuando fitopatólogos japoneses estudiaban la enfermedad conocida como “bakanae” (planta loca) que provoca un crecimiento anormal en tallos y brotes de plantas de arroz y la cual es causada por el hongo *Gibberella fujikuroi*, en 1955 se logró aislar el compuesto responsable a partir de filtrados segregados por el hongo, asignándole el nombre de ácido giberélico (actualmente denominado A<sub>3</sub> o GA<sub>3</sub>), posteriormente se demostró que las plantas también producen compuestos similares, clasificándose hasta 136 Gas desde entonces, siendo la mayoría de plantas superiores (Azcón y Talón, 2013).

### **Ácido clorhídrico**

El ácido clorhídrico (HCL) es un compuesto formado por hidrógeno y cloro, presenta un pH menor a 1, reacciona rápidamente y en ocasiones violentamente, con óxidos de metal, algunos compuestos orgánicos y materiales alcalinos (Cysa, s.f.), el HCl está entre los materiales con los que se han realizado ensayos para romper la dormancia al eliminar la cubierta de la semilla (FAO, 1991).

### **Hinojo (*Foeniculum vulgare* Mill.)**

Es una planta apiácea originaria de Europa, que actualmente cuenta con una distribución mundial. *F. vulgare* es una hierba aromática perenne, glabra, crece en una gran variedad de suelos en climas templados húmedos, su polinización es principalmente cruzada, la semilla germina de 2 a 3 semanas después de la siembra, aunque puede permanecer latente varios años, su rango óptimo de temperatura está entre 15-20 °C, inicialmente tiene un desarrollo lento, tardando de 2 a 2.5 meses desde la siembra hasta la emergencia del tallo, la floración ocurre de 3 a 4 meses después de la siembra, mientras que la producción de frutos (hasta su punto de cosecha) ocurre de 5 a 7 días posteriores (Datiles y Popay, 2019). La planta presenta un tallo erecto, sólido, estriado y ramificado que va de los 0.9 a 2 m de altura, sus hojas son invariantes en la base finamente pinnado-disectadas, presenta inflorescencias de umbelas compuestas por 15 a 40 umbélulas, sus flores son pequeñas con simetría radial y de color amarillo, su fruto es esquizocarpo, oblongo-ovado, comprimido lateralmente, glabro, formado por dos mericarpios, cada uno de los cuales contiene una semilla. Se utiliza como planta medicinal (para tratar nervios y enfermedades del corazón, contrarrestar efectos de la bilis,

malestares estomacales y cólicos), para adelgazar y en prácticas tradicionales como hacer limpias (CONABIO, s.f.).

### **Ruda (*Ruta chalepensis* L.)**

La ruda es una planta perenne, glabra, con tallos de 20 a 60 cm, hojas alternas de 7 mm con 2 a 3 pinnatisectas, flores en inflorescencia cimosa, laxa, con pedicelos glabros que pueden llegar a ser más largos que el fruto, la flor tiene un cáliz con cuatro sépalos glabros y corola con cuatro pétalos oblongos, el fruto es una cápsula ovoide de 7 mm, con el ápice hendido en cuatro partes que contienen varias semillas (Rios, 2016). *R. chalepensis* L. se distingue de *R. graveolens* L. por la presencia de cilios en sus pétalos (Ministerio de salud, 2010). Las hojas y yemas jóvenes contienen alcaloides, flavonoides, fenoles, aminoácidos, fucomarinas y saponinas, se caracteriza por tener efectos emenagogo, antihelmíntico, espasmolítico, antirreumático, antihipertensivo, antiséptico para la piel y repelente, antifúngica e insecticida (Benavides *et al.*, 2007).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar el efecto de diferentes sustratos, tiempos de remojo en HCl (para la ruda) y concentraciones de giberelinas en la germinación de semillas de *Foeniculum vulgare* Mill. y *Ruta chalepensis* L.

### **Objetivos Específicos**

Determinar con que concentración de giberelinas se obtienen mayores porcentajes de germinación para cada planta.

Determinar con que tiempos de remojo se elimina de forma más eficaz la dormancia física en *R. chalepensis*.

Determinar los porcentajes de la germinación en los distintos sustratos a utilizar para determinar cuál es más adecuado para cada cultivo.

## **METODOLOGÍA**

### **Evaluación de semillas**

La semilla fue adquirida en la tienda de semillas y agroquímicos “agroseeds valencia”, adquiriendo 250 g de semilla de *Ruta chalepensis* L. y 500 g de *Foeniculum vulgare* Mill. Los aspectos evaluados fueron tres: Pureza, Peso de semilla y tamaño de semilla.

- La pureza se determinó en porcentaje, para ello se tomaron 30 gramos de producto (las semillas tal y como se compraron al distribuidor) y se separaron las semillas integrales (que no presentaran daños físicos o deterioro por hongos o insectos) de las semillas dañadas, hojarasca, ramas/varas y basura, posteriormente se pesaron y se obtuvo el porcentaje de pureza por regla de tres.
- El peso individual se determinó pesando mil semillas para dividir el resultado entre el número de semillas pesadas.

- Para el tamaño de semilla se midió el largo (punta a punta), ancho (distancia entre “costados”) y el grosor (distancia entre el punto inferior y superior de la semilla) utilizando una cámara digital conectada a con una computadora para tomar las medidas. Se tomaron las medidas de 25 semillas, con los datos obtenidos se calculó el promedio.

### Tratamientos Pregerminativos

Para el caso de *F. vulgare* Mill. solo se aplicaron los tratamientos con distintas concentraciones de Giberelinas (100, 200, 300 y 400 ppm) y distintos periodos de remojo en las mismas y en agua (24, 48 y 72 horas), así como inmersión en agua caliente a 70 °C.

Para *R. chalepensis* se aplicaron tres periodos de inmersión en HCl (2.5, 5 y 10 minutos), posteriormente las mismas semillas se sumergieron en distintas cocentraciones de GAs (200, 300 y 400 ppm) y en agua por diferentes periodos de tiempo (24, 36 y 48 horas), así como en agua caliente a 50 °C.

### Cámaras húmedas

- *F. vulgare*

Para el hinojo las cámaras húmedas se elaboraron colocando las servilletas “sanitas” dentro de charolas de unicel color blanco de 9X9 pulgadas (**Anexo 7**), posteriormente se colocaron 100 semillas sobre esta y se tapó con una segunda sanita para posteriormente humedecerlas y cerrar cada charola para colocarlas en un sitio sin exposición directa a la luz. Al combinar los periodos de inmersión con las diferentes concentraciones de GAs y agua y sumarle el tratamiento en agua caliente se obtuvieron un total de 16 tratamientos y u testigo (**Tabla 1**) que consistía en semillas puestas en cámaras húmedas sin tratamientos pregerminativos, por cada tratamiento se elaboraron tres repeticiones, cada charola se tomó como una unidad experimental. El modelo de distribución utilizado fue de bloques al azar. La variable evaluada fue la germinación y el conteo se realizó cada 2-3 días.

- *R. chalepensis*

Para armar las cámaras húmedas para la ruda se utilizaron charolas Plásticas de color negro de 9x6 pulgadas (**Anexo 9**), posteriormente se colocó una sola sanita en cada charola, la cual se dobló por la mitad para cubrir las semillas que se colocaron, posteriormente se humedecieron y colocaron en un sitio sin exposición directa a la luz. Cada charola contenía tres grupos de semillas, cada uno formados por cuatro líneas de 25 semillas (100 semillas en cada grupo, 300 semillas totales por charola), esto aprovechando que las semillas de esta planta son muy pequeñas y debido a que al combinar los tiempos de inmersión en HCl con los periodos de inmersión en las diferentes concentraciones de GAs y agua y sumarle el tratamiento en agua caliente se obtuvieron un total de 52 tratamientos y un testigo (**Tabla 2**) con tres repeticiones por tratamiento, lo que superaba el tamaño del espacio disponible de haberse colocado 100 semillas por charola. Cada charola fue tomada como un bloque con tres unidades experimentales. El modelo de distribución utilizado fue de bloques al azar. La variable evaluada fue la germinación y el conteo se realizó cada

tres días, además se observó y registro si se presentaba desarrollo de organismos (hongos) en las semillas.

Tratamientos aplicados en cámaras húmedas para hinojo ( <i>Foeniculum vulgare</i> Mill.)																
T	Ac	Agua			GAs 100 ppm			GAs 200 ppm			GAs 300 ppm			GAs 500 ppm		
		24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

**Tabla 1.** Combinaciones totales de tratamientos aplicados para cámaras húmedas en hinojo. Testigo (T), Agua Caliente (Ac), Agua y distintas concentraciones de Giberelinas (GAs) en distintos tiempos de inmersión.

Tratamientos aplicados en cámaras húmedas para ruda ( <i>Ruta Chalepensis</i> L.)																										
T	HCl 0 minutos													HCl 2.5 minutos												
	Agua			GAs 200ppm			GAs 300ppm			GAs 400ppm			Ac	Agua			GAs 200ppm			GAs 300ppm			GAs 400ppm			Ac
	24 h	36 h	48 h	24 h	36 h	48 h	24 h	36 h	48 h	24 h	36 h	48 h		24 h	36 h	48 h	24 h	36 h	48 h	24 h	36 h	48 h	24 h	36 h	48 h	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	HCl 5 minutos													HCl 10 minutos												
Agua			GAs 200ppm			GAs 300ppm			GAs 400ppm			Ac	Agua			GAs 200ppm			GAs 300ppm			GAs 400ppm			Ac	
24 h	36 h	48 h	24 h	36 h	48 h	24 h	36 h	48 h	24 h	36 h	48 h		24 h	36 h	48 h	24 h	36 h	48 h	24 h	36 h	48 h	24 h	36 h	48 h		24 h
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	

**Tabla 2.** Combinaciones totales de tratamientos aplicados para cámaras húmedas en ruda. Testigo (T), Agua Caliente (Ac), Inmersión en HCl por distintos periodos de tiempo, Agua y distintas concentraciones de Giberelinas (GAs) en distintos tiempos de inmersión.

## Evaluación en sustratos

Los sustratos utilizados fueron: agrolita mezclada con tezontle en proporción 50-50, sunshine mix #3, fibra de coco y espuma fenólica de los cuales se evaluaron las características físicas y químicas (a excepción de la espuma fenólica y evaluando además las características de la argollita y tezontle por separado) de la siguiente manera se calculó la densidad aparente haciendo uso de una probeta de 100 mL para llenarla con los sustratos y pesar el contenido, teniendo estos datos se efectuó el cálculo dividiendo el peso entre el volumen, haciendo tres repeticiones por sustrato. Las propiedades químicas se determinaron llenando macetas de 15 pulgadas con los sustratos y vertiendo en ellas 1 litro de agua y soluciones con tres concentraciones de fertilizante (solución con 0.5 g/L de raizal, solución con 0.75 g/L de raizal y solución con 0.5 g de raizal + 0.25 g de urea por litro) a las que se les tomo los datos de pH, conductividad eléctrica y solidos totales, el lixiviado se recolecto para tomar nuevamente los datos de las características químicas, los sustratos húmedos se pesaron y pasaron a estufa de secado a 80 °C por 24 horas, los sustratos secos se pesaron nuevamente para poder obtener la capacidad de retención de agua de cada uno mediante la fórmula:

$$RA = 100 \left( \frac{Ph - Ps}{Ps} \right)$$

Donde: RA=retención de agua; Ph = peso húmedo & Ps = peso seco.

Antes de sembrar se desinfecto los sustratos con el producto comercial "Timsen" utilizando un gramo por litro, cada sustrato se mojó con la solución y se dejó 15 minutos reposando, posteriormente con una solución igual se lavó y desinfecto las charolas de 200 cavidades, después de esto se rellenaron con los sustratos ya



desinfectados. En el caso de la espuma fenólica esta se colocó en taras con su interior cubierto de plástico para retener el agua, colocando 300 “cubos” de espuma en cada tara (utilizando un cubo por semilla).

- *F. vulgare*

Para la siembra en charolas se seleccionó los tres tratamientos con mejores resultados en germinación total en las cámaras húmedas de acuerdo a un análisis estadístico, los cuales fueron: inmersión en giberelinas a 300 ppm por 24 horas (G<sub>3</sub>24), inmersión en GAs a 500 ppm por 48 horas (G<sub>5</sub>48) e inmersión en GAs a 300 ppm por 72 horas (G<sub>3</sub>72), cada uno se evaluó en cuatro sustratos (agrolita + Tezontle, fibra de coco, espuma fenólica y sunshine mix #3, este último utilizado como testigo), los tratamientos totales que resultaron de las combinaciones fueron 12 (contando las siembras en sunshine como testigo). Por cada tratamiento se realizaron tres repeticiones. El modelo de distribución utilizado fue de bloques al azar.

- *R. chalepensis*

Para la siembra en charolas se seleccionó los tres tratamientos con mejores resultados en las cámaras húmedas de acuerdo tres criterios:

- Desarrollo de hongos, eliminando aquellos que presentaron mayor desarrollo de estos organismos.
- Germinación total, seleccionando los que obtuvieron mejores resultados de acuerdo a un análisis estadístico.
- Comportamiento de la germinación, seleccionando los tratamientos que presentaron una germinación más rápida y uniforme.

Al depurar los tratamientos en base a los criterios mencionados los que se seleccionaron fueron: inmersión en HCl durante 2 minutos con inmersión en GAs a 400ppm por 24 horas (HCl<sub>2</sub>G<sub>4</sub>24), inmersión en HCl durante 2 minutos con inmersión en GAs a 200ppm por 24 horas (HCl<sub>2</sub>G<sub>2</sub>24) e inmersión en HCl durante 2 minutos con inmersión en GAs a 300ppm por 24 horas (HCl<sub>2</sub>G<sub>3</sub>24), cada uno se evaluó en los sustratos sunshine mix #3 y agrolita + tezontle. Con las combinaciones resultantes se obtuvo un total de 6 tratamientos, realizando 3 repeticiones para cada uno. El modelo de distribución utilizado fue de bloques al azar (**Anexo 10**).

- Variables evaluadas

Las variables que se evaluaron para la siembra en charolas fueron:

- Emergencia (cada tres días).
- Mortalidad (cada tres días).
- Hojas primordiales (cada tres días).
- Hojas verdaderas (cada tres días) (**Anexo 3 a 6**).
- Alto y ancho de planta (semanal) (**Anexo 8 y 10**).
- Largo y ancho de raíz (final) (**Anexo 8 y 10**).
- Peso Húmedo y peso seco de planta (final).
- Supervivencia (restando la mortalidad a la emergencia).

## **Toma y análisis de datos**

Para la germinación, emergencia, mortalidad, hojas primordiales y verdaderas y la supervivencia se registró los nuevos datos y los acumulados a cada día de observación para registrar el comportamiento en cada tratamiento, así como el total para cada variable, para el alto y el ancho se utilizó los datos tomados cada día de observación para ver la velocidad (comportamiento) de crecimiento de las plantas en cada tratamiento. Para la toma de datos de las variables de alto y ancho de planta, largo y ancho de raíz y el peso húmedo y seco de planta se muestrearon 10 individuos por repetición seleccionados de forma aleatoria.

Para registrar y ordenar los datos se utilizó el programa Excel, con el que además se elaboraron las tablas y graficas que reflejaban el comportamiento de las variables evaluadas para cada tratamiento en el periodo de duración de los experimentos para cada variable se registraron los valores por repetición y con ellos se obtuvieron los promedios por tratamiento.

Para el análisis estadístico se utilizaron los datos totales promedio por tratamiento y finales promedio por tratamiento, realizando un análisis de cada variable por prueba de Tukey en el programa JMP.

## **ACTIVIDADES**

Para cada uno de los distintos procesos se llevaron a cabo distintas actividades, Para el caso de la evaluación de semillas lo que se realizo fue:

- Compra de semillas.
- Medición de la Pureza.
- Obtención del peso de semilla.
- Toma de medidas (largo, ancho, grosor)

Tratamientos pregerminativos:

- Sumergimiento de las semillas por distintos periodos de tiempo en HCl (solo *R. chalepensis*).
- Inmersión de las semillas durante distintos periodos de tiempo en distintas concentraciones de GAs.

Evaluación de sustratos:

- Evaluación de las características físicas de los sustratos secos
- Colocación de los sustratos en macetas de 15 pulgadas.
- Agregación de 1L de agua pura y con distinta concentración de fertilizantes a cada sustrato y recolección del lixiviado.
- Evaluación de las características físicas y químicas de los sustratos húmedos y los lixiviados.

Cámaras húmedas:

- Compra de charolas, agua destilada y servilletas “sanitas”.
- Armado de las cámaras húmedas y colocación de las semillas.

- Revisión diaria del estado de humedad de las cámaras húmedas y rehumedecimiento (cuando era necesario).
- Conteo periódico de las semillas emergidas.

Evaluación en charolas:

- Desinfección y humedecimiento de los sustratos, limpieza y desinfección de charolas, llenado de estas con los sustratos y siembra de las semillas.
- Riego (cada dos días) y fertilización (semanal a partir de la observación de hojas verdaderas).
- Aplicación de fungicida “regeland Stratum” para eliminar hongos en *F. vulgare* y como prevención en *R. chalepensis*) y aplicación de insecticida AMBUSH para eliminación de plagas (hormigas y pulgones) en el caso de *R. chalepensis*.
- Conteo periódico para las distintas variables evaluadas.
- Cuidado de las plantas después del periodo de observación hasta el transplante.

Análisis de datos:

- Ordenamiento y procesamiento de datos en Excel.
- Elaboración de tablas y gráficas.
- Análisis estadístico con el programa JMP.

\*En la **Tabla 2** del apartado de anexos se puede observar un cronograma con el registro de las fechas en que se realizaron las distintas actividades.

## OBJETIVOS Y METAS ALCANZADOS

De los objetivos planteados en el proyecto se lograron alcanzar los siguientes:

Se logró evaluar la respuesta de las plantas estudiadas a los distintos tratamientos pre germinativos y sustratos utilizados, determinando si el efecto que tuvo cada tratamiento pregerminativo con GAs en las semillas fue significativo, así como el efecto de los distintos sustratos en la emergencia y desarrollo de las plantas, en el caso de la ruda se logró determinar si el efecto que tuvieron los distintos tiempos de inmersión en HCl en las semillas fue significativo y adicional a las metas y objetivos planteados se pudo observar la importancia de la testa para esta semillas en la protección contra el desarrollo de organismos patógenos y los efectos que tenía la disminución o remoción de esta en cuanto a este aspecto, además de poder observar los efectos de la interacción entre los distintos tratamientos (las combinaciones de los distintos tiempos de inmersión en HCl con los distintos tiempos de inmersión en GAs y los diferentes sustratos). Con las observaciones y datos recabados se pudo determinar cuáles de los tratamientos eran efectivos para lograr mejorar la germinación, emergencia y desarrollo de las plantas estudiadas.

En el caso de *R. chalepensis* por motivos de espacio solo se evaluaron dos sustratos y se seleccionaron tres combinaciones de tratamientos pregerminativos (de HCl y GAs) para aplicar a las semillas sembradas en ellos, mientras que para

*F. Vulgare* se seleccionaron tres tratamientos pregerminativos en todos los sustratos, por lo que faltó evaluar el resto de las combinaciones posibles.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Sustratos

La capacidad de retención de agua para la fibra de coco fue de 537.24%, es decir, puede retener una cantidad de agua equivalente a poco más de cinco veces su peso, siendo el sustrato con la mayor capacidad de retención, seguido del sunshine mix #3 que tuvo una capacidad de retención de 434.9%, la agrolita con 244.6%, la mezcla de agrolita y tezontle con 67.2% y por último el tezontle con una capacidad de retención de 39.1%.

Para la densidad aparente se obtuvieron los siguientes promedios: 0.53 g/cm<sup>3</sup> para el tezontle, 0.43 g/cm<sup>3</sup> para la mezcla de agrolita con tezontle, 0.38 g/cm<sup>3</sup> para la fibra de coco, 0.37 g/cm<sup>3</sup> para el sunshine mix #3 y 0.187 g/cm<sup>3</sup> para la agrolita.

No se observó una relación directa entre la densidad aparente de los sustratos evaluados con su capacidad de retención de agua, pero sí con el tipo de material que los compone, siendo los sustratos que contenían materia orgánica los que mostraron una mayor capacidad de retención de agua.

En cuanto a los datos sobre las características químicas (**Tabla 3**), los valores de pH para el agua disminuyeron después de obtener los lixiviados de sunshine mix #3 y fibra de coco, mientras que en agrolita, tezontle y agrolita mezclada con tezontle se mantuvieron con valores muy similares. En cuanto a las soluciones, estas disminuyeron el valor del pH respecto al del agua pura, al obtener los lixiviados con estas los valores volvieron a aumentar ligeramente. Para la conductividad eléctrica los valores aumentaron al aumentar la cantidad de fertilizantes disueltos, al evaluar los lixiviados se observó que en agrolita y tezontle se mantenían valores similares, mientras que en la fibra de coco la conductividad eléctrica aumentó bastante (hasta cuatro veces), siendo el sustrato con los mayores valores seguido del sunshine mix #3 y la mezcla de agrolita con tezontle, en los que el aumento de la CE fue menor. Los sólidos totales aumentaron su valor al aumentar la cantidad de fertilizante, al medirlos en los lixiviados el mayor aumento se observó en fibra de coco (siendo notablemente mayor que en los demás sustratos), seguida del sunshine mix tres y por último la mezcla de agrolita con tezontle, para el caso de la agrolita y tezontle solos los valores se mantuvieron iguales o similares.

Características químicas de las soluciones antes y después de obtener los lixiviados							
Soluciones	Características	Ag. + Tez.	F. Coco	S. mix #3	Tezontle	Agrolita	Sin lixiviar
Agua	pH	7.89	7.07	7.03	7.87	7.9	7.91
	CE (mS)	1,040	3,580	1,320	800	800	800
	STo (ppt)	0.052	1.79	0.66	0.4	0.4	0.4
0.5g R	pH	6.56	6.57	6.55	6.5	6.55	6.35
	CE (mS)	1,370	4,460	1,540	1,200	1,140	1,150
	STo (ppt)	0.69	2.24	0.77	0.6	0.57	0.58
0.75g R	pH	6.42	6.5	6.48	6.37	6.39	6.21
	CE (mS)	1,630	4,330	1,800	1,370	1,360	1,360
	STo (ppt)	0.81	2.17	0.9	0.69	0.68	0.68
0.5g R + 0.25g U	pH	6.41	6.42	6.44	6.39	6.39	6.2
	CE (mS)	1,690	3,810	1,730	1,320	1,320	1,320
	STo (ppt)	0.84	1.91	0.87	0.66	0.66	0.66

**Tabla 3.** Características químicas de las soluciones de raizal (R) y urea (U) y los lixiviados obtenidos, pH, conductividad eléctrica (CE) y sólidos totales (STo).

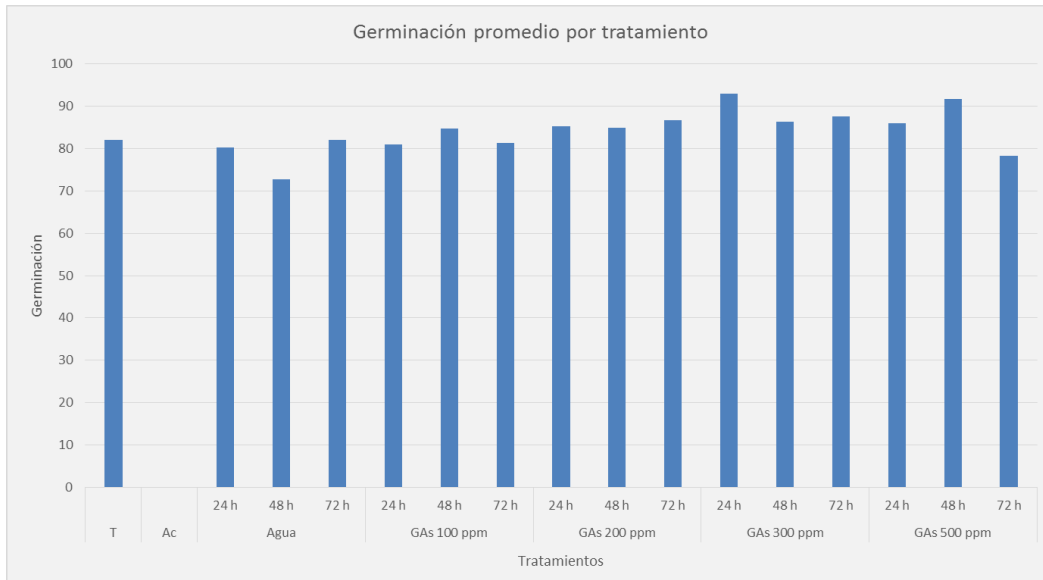
El efecto que tuvieron los fertilizantes en el agua fue la disminución del pH y el aumento del la CE y Sólidos totales, por su parte los sustratos presentaron un comportamiento distinto en el efecto en el pH para el agua y las soluciones, ya que mientras en el agua pura se mantuvo igual (en agrolita y tezontle solos y mezclados) o bajo (fibra de coco y sunshine) en las soluciones tuvo un efecto contrario (aumento), en cuanto a la CE y STo estos aumentaron tanto con la adición de fertilizantes como por el efecto de los sustratos (salvo agrolita y tezontle en donde no se observó cambios en los valores para la mayoría de las mediciones).

### ***Foeniculum vulgare* Mill.**

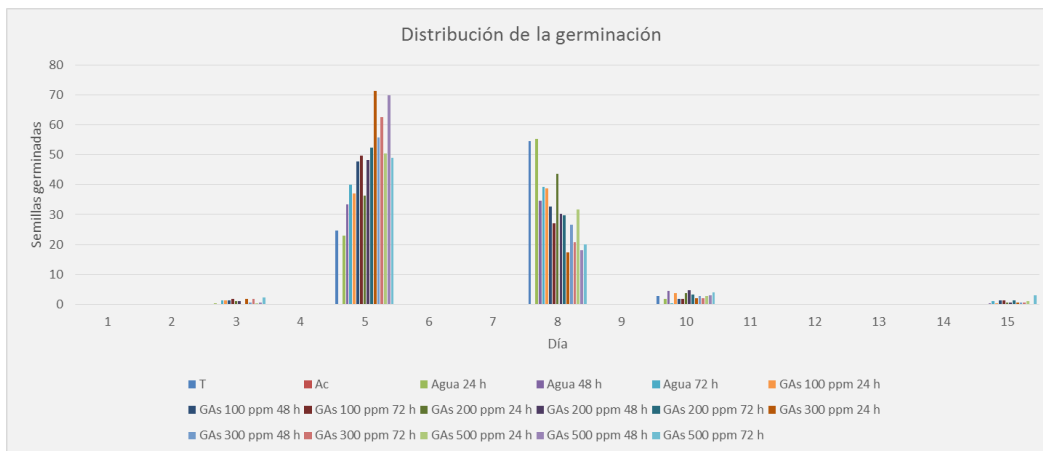
El peso obtenido de *F. vulgare* fue de 3.6 mg en promedio, de largo ancho y grueso se obtuvo los promedios de 4.4, 2.7 y 1.2 mm respectivamente, al sumergirla en agua por 72 horas su tamaño aumento 9.86% en promedio.

#### **- Cámaras húmedas**

La germinación que se obtuvo en los distintos tratamientos (**Gráfica 1**) fue estadísticamente igual salvo para los tratamientos de inmersión en agua temperatura ambiente por 48 horas y agua a 70 °C (**Figura 1**) en donde la diferencia fue significativa, siendo menor que en los demás tratamientos en el caso de la inmersión en agua por 48 horas y de cero en el agua caliente. La principal diferencia se presentó en la velocidad de germinación y en la uniformidad de esta, siendo los días 5 y 8 después de la siembra en cámaras húmedas cuando mayor número de emergencia se registró (**Gráfica 2**), los tratamientos que tuvieron mayor emergencia en el día 5 presentaron una menor en el día 8, entre estos destacan GAs 300 ppm 24 horas, GAs 500 ppm 48 horas y GAs 300 ppm 72 horas, los cuales presentaron una mayor uniformidad en la germinación, mientras que los que tuvieron menor emergencia en el día cinco tuvieron mayor emergencia en el día ocho, teniendo una menor velocidad de emergencia.



**Gráfica 1.** Emergencia total promedio en testigo (T), Agua caliente (Ac) y tratamientos con giberelinas (GAs) a diferentes concentraciones y periodos de inmersión.



**Gráfica 2.** Germinación por día del testigo (T), Agua caliente (Ac) y los tratamientos con giberelinas (GAs) a diferentes concentraciones y periodos de inmersión.

Level		Least Sq Mean
300ppm 24h	A	93.000000
500ppm 48h	A	91.666667
300ppm 72h	A	87.666667
200ppm 72h	A B	86.666667
300ppm 48h	A B	86.333333
500ppm 24h	A B	86.000000
200ppm 24h	A B	85.333333
200ppm 48h	A B	85.000000
100ppm 48h	A B	84.666667
0ppm 72h	A B	82.000000
Testigo	A B	82.000000
100ppm 72h	A B	81.333333
100ppm 24h	A B	81.000000
0ppm 24h	A B	80.333333
500ppm 72h	A B	78.333333
0ppm 48h	B	72.666667
Agua Caliente	C	0.000000

Figura 1. Análisis estadístico de la germinación total para los tratamientos evaluados.

### - Charolas

Entre los tratamientos evaluados (**Figura 2**) no se presentó diferencia estadísticamente significativa en la emergencia (Salvo para los tratamientos evaluados en fibra de coco donde la emergencia fue menor que en el resto de tratamientos, así como en GAs a 300 ppm por 24 horas y GAs 500 ppm por 48 horas que presentaron una emergencia menor que los otros tratamientos.), en la mortalidad los tratamientos que presentaron una diferencia estadística significativa respecto al resto fueron los evaluados en espuma fenólica, teniendo una mortalidad menor, destacándose también por su mayor porcentaje de supervivencia, en las variables que reflejaban el desarrollo de la planta los evaluados en sunshine mix #3, espuma fenólica y agrolita con tezontle se encontraban dentro de los mismos conjuntos estadístico de datos (teniendo solo pequeñas variaciones en cuanto al orden y que tratamientos estaban en un mismo conjunto para cada variable), mientras que los evaluados en fibra de coco se distinguieron por presentar un desarrollo menor en las pocas plantas sobrevivientes en ese sustrato. En cuanto a la velocidad de emergencia esta fue mayor en la espuma fenólica y sunshine mix #3, al igual que la uniformidad (**Gráfica 3**).

Probablemente la menor emergencia, menor desarrollo y mayor mortalidad en la fibra de coco se debió a sus propiedades físicas y químicas, principalmente a la conductividad eléctrica y capacidad de retención de agua, pues al tener una CE mayor es posible que la planta tuviera mayor dificultad para absorber los nutrientes, mientras que al permanecer más húmedo el sustratos se propició la aparición de hongos (Damping-off), esto último fue la causa principal de la mortalidad de plantas siendo pocas las que murieron sin mostrar síntomas de la enfermedad. Probablemente también la oxigenación y desarrollo de raíces fue menor que en otros sustratos debido a lo mismo.

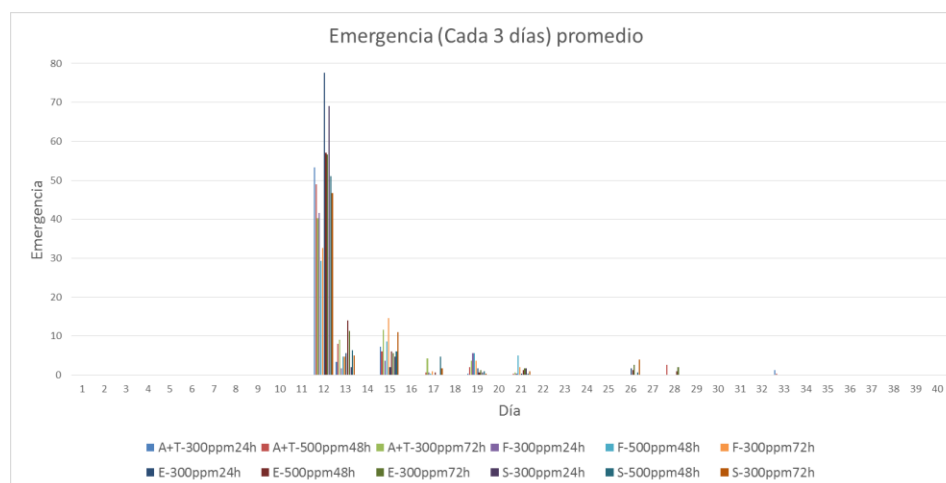
### Análisis estadístico de variables

Emergencia			Mortalidad			% de supervivencia			Peso de planta		
Level		Least Sq Mean	Level		Least Sq Mean	Level		Least Sq Mean	Level		Least Sq Mean
E-300ppm24h	A	89.000000	F-300ppm72h	A	56.666667	E-300ppm24h	A	98.000000	S-300ppm24h	A	0.13600000
E-500ppm48h	A B	82.000000	F-300ppm24h	A	51.666667	E-300ppm72h	A	97.666667	S-500ppm48h	A B	0.12000000
E-300ppm72h	A B	81.333333	F-500ppm48h	A	51.000000	E-500ppm48h	A	97.666667	S-300ppm72h	A B	0.11233333
S-300ppm24h	A B C	78.000000	A+T-500ppm48h	A	47.666667	S-500ppm48h	B	69.000000	A+T-300ppm24h	A B C	0.09366667
S-500ppm48h	A B C D	70.000000	S-300ppm24h	A B	43.000000	S-300ppm72h	B C	48.666667	E-300ppm24h	A B C D	0.08200000
A+T-300ppm72h	A B C D	69.666667	A+T-300ppm24h	A B	42.666667	A+T-300ppm72h	B C	46.000000	A+T-500ppm48h	A B C D	0.08133333
S-300ppm72h	A B C D	69.666667	A+T-300ppm72h	A B	36.666667	S-300ppm24h	B C	45.333333	E-500ppm48h	B C D	0.07500000
A+T-500ppm48h	B C D	69.000000	S-300ppm72h	A B	36.333333	A+T-300ppm24h	C	35.333333	E-300ppm72h	B C D	0.07400000
A+T-300ppm24h	B C D	65.666667	S-500ppm48h	B C	21.666667	A+T-500ppm48h	C	31.000000	A+T-300ppm72h	B C D	0.07233333
F-300ppm72h	C D	58.666667	E-300ppm72h	C	2.000000	F-500ppm48h	D	5.333333	F-300ppm72h	C D	0.03611111
F-300ppm24h	D	53.666667	E-300ppm24h	C	2.000000	F-300ppm24h	D	3.666667	F-300ppm24h	D	0.03222222
F-500ppm48h	D	53.666667	E-500ppm48h	C	2.000000	F-300ppm72h	D	3.333333	F-500ppm48h	D	0.02222222

Largo de raíz			Ancho de raíz			Altura de planta		
Level		Least Sq Mean	Level		Least Sq Mean	Level		Least Sq Mean
E-300ppm24h	A	5.2006667	S-500ppm48h	A	2.5983333	S-300ppm24h	A	8.7620000
E-300ppm72h	A B	4.7826667	E-300ppm24h	A	2.4280000	S-500ppm48h	A B	8.2090000
S-500ppm48h	A B C	3.9900000	S-300ppm72h	A B	2.2050000	S-300ppm72h	A B	7.8316667
A+T-300ppm24h	A B C	3.9573333	S-300ppm24h	A B	2.1956667	A+T-300ppm72h	A B	7.6840000
S-300ppm24h	A B C	3.7116667	E-300ppm72h	A B	2.1706667	E-300ppm24h	A B	7.1653333
E-500ppm48h	A B C	3.4590000	A+T-300ppm72h	A B	2.1110000	A+T-300ppm24h	A B	6.5866667
A+T-500ppm48h	A B C	3.3536667	A+T-300ppm24h	A B	2.0813333	E-300ppm72h	A B	6.4436667
A+T-300ppm72h	A B C	3.2576667	A+T-500ppm48h	A B	2.0206667	E-500ppm48h	B	6.2503333
S-300ppm72h	A B C	3.1676667	E-500ppm48h	A B C	1.8406667	A+T-500ppm48h	B	5.9806667
F-300ppm24h	B C	1.9800000	F-300ppm24h	B C	0.8750000	F-500ppm48h	C	1.3200000
F-300ppm72h	C	1.5983333	F-300ppm72h	B C	0.8266667	F-300ppm72h	C	1.3126667
F-500ppm48h	C	1.4294444	F-500ppm48h	C	0.5116667	F-300ppm24h	C	0.8656667

Figura 2. Análisis estadístico de las variables evaluadas en los distintos tratamientos aplicados a las semillas sembradas en los sustratos agrolita con tezontle (A+T), fibra de coco (F), Espuma fenólica (E) y sunshine mix #3 (S) para los distintos tratamientos aplicados a *F. vulgare*.



Gráfica 3. Distribución de la germinación en los sustratos agrolita con tezontle (A+T), fibra de coco (F), Espuma fenólica (E) y sunshine mix #3 (S) para los distintos tratamientos aplicados a *F. vulgare*.

### ***Ruta chalepensis* L.**

El peso obtenido de *R. chalepensis* fue de 1.25 mg en promedio, de largo ancho y grueso se obtuvo los promedios de 2.1, 1.13 y 1.15 mm respectivamente.

#### - HCl

Al sumergir la semilla En HCl al 36% durante distintos periodos de tiempo se obtuvieron los siguientes resultados promedio: al sumergirse por un minuto la testa



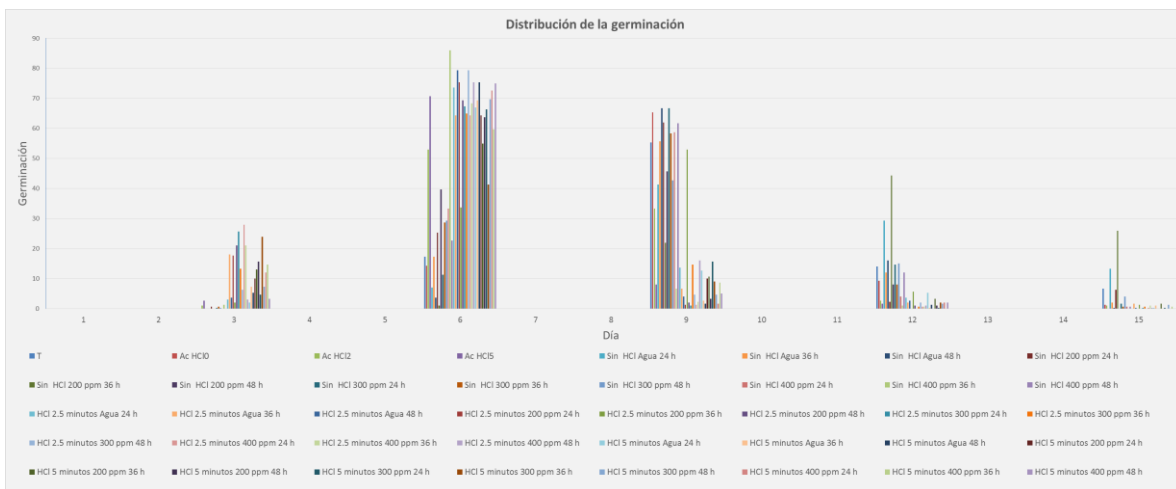
disminuyo su grosor en un 17%, por 2 minutos disminuyo 31%, por 3 minutos disminuyo 40%, de 4 a 9 minutos disminuyo entre un 47% a 50% y por 10 minutos disminuyo en un 53% su grosor (poner como se midió).

### - Cámaras húmedas

Después de aplicar los tratamientos pregerminativos de inmersión en HCl por 2.5, 5 y 10 minutos se almaceno las semillas durante 2 días antes de sembrarse, durante ese periodo de tiempo las semillas sumergidas por 10 minutos en HCl presentaron desarrollo de organismos (hongos), por lo que no se sembraron en las cámaras humedas.

Entre los tratamientos evaluados no se presentó diferencia estadística significativa en cuanto a emergencia, salvo para HCl<sub>5</sub>G<sub>2</sub>24, HCl<sub>5</sub>G<sub>0</sub>48, HCl<sub>5</sub>G<sub>2</sub>36, HCl<sub>5</sub>G<sub>2</sub>48, HCl<sub>5</sub>G<sub>4</sub>36, HCl<sub>5</sub>Ac, HCl<sub>5</sub>G<sub>0</sub>36 y HCl<sub>5</sub>G<sub>3</sub>36 (**Figura 3**), los tratamientos que no incluyeron inmersión en HCl presentaron una menor velocidad de germinación, siendo el día 9 donde la mayoría de ellos tuvieron el mayor número de germinación, mientras que los tratamiento que incluyeron inmersiones en HCl presentaron una mayor velocidad de germinación y uniformidad de esta, siendo el día 6 en donde se observaron los mayores números para la mayoría de estos (**Gráfica 4**).

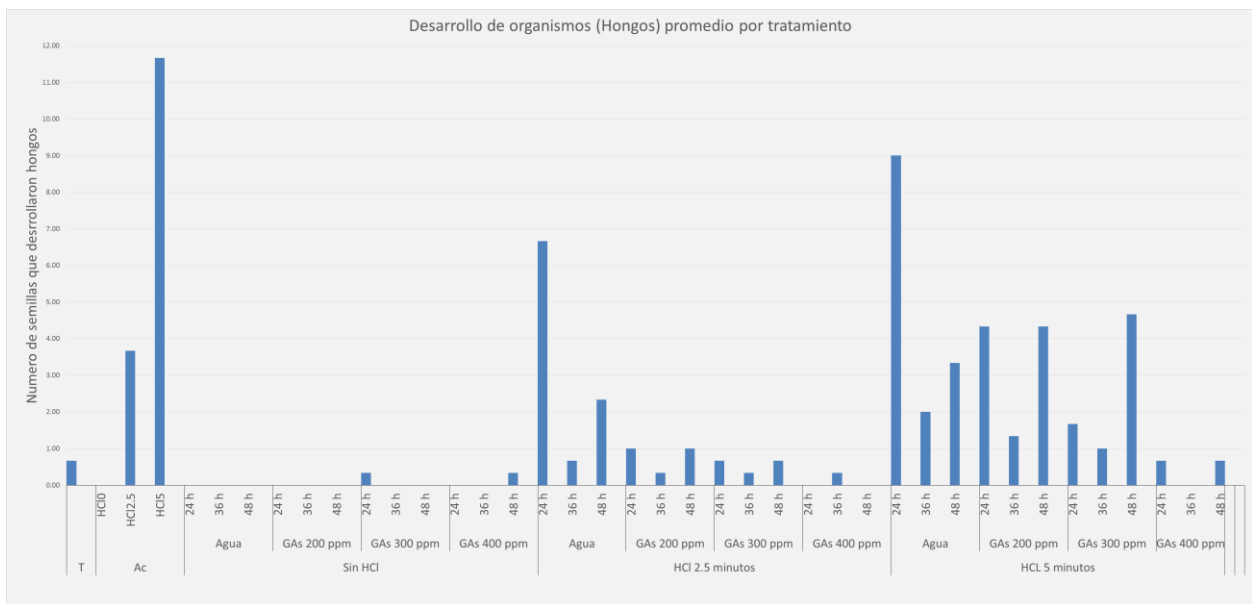
En cuanto al desarrollo de organismos (Hongos), en términos generales los tratamientos que habían permanecido en inmersión en HCl por más tiempo presentaron un mayor desarrollo de estos y siendo muy bajo o nulo en los tratamientos que no incluyeron inmersión en ácido clorhídrico (**Gráfica 5**), mientras que de manera particular tomando en cuenta el resultado para cada tratamiento los que presentaron un mayor desarrollo de hongos en orden descendente fueron: inmersión en HCl por cinco minutos y en agua a 50°, inmersión en HCl por cinco minutos y en agua por 24 horas e inmersión en HCl por 2.5 minutos y en agua por 24 horas.



**Gráfica 4.** Germinación por día para los distintos tratamientos aplicados a *R. cholepensis*.

Level	Least Sq Mean
HCl0G448 A	97.000000
HCl0G224 A B	96.666667
HCl0G424 A B	96.666667
HCl0G336 A B	96.333333
HCl2G236 A B C	95.666667
HCl2G448 A B C	95.666667
HCl0G436 A B C D	95.000000
HCl0G324 A B C D	94.666667
HCl2G424 A B C D	94.666667
HCl2G224 A B C D	94.333333
HCl2G324 A B C D	94.333333
HCl2G336 A B C D	94.333333
HCl2G024 A B C D	94.000000
HCl0G236 A B C D	93.333333
HCl0G248 A B C D	93.333333
HCl2G248 A B C D	93.333333
HCl2G436 A B C D	93.333333
Testigo A B C D	93.333333
HCl2G036 A B C D E	92.666667
HCl2G348 A B C D E	92.333333
HCl0G348 A B C D E	91.333333
HCl0G024 A B C D E	91.000000
HCl2Ac A B C D E	91.000000
HCl0Ac A B C D E	90.333333
HCl2G048 A B C D E	90.000000
HCl5G424 A B C D E F	88.333333
HCl5G024 A B C D E F	87.333333
HCl5G024 A B C D E F	87.333333
HCl5G324 A B C D E F	87.333333
HCl0G036 A B C D E F	87.000000
HCl0G048 A B C D E F	86.666667
HCl5G448 A B C D E F	85.333333
HCl5G348 A B C D E F	84.666667
HCl5G224 B C D E F	84.333333
HCl5G048 C D E F	83.666667
HCl5G236 C D E F	83.666667
HCl5G248 C D E F	83.666667
HCl5G436 C D E F	83.666667
HCl5Ac D E F	83.000000
HCl5G036 E F	80.666667
HCl5G336 F	76.333333

**Figura 3.** Análisis estadístico de germinación. La nomenclatura de la combinación de los tratamientos es la siguiente: Ácido clorhídrico (HCl), seguido del número que indica los minutos de inmersión, 2,5 (representado por "2"), 5 y 10, Giberelinas (G), seguido de un número que indica la concentración, 0ppm (0), 200ppm (2), 300ppm (3), 400ppm (4) y 500ppm (5), por último las horas de inmersión. Ejemplo: HCl10G448 se traduce como "inmersión en ácido clorhídrico por 10 minutos seguido de inmersión en giberelinas a 400ppm por 48 horas"



**Gráfica 5.** Desarrollo de organismos (hongos) para los distintos tratamientos aplicados a *R. chalapensis*.

## - Charolas

Mediante el análisis estadístico (**Figura 4**) de las distintas variables evaluadas se determinó que para emergencia, mortalidad, porcentaje de supervivencia y porcentaje de humedad en la planta no se habían presentado diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, sin embargo, para las variables que reflejaban el desarrollo de la planta (peso húmedo y seco de planta, alto y ancho de planta y largo y ancho de raíz) la diferencia fue estadísticamente significativa entre sustratos, es decir entre los tratamientos que se evaluaron en un mismo sustrato no había diferencia estadística significativa, pero al comparar un tratamiento en distintos sustratos (Sunshine mix #3 y agrolita con tezontle) se presenta una diferencia estadística significativa, siendo el sunshine mix #3 en donde las plantas presentaron un mayor desarrollo, destacando en la aparición de las hojas verdaderas (**Graficas 1 a 4 de anexos**), así mismo en este sustrato hubo una mayor velocidad y uniformidad de emergencia (**Gráfica 6**), esto probablemente se debió principalmente a su mayor capacidad de mantener la humedad, ya que en la agrolita con tezontle esta se mantenía por menos tiempo, lo que pudo haber dificultado la absorción de nutrientes y agua por parte de la planta, la presencia de hormigas y pulgones se presentó en el sustrato Sunshine mix #3, sin embargo no tuvo una influencia apreciable en los resultados obtenidos, probablemente a la acción oportuna para su eliminación.

### Análisis estadístico de variables

Emergencia		Mortalidad		Supervivencia (#)		Supervivencia (%)	
Level	Least Sq Mean	Level	Least Sq Mean	Level	Least Sq Mean	Level	Least Sq Mean
S3HCI2G2-24 A	96.333333	ATHCI2G2-24 A	20.000000	S3HCI2G2-24 A	86.666667	S3HCI2G2-24 A	89.944057
S3HCI2G3-24 A	93.000000	ATHCI2G3-24 A	14.000000	S3HCI2G3-24 A B	80.333333	ATHCI2G4-24 A	89.341562
ATHCI2G2-24 A	88.666667	S3HCI2G4-24 A	13.333333	ATHCI2G4-24 A B	74.666667	S3HCI2G3-24 A	86.403509
ATHCI2G3-24 A	86.666667	S3HCI2G3-24 A	12.666667	ATHCI2G3-24 A B	72.666667	S3HCI2G4-24 A	84.223594
S3HCI2G4-24 A	84.666667	S3HCI2G2-24 A	9.666667	S3HCI2G4-24 B	71.333333	ATHCI2G3-24 A	83.792240
ATHCI2G4-24 A	84.000000	ATHCI2G4-24 A	9.333333	ATHCI2G2-24 B	68.666667	ATHCI2G2-24 A	77.411477

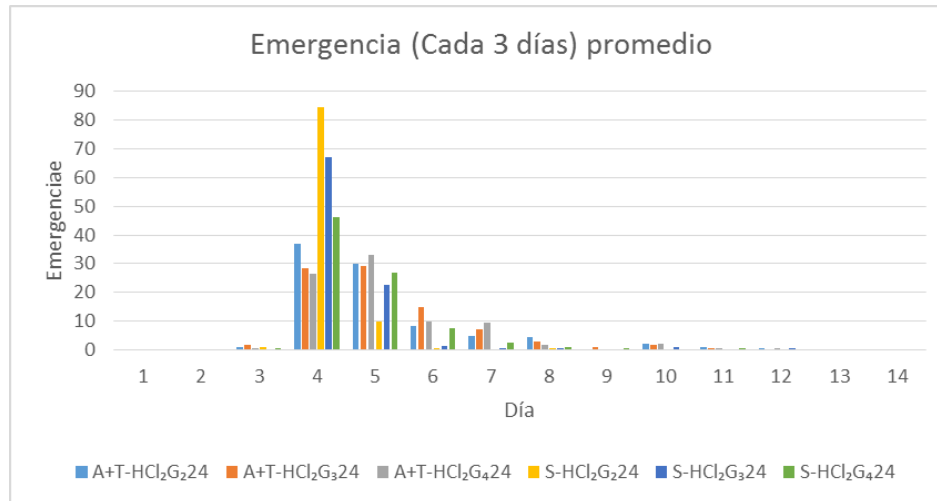
  

Peso húmedo		Peso seco		% de Humedad		Alto de planta	
Level	Least Sq Mean	Level	Least Sq Mean	Level	Least Sq Mean	Level	Least Sq Mean
S3HCI2G2-24 A	0.85000000	S3HCI2G3-24 A	0.09670000	S3HCI2G4-24 A	88.414773	S3HCI2G2-24 A	22.743333
S3HCI2G4-24 A	0.81000000	S3HCI2G4-24 A	0.09336667	S3HCI2G2-24 A	88.216814	S3HCI2G4-24 A	21.696667
S3HCI2G3-24 A	0.77333333	S3HCI2G2-24 A	0.09330000	S3HCI2G3-24 A	87.365177	S3HCI2G3-24 A	21.540000
ATHCI2G4-24 B	0.36333333	ATHCI2G4-24 B	0.05300000	ATHCI2G2-24 A	86.462233	ATHCI2G3-24 B	15.660000
ATHCI2G3-24 B	0.29666667	ATHCI2G3-24 B	0.04300000	ATHCI2G3-24 A	85.591139	ATHCI2G2-24 B	15.030000
ATHCI2G2-24 B	0.29000000	ATHCI2G2-24 B	0.03933333	ATHCI2G4-24 A	85.468937	ATHCI2G4-24 B	14.860000

Ancho de planta		Largo de raíz		Ancho de raíz	
Level	Least Sq Mean	Level	Least Sq Mean	Level	Least Sq Mean
S3HCI2G2-24 A	24.006667	S3HCI2G2-24 A	24.006667	S3HCI2G4-24 A	52.583333
S3HCI2G4-24 A	23.236667	S3HCI2G4-24 A	23.236667	S3HCI2G3-24 A	51.623333
S3HCI2G3-24 A	21.350000	S3HCI2G3-24 A	21.350000	S3HCI2G2-24 A	46.286667
ATHCI2G4-24 B	17.760000	ATHCI2G4-24 B	17.760000	ATHCI2G4-24 B	20.046667
ATHCI2G3-24 B	17.670000	ATHCI2G3-24 B	17.670000	ATHCI2G3-24 B	18.916667
ATHCI2G2-24 B	16.203333	ATHCI2G2-24 B	16.203333	ATHCI2G2-24 B	16.753333

**Figura 4.** Análisis estadístico de variables, emergencia, mortalidad, supervivencia, peso húmedo y seco de planta (g), % de humedad, alto y ancho de planta (mm) y largo y ancho de raíz (mm).



**Gráfica 6.** Distribución de la emergencia en sustratos Agrplita con tezontle (A+T) y Sunshine mix #3 (s) para los distintos tratamientos aplicados a *R. chalepensis*.

## CONCLUSIONES

### *Foeniculum vulgare* Mill.

- El tratamiento pre germinativo que arrojó mejores resultados fue la inmersión en Giberelinas en concentración de 300ppm por 24 horas.
- En cuanto a emergencia y mortalidad el sustrato que mostro mejores resultados fue la espuma fenólica, sin embargo en vigor y desarrollo de la planta el mejor sustrato fue el sunshine mix #3.

### *Ruta chalepensis* L.

- Estadísticamente no hubo diferencia significativa en la emergencia total entre los tratamientos pregerminativos con periodos de inmersión en HCl menores a cinco minutos
- La inmersión en HCL incremento la velocidad de germinación en las semillas.
- Periodos prolongados de inmersión en HCL (10 minutos para este estudio) adelgazan demasiado la testa (hasta en 53% según las pruebas realizadas) e incrementan la probabilidad de desarrollo de organismos como hongos.
- Los resultados del estudio mostraron que la inmersión en concentraciones de giberelinas mayores a 200 ppm disminuye la emergencia
- En los sustratos no se presentó diferencia estadística significativa en emergencia y mortalidad, sin embargo, la velocidad de emergencia fue más rápida en el sunshine mix #3.
- En cuanto a desarrollo de planta (alto, ancho, hojas verdaderas y raíz) la diferencia fue estadísticamente significativa entre sustratos, siendo mejor el sunshine mix #3.
- De las combinaciones de tratamientos pregerminativos y sustrato evaluadas, la que arrojó mejores resultados fue la inmersión en HCl por 2.5 minutos junto con inmersión en giberelinas a 200ppm sembradas en sunshine mix #3.

## RECOMENDACIONES

Es necesario realizar más estudios y repeticiones de los experimentos presentados en este reporte para corroborar y reforzar datos.

## BIBLIOGRAFÍA

- 2002 Perlindustria S.L.U. (2019). Ficha Técnica, Perlita V6 [infografía]. <https://bit.ly/3HmtxwI>
- Azcón, J., Talon, M. (2013). Fundamentos de fisiología vegetal, segunda edición. McGRAW-HILL - Interamericana de España, Publicacions i Edicions UBe. 399-420
- Benavides, V., Gonzales, J., Pino, J. & Rojas, R. (2007). Efecto embriotóxico y teratogénico de *Ruta chalepensis* L. «ruda», en ratón (*Mus musculus*). Rev. Peru. biol. 13(3), Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. <https://bit.ly/3t9QLkq>
- Cervantes, V., Chimal, A. & Ortiz, L. (2017). Manual de cultivo y conservación de plantas medicinales. Universidad Autónoma Metropolitana.
- CONABIO. (s. f.). *Foeniculum vulgare* Mill., Hinojo. Consultado el 22 de febrero del 2022. <https://bit.ly/3sY2O44>
- Cysa (s.f.). ÁCIDO CLORHÍDRICO [Hoja de datos de seguridad], consultado el 25 de febrero del 2022. <https://bit.ly/3M5GXk1>
- Datiles, M. & Popay, I. (s. f.). *Foeniculum vulgare* (fennel). CABI. Consultado el 22 de febrero del 2022. <https://bit.ly/3BXWaiw>
- FAO. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales. <https://bit.ly/3MbGMUC>
- Fierro, A., Osuna, A. & Osuna, H. (2017). Manual de propagación de plantas superiores. Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma Metropolitana. <https://bit.ly/35twzBT>
- GRC Agroindustrial, S.A. (2007). Germinating Mix # 3, Mezcla profesional para cultivos en semillero. <https://bit.ly/3pcousr>
- Larazabal, M. (2019). Sustrato de Fibra de Coco. Tipos, Formatos, Características y Propiedades. AGRO bialar marketing. <https://bit.ly/3t7TMll>
- Maruplast, tecnologías en invernadero. (2019). Ficha Técnica HIDROFOAM, Espuma fenólica [infografía]. <https://bit.ly/3vcoFaX>
- Ministerio de salud. (2010). Medicamentos Herbales Tradicionales, Gobierno de Chile. 179-180. <https://bit.ly/3K2Mk1K>
- Ocampo, R. & Valverde, R. (2000). Manual de cultivo y conservación de plantas medicinales. enda caribe, TRAMIL.
- Quezada, G. (2005). Conociendo los sustratos para sembrar plantas. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. <https://bit.ly/3slJTBj>
- Rios, Y. (2016). Evaluación anatómica e histológica del efecto de la infusión de la Ruda (*Ruta chalepensis* L.) en la implantación de ratones NIH [Tesis de licenciatura, Instituto Politecnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas]. Repositorio Dspace. <https://bit.ly/3vqcRBY>
- Rodríguez, E., Salcedo, E., Rodríguez, R., González, D. R. & Mena, S. (2013). Reúso del tezontle: efecto en sus características físicas y en la

producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Revista Terra Latinoamericana, 31(4). pp. 275-284. <https://bit.ly/3Hifg3>

## ANEXOS

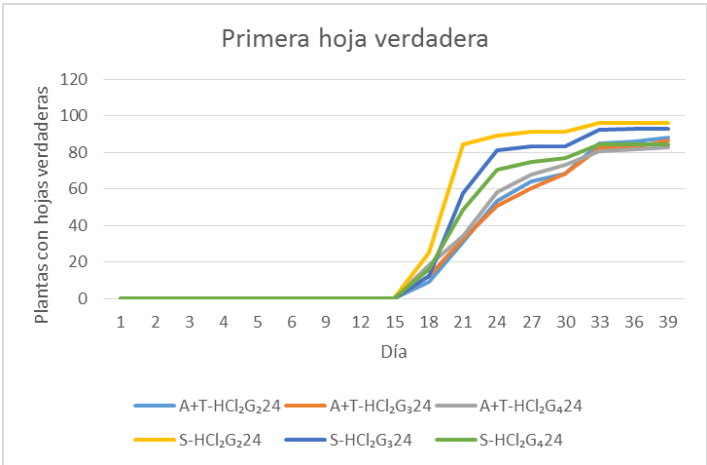
Actividad	Marca
Evaluación de semillas	E
Cam. H. Hinojo	CH
Charolas Hinojo	CaH
Inmerciones (HCl o Gas)	IHG
Cam. H. Ruda	CR
Charolas Ruda	CaR
Evaluación de sustratos	ES
Cuidado de plantas hasta transplante	C
Transplante de planta	T

**Anexo 1.** Nomenclatura y color asignados para representar las distintas actividades en el cronograma de trabajo del servicio social.

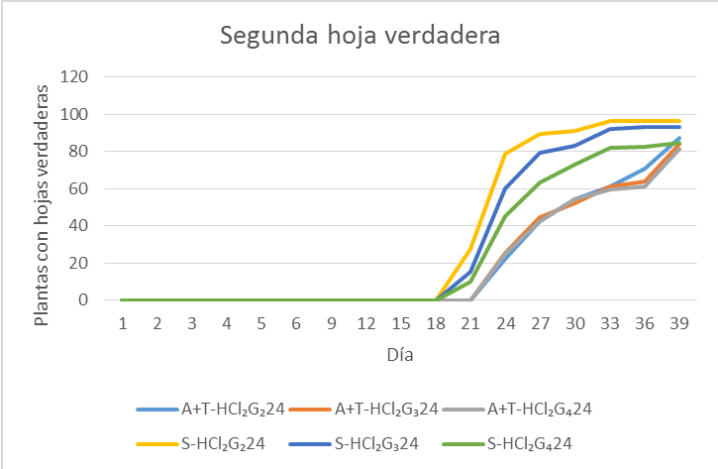
Calendario de actividades						
Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
14/03/2022	15/03/2022	16/03/2022	17/03/2022	18/03/2022	19/03/2022	20/03/2022
E	E	E		IHG	IHG	IHG
21/03/2022	22/03/2022	23/03/2022	24/03/2022	25/03/2022	26/03/2022	27/03/2022
CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
28/03/2022	29/03/2022	30/03/2022	31/03/2022	01/04/2022	02/04/2022	03/04/2022
CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
04/04/2022	05/04/2022	06/04/2022	07/04/2022	08/04/2022	09/04/2022	10/04/2022
CH				IHG	IHG	IHG
11/04/2022	12/04/2022	13/04/2022	14/04/2022	15/04/2022	16/04/2022	17/04/2022
CaH	CaH	CaH	CaH	CaH	CaH	CaH
18/04/2022	19/04/2022	20/04/2022	21/04/2022	22/04/2022	23/04/2022	24/04/2022
CaH	CaH	CaH	CaH	CaH	CaH	CaH
25/04/2022	26/04/2022	27/04/2022	28/04/2022	29/04/2022	30/04/2022	01/05/2022
CaH	CaH	CaH	CaH	CaH	CaH	CaH
02/05/2022	03/05/2022	04/05/2022	05/05/2022	06/05/2022	07/05/2022	08/05/2022
CaH	CaH	CaH	CaH	CaH	CaH	CaH
09/05/2022	10/05/2022	11/05/2022	12/05/2022	13/05/2022	14/05/2022	15/05/2022
CaH	CaH	CaH	CaH	CaH	CaH	CaH
16/05/2022	17/05/2022	18/05/2022	19/05/2022	20/05/2022	21/05/2022	22/05/2022
CaH	CaH	CaH	CaH	CaH	CaH	
23/05/2022	24/05/2022	25/05/2022	26/05/2022	27/05/2022	28/05/2022	29/05/2022
C	C	C	C	C	C	
30/05/2022	31/05/2022	01/06/2022	02/06/2022	03/06/2022	04/06/2022	05/06/2022
C	C	C	C	C	C	
06/06/2022	07/06/2022	08/06/2022	09/06/2022	10/06/2022	11/06/2022	12/06/2022
C	T	T	T			
13/06/2022	14/06/2022	15/06/2022	16/06/2022	17/06/2022	18/06/2022	19/06/2022
20/06/2022	21/06/2022	22/06/2022	23/06/2022	24/06/2022	25/06/2022	26/06/2022
ES	ES	ES	ES	ES	ES	
27/06/2022	28/06/2022	29/06/2022	30/06/2022	01/07/2022	02/07/2022	03/07/2022
	IHG (HCI)	IHG	IHG	IHG		
04/07/2022	05/07/2022	06/07/2022	07/07/2022	08/07/2022	09/07/2022	10/07/2022
CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR
11/07/2022	12/07/2022	13/07/2022	14/07/2022	15/07/2022	16/07/2022	17/07/2022
CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR
18/07/2022	19/07/2022	20/07/2022	21/07/2022	22/07/2022	23/07/2022	24/07/2022
CR	CR	CR	CR			
25/07/2022	26/07/2022	27/07/2022	28/07/2022	29/07/2022	30/07/2022	31/07/2022
IHG (HCI)	IHG	IHG				
		CaR	CaR	CaR	CaR	CaR
01/08/2022	02/08/2022	03/08/2022	04/08/2022	05/08/2022	06/08/2022	07/08/2022
CaR	CaR	CaR	CaR	CaR	CaR	CaR
08/08/2022	09/08/2022	10/08/2022	11/08/2022	12/08/2022	13/08/2022	14/08/2022
CaR	CaR	CaR	CaR	CaR	CaR	CaR
15/08/2022	16/08/2022	17/08/2022	18/08/2022	19/08/2022	20/08/2022	21/08/2022
CaR	CaR	CaR	CaR	CaR	CaR	CaR
22/08/2022	23/08/2022	24/08/2022	25/08/2022	26/08/2022	27/08/2022	28/08/2022
CaR	CaR	CaR	CaR	CaR	CaR	CaR
29/08/2022	30/08/2022	31/08/2022	01/09/2022	02/09/2022	03/09/2022	04/09/2022
CaR	CaR	CaR	CaR	CaR	CaR	CaR
05/09/2022	06/09/2022	07/09/2022	08/09/2022	09/09/2022	10/09/2022	11/09/2022
CaR	CaR	CaR	C	C	C	
12/09/2022	13/09/2022	14/09/2022	15/09/2022	16/09/2022	17/09/2022	18/09/2022
C	C	C	T	T		

Anexo 2. Cronograma de actividades del servicio social.

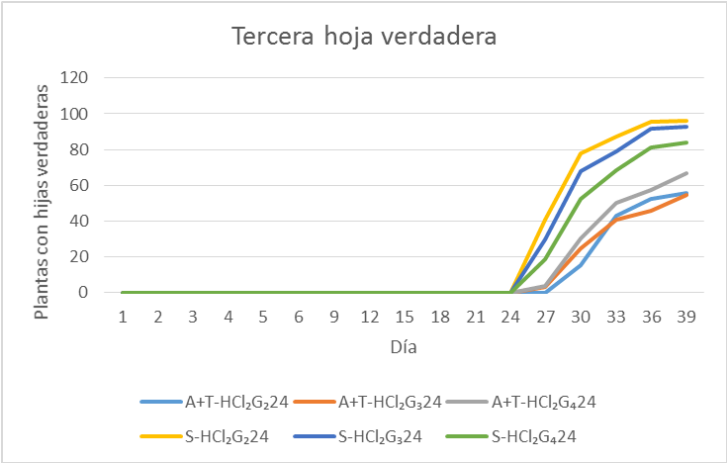




**Anexo 3.** Gráfica de datos acumulados de la primera hoja verdadera.

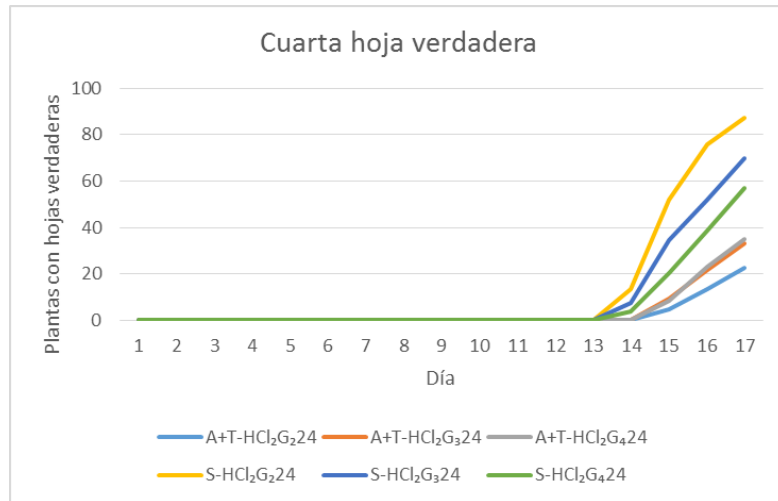


**Anexo 4.** Gráfica de datos acumulados de la segunda hoja verdadera.



**Anexo 5.** Gráfica de datos acumulados de la tercera hoja verdadera.





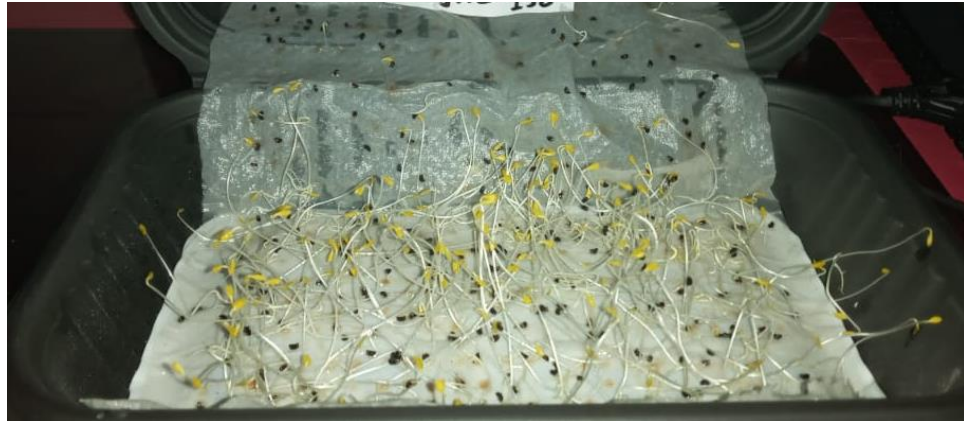
**Anexo 6.** Gráfica de datos acumulados de la cuarta hoja verdadera.



**Anexo 7.** Cámara húmeda *Foeniculum vulgare* Mill.



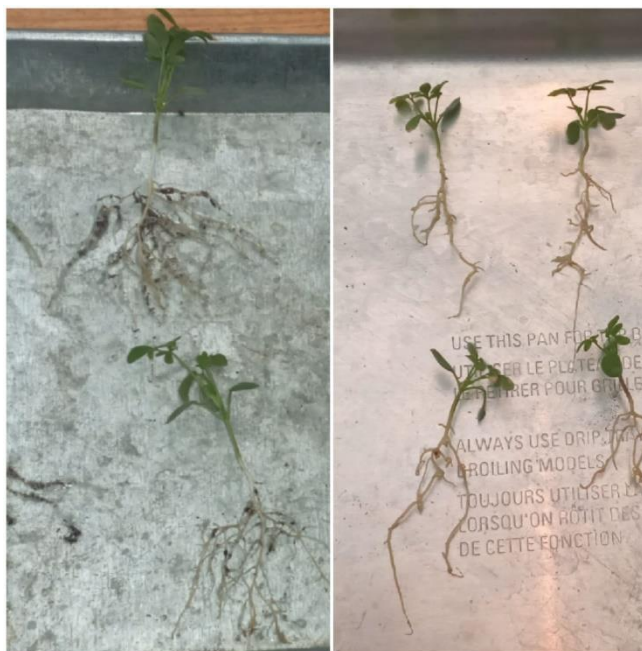
**Anexo 8.** Comparación entre las plantas de *F. vulgare* Mill sembradas en los sustratos sunshine mix #3 (S), espuma fenólica (E), fibra de coco (F) y agrolita con tezontle (A+T) (elegidas aleatoriamente).



**Anexo 9.** Cámara húmeda *Ruta chalepensis* L.



**Anexo 10.** Plantas de *R. chalepensis* en sustratos agrolita con tezontle y sunshine mix #3, se puede apreciar la diferencia de tamaño y desarrollo de entre las plantas.



**Anexo 11.** Comparación entre las plantas de *R. chalepensis* sembradas en sunshine mix #3 (izquierda) y agrolita con tezontle (derecha), se puede apreciar un mayor desarrollo de hojas, tallo y raíz en las primeras.