

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

Multiplicación *in vitro* de dos especies de solanáceas
oaxaqueñas: *Jaltomata procumbens* y *Solanum lycopersicum*
var. cerasiforme

Prestador de servicio social: Juan Daniel Salazar Castillo
Matrícula: 2153059264

Asesor interno:
M. en C. Dorys Primavera Orea Coria
Número económico: 16435

Asesor externo: Armando Medrano Valverde
Número económico: 13211

Lugar de realización: Laboratorio de Docencia en Cultivo de Tejidos Vegetales.
DPAA. UAM-Xochimilco

Fecha de inicio y término:
10 de junio del 2019 al 10 diciembre del 2019.

INDICE

I.	RESUMEN.....	1
II.	INTRODUCCIÓN.....	2
III.	MARCO TEÓRICO.....	3
IV.	OBJETIVO GENERAL.....	6
V.	OBJETIVOS PARTICULARES	7
VI.	METODOLOGÍA.....	7
VII.	ACTIVIDADES REALIZADAS	10
VIII.	OBJETIVOS Y METAS ALCANZADAS.....	10
IX.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
X.	CONCLUSIÓN.....	17
XI.	RECOMENDACIONES	17
XII.	BIBLIOGRAFÍA.....	18
XIII.	ANEXOS.....	20

I. RESUMEN

El objetivo general de esta investigación fue lograr el establecimiento aséptico de semillas de dos solanáceas silvestres del Yetla de Juárez, Santo Domingo Tonalá, Oaxaca. Las especies fueron jaltomate (*Jaltomata procumbens*) y jitomate de fruto pequeño (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*). Se cuantificó el porcentaje de germinación durante el establecimiento aséptico. En un primer experimento, a las semillas de ambas especies no se les dio ningún tratamiento pre-germinativo, dando como resultado para jaltomate del 29.5%, mientras que para el jitomate fue de 3.25%. Estos resultados son aproximados a los encontrados por otros autores en materiales provenientes de condiciones agroecológicas similares. Se probó el efecto de las giberelinas de dos fuentes diferentes, como estimulantes de la germinación en un segundo experimento. Para el jaltomate se presentó un incremento sustancial en el porcentaje de germinación, con ambos productos hasta un 66.5% en promedio. En el caso del jitomate, el incremento fue menor, puesto que subió solamente al 5.5% en promedio. Se probaron otras concentraciones de ácido giberélico en un tercer experimento, registrándose hasta un 90% de germinación en jaltomate. Sin embargo, en jitomate no se observaron resultados favorables. Quizá se cometieron errores al preparar los tratamientos. Con las plántulas obtenidas se decidió probar la capacidad de multiplicación *in vitro* contrastando el uso de dos citocininas diferentes. Se observó la respuesta positiva de ambas especies para poder ser micropropagadas. Con la citocinina Kinetina se obtuvieron mejores resultados en el mejor desarrollo de tallos y hojas a comparación de la Benciladenina. En términos generales existen niveles bajos de germinación de las especies silvestres trabajadas. En variedades nativas de *Solanum lycopersicum*, Adame (2019) encontró porcentajes de germinación entre el 83% y el 98%.

I. INTRODUCCIÓN

La familia *Solanaceae* se encuentra asignada al orden *Solanales*, junto con *Convolvulaceae*, *Hydroleaceae*, *Montiniaceae* y *Sphenocleaceae*. Contiene aproximadamente 96 géneros y 2,300 especies. Presenta distribución cosmopolita, con mayor frecuencia en regiones tropicales, subtropicales y templadas, en un intervalo altitudinal de 0 a 4,000 m. Por otro lado, los agro-ecosistemas tradicionales han desempeñado un papel importante en la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad en las parcelas de cultivo y los huertos caseros, la que es eficaz para sortear los efectos de los factores bióticos y abióticos sobre la producción; también es una estrategia campesina para satisfacer las necesidades de alimento para la familia y generar algunos excedentes para venta en el mercado local (Rios et al., 2014).

Ha habido una considerable pérdida de diversidad en los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Nadie sabe cuánta diversidad llegó a existir en las especies domesticadas, de manera que es imposible determinar exactamente cuánto se ha perdido históricamente. Hoy en día, existe un reconocimiento creciente de que la pérdida de diversidad cultural de comunidades agrícolas tradicionales, así como los idiomas y las culturas indígenas, está estrechamente vinculada con la pérdida de diversidad biológica. Las comunidades indígenas y locales que conservan lenguas ancestrales están seriamente amenazadas por la asimilación lingüística y corren un grave riesgo de perder la soberanía sobre la tierra, los recursos y sus tradiciones culturales. En la medida en que se ven cada vez más marginadas, las comunidades pierden el conocimiento local, la capacidad innovadora, su sabiduría con respecto a las especies y los ecosistemas donde viven, de ahí surge un papel preponderante de las familias rurales en mantener o aumentar la diversidad local, incrementar sus niveles de producción y generar un entorno seguro en la producción de alimentos (Rios et al., 2014). Debido a su ubicación geográfica, la compleja historia geológica y la combinación de condiciones climáticas, México es el tercer país con mayor diversidad biológica del mundo y su riqueza florística se estima en alrededor de

26,500 especies. Sin embargo, a pesar de su importancia biológica, económica y cultural, se conoce poco la diversidad y distribución de varias familias que habitan en el territorio nacional; entre ellas *Solanaceae*, debido probablemente a la complejidad morfológica del grupo, al número de especies que contiene y a la diversidad de hábitats que coloniza. Aunado a que los trabajos taxonómicos y los reportes de diversidad que se han generado en diversos estados de la República no son suficientes para tener una visión general en torno a la riqueza y distribución que presenta la familia *Solanaceae* en México (Granados *et al.*, 2009).

El germoplasma nativo es de importancia por la heterogeneidad biológica, económica y cultural de la agricultura local. Constituye un recurso potencialmente valioso para la obtención de variedades mejoradas (Bonilla-Barrientos *et al.*, 2014). Tal es el caso de *Jaltomata procumbens* y *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* las cuales pueden aportar información genética importante para el mejoramiento de otras solanáceas.

En el presente trabajo se utilizaron las técnicas de cultivo de tejidos para la propagación de *Jaltomata procumbens* y *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* con el fin de obtener material vegetativo para futuras investigaciones en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales del DPAA.

II. MARCO TEÓRICO

La micropropagación es una de las aplicaciones de mayor impacto dentro del cultivo de tejidos vegetales y se define como la multiplicación asexual, basada en la totipotencia vegetal, realizada en condiciones *in vitro*. La obtención de plantas mediante micropropagación involucra una serie de etapas o fases que abarcan desde los procedimientos previos al establecimiento de los cultivos en forma aséptica, los que se encargan de la selección y manejo de la planta madre, el establecimiento mismo, la proliferación o multiplicación a través de subcultivos periódicos, el enraizamiento, que puede realizar *in vitro* hasta la aclimatación del material obtenido y su trasplante a condiciones de campo. Sobresale el enraizamiento, ya que algunas especies no presentan una respuesta consistente a la aplicación de hormonas que lo estimulan, y la aclimatación del material. La

aclimatación involucra aspectos relativos a la anatomía, fisiología y prácticas de manejo del material, que deben conocerse para aplicar procedimientos que permitan aclimatar el material vegetal y lograr su supervivencia, lo que constituye uno de los factores más limitantes de esta técnica (Cruz, 2012).

El objetivo final de esta técnica, es regenerar una planta completa a partir de un explante, ya sea vía organogénesis o embriogénesis somática. Las técnicas de cultivo *in vitro* son herramientas valiosas para el desarrollo de investigaciones básicas y aplicadas como el mejoramiento genético, la conservación de germoplasma, transformación genética y producción de plantas haploides, entre otras (Rangel *et al.*, 2016).

El jaltomate (*Jaltomata procumbens*) es una planta arbustiva con tallo succulento de color verde; hojas simples con borde liso; flores de color verde blanquecino o amarillo pálido; el fruto es una baya de color negro con semillas. Se distribuye por la República Mexicana sobre todo en climas templados y húmedos (Saldívar *et al.*, 2010). Hábito y forma de vida: hierba erecta o decumbente, pilosa. Tamaño: De 60 a 90 cm de largo o más. Tallo: Grueso, anguloso y algo succulento. Hojas: con pecíolo de 0.5 a 5 cm de largo, algunas veces ligeramente alado, láminas ovadas a elípticas, de 4 a 12 cm de largo y de 3 a 8 cm de ancho, acuminadas en el ápice, atenuadas en la base. Inflorescencia: umbelas con 2 a 8 flores, pedúnculos de 1 a 4 cm de largo, pedicelos de 1 a 2 cm de largo. Flores: cáliz de 4 a 5 mm de largo en la floración, acrescente en el fruto y ampliamente abierto bajo la baya, de 2 a 2.5 cm de ancho, los lóbulos agudos; corola blanco verdosa o de color paja, limbo de 1 a 4 cm de ancho; filamentos de 3.5 a 4.5 mm de largo, densamente pubescentes en la base y más arriba sin pelos, anteras de 2 a 2.5 mm de largo; estilo de cerca de 5 mm de largo. Frutos y semillas: El fruto es una baya purpúrea o negra, de 10 a 12 mm de diámetro, subglobosa, muy jugosa; semillas de contorno obovado, de 1.5 a 2 mm de largo y 1.4 a 1.9 mm de ancho, reticulado-foveoladas (con pequeñas fosas), color café oscuro (Pichardo, 2009).

El tomate *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* en México, es una de las principales plantas silvestres las cuales se utilizan para mejoramiento genético y obtener variedades que se siembran para exportación (Chávez-Servia *et al.*, 2011).

De acuerdo con Garzón (2011), el tallo principal tiene 2 a 4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Éste tiene la propiedad de emitir raíces cuando se pone en contacto con el suelo. Las hojas son compuestas imparipinadas con siete a nueve folíolos, los cuales generalmente son peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. Se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El sistema radical del tomate es superficial y está constituido por la raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. La flor es perfecta o hermafrodita, regular e hipógina y consta de cinco o más sépalos y de seis o más pétalos; tiene un pistilo con cinco estambres, unidos en sus anteras y formando un tubo que encierra el pistilo. El pistilo está compuesto de un ovario, el ovario tiene entre dos y 20 óvulos. Las flores se agrupan en racimos simples ramificados que se desarrollan en el tallo y en las ramas del lado opuesto a las hojas. Un racimo puede reunir de cuatro a 20 flores. El color de las flores es amarillo y su tamaño es de 1 a 2 cm de diámetro. Existen estudios donde se afirma que las abejas no son las polinizadoras del tomate *cerasiforme*, ya que la flor no presenta néctar en sus flores que logre atraer los insectos. Sin embargo, algunas especies de abejas nativas hacen el trabajo de polinizadores, mejorando la producción de frutos. Los frutos son de tamaño muy pequeño, de 1 a 3 cm de diámetro, con un peso promedio de 10 g, agrupándose en ramilletes de 15 o más frutos; existen gran variedad de colores tales como amarillos, rojos, rosados y naranjas. Pueden ser tipo pera o redondo y son biloculares. La semilla es pequeña, con dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm; pueden ser de forma globular, ovalada, achatada, ligeramente alongada, plana, arriñonada o triangular con la base puntiaguda.

En el estado de Veracruz, sus poblaciones se encuentran en una gran variedad de ecosistemas, desde el manglar (14 msnm) hasta bosques de pino-encino (2100 msnm). También en zonas perturbadas como las agrícolas y ganaderas. El rango

de temperatura en que se ha encontrado es muy amplio de 5°C a 34°C (Délices *et al.*, 2019).

Por otro lado, los agro-ecosistemas tradicionales han desempeñado un papel importante en la conservación *in situ* la agro-biodiversidad en las parcelas de cultivo y los huertos caseros, la que es eficaz para sortear los efectos de los factores bióticos y abióticos sobre la producción; también es una estrategia campesina para satisfacer las necesidades de alimento para la familia y generar algunos excedentes para venta en el mercado local. En esos espacios de producción se preservan diversos acervos genéticos de la agro-diversidad nativa, combinaciones de la diversidad cultivada con la silvestre y, en ciertos casos, variedades comerciales que fueron liberadas varios años atrás, poco se conoce del material silvestre; en términos de su potencial nutricional y características de calidad postcosecha (Rios *et al.*, 2014).

Las giberelinas están implicadas directamente en el control y promoción de la germinación de las semillas; el ácido giberélico (AG₃) puede romper la latencia de las semillas y remplazar la necesidad de estímulos ambientales, tales como la luz y temperatura (Saldívar *et al.*, 2010). En el desarrollo de este servicio social, para los tratamientos se utilizaron productos comerciales de ácido giberélico, como reactivo de AG₃ con 90 % ingrediente activo de la marca Sigma-Aldrich y de un producto comercial (ATSACIGEB) que contiene 10.66 % AG₃.

El clima presente en la localida de Yetla de Juárez Santo Domingo Tonalá, Oaxaca el tipo de clima es Cwa, que se localiza en la mayor parte de las montañas del centro y Sur de México, y en la porción Sur de la Altiplanicie Mexicana en donde la precipitación orográfica aumenta en verano por los movimientos convectivos del aire y por la afluencia de los ciclones tropicales (García, 1964).

III. OBJETIVO GENERAL

Establecimiento aséptico de semillas de jaltomate (*Jaltomata procumbens*) y jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) con la finalidad de propagar material genético para investigaciones futuras.

IV. OBJETIVOS PARTICULARES

Cuantificar la germinación de la siembra *in vitro* de las dos especies.

Participar en todas las actividades del Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la UAM-Xochimilco.

V. METODOLOGÍA

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales del DPAA en la UAM-X.

Germinación *in vitro*

Los frutos de jaltomate (*Jaltomata procumbens*) y jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) fueron recolectados a las orillas de terrenos de siembra de maíz y frijol, ambas especies silvestres en la comunidad de Yetla de Juárez, Santo Domingo Tonalá, Oaxaca (Figs. 1 y 2).

En el laboratorio se extrajeron las semillas de frutos maduros de ambas especies (Figs. 3, 4 y 5).

Se realizaron tres experimentos de germinación, todos con el diseño completamente al azar. Las variables observadas fueron días a germinación (PG) y porcentaje de germinación (PG).

El procedimiento para la desinfestación de las semillas fue el siguiente:

- ❖ Selección de semillas grandes, completas y aparentemente sanas.
- ❖ Lavado con agua jabonosa y enjuague con agua corriente.
- ❖ En la campana de flujo laminar, lavado con una solución de etanol al 70% durante dos minutos y en una solución de cloro comercial al 30% durante 10 minutos. Enjuagues con agua destilada estéril.

En todos los experimentos, las semillas fueron sembradas en cajas Petri con medio Murashige y Skoog modificado.

La preparación del medio de cultivo se llevó a cabo con los siguientes pasos (Fig. 6):

- Añadir las soluciones concentradas de macro, micronutrientes y vitaminas.
- Añadir fuente de carbono.
- Aforar al volumen deseado.

- Ajustar pH.
- Agregar y diluir el gelificante.
- Diluir en recipientes.
- Esterilizar los recipientes con el medio de cultivo.

Las cajas Petri con semillas establecidas asépticamente, fueron transferidas al área de incubación del laboratorio con una temperatura de 23° y un fotoperiodo de 8 h luz y 16 h de oscuridad.

Se llevaron a cabo dos experimentos para evaluar la germinación de las dos especies.

- **Experimento 1.** Se utilizaron 400 semillas de cada especie sin tratamiento pre-germinativo, las cuales fueron sembradas 20 semillas asépticamente en cada caja Petri para después realizar el conteo de las semillas germinadas.
- **Experimento 2.** Para un primer acercamiento al uso de las giberelinas, se realizó este experimento. Se utilizaron 700 semillas de cada especie con tratamiento pre-germinativo que fueron sembradas asépticamente. Los tratamientos probados fueron dos fuentes diferentes de ácido giberélico: un producto comercial y un reactivo químico. Las fuentes y concentraciones se muestran en la Tabla 1.

La fuente de ácido giberélico utilizadas fue el reactivo AG₃ Sigma™ con 90 % de ingrediente activo y el un producto comercial Atsacigeb que contiene 10.66 % AG₃. Se prepararon 100 ml de cada tratamiento con las concentraciones que se muestran en la Tabla 1.

Se utilizaron 100 semillas de cada especie por cada tratamiento, las cuales se imbibieron durante 24 horas en cada uno de ellos (Fig. 7). Se retomó la metodología anterior de desinfestación y siembra aséptica en 4 frascos de vidrio con 25 semillas en cada tratamiento. Los datos de germinación se colectaron a los 40 días después de la siembra aséptica.

Tabla 1. Tratamientos con dos fuentes de ácido giberélico para el experimento 2 de germinación *in vitro*.

Producto	Testigo	Atsacigeb		Reactivo de AG ₃ Sigma			
Tratamiento	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Concentración (ppm)	Agua destilada	5	27	45	225	270	315

- Posteriormente se realizó un **tercer experimento** en el cual se ocuparon otras concentraciones de los mismos productos como se aprecia en la Tabla 2.

En cada tratamiento se utilizaron 100 semillas las cuales fueron desinfectadas y sembradas *in vitro*, con la metodología ya indicada (Fig. 8).

Tabla 2. Tratamientos con dos fuentes de ácido giberélico para el experimento 3 de germinación *in vitro*.

Producto	Testigo	Atsacigeb				Reactivo de AG ₃ Sigma			
Tratamiento	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
Concentración (ppm)	Agua destilada	200	50	300	350	200	250	300	350

De la misma forma, se retomó la metodología anterior de desinfección y siembra aséptica en 4 frascos de vidrio por tratamiento con 25 semillas en cada uno. Los datos de germinación se colectaron a los 40 días después de la siembra aséptica (Figs. 9,10 y 11).

➤ **Multiplicación clonal**

Las plántulas obtenidas en la germinación se transfirieron a un nuevo medio de cultivo, en condiciones asépticas para iniciar la micropropagación. Se probaron dos tratamientos: 12 ml de la solución de Kinetina (Kin) y 12 ml de Bencilaminopurina (BA). Las plántulas de jaltomate (*Jaltomata procumbens*) y jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum var. cerasiforme*) se trasplantaron a 10 frascos con 4 plántulas en cada tratamiento de multiplicación.

VI. ACTIVIDADES REALIZADAS

Se preparó medio de establecimiento para siembra de las solanáceas silvestres de este trabajo, después se continuó con la siembra de las semillas.

Se realizó la esterilización y lavado de frascos contaminados provenientes del periodo de huelga.

Se preparó medio de cultivo y se trasplantaron las plántulas de las especies de plantas (insectívoras y cactus,) que se tienen en el laboratorio.

Toma de datos en variables a estudiar de las especies de jaltomate (*Jaltomata procumbens*) y jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*).

VII. OBJETIVOS Y METAS ALCANZADAS

Se pudo cuantificar la germinación y establecimiento *in vitro* de las dos especies, también se pudo participar en todas las actividades dentro del laboratorio de Cultivo de Tejidos de la UAM-Xochimilco entre ellas la propagación de diferentes especies que tienen un fin académico y de investigación.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1.

De acuerdo con los resultados registrados en las Tabla 3 y 4, del total de las 400 semillas de jaltomate, únicamente germinaron 118, lo que representa el 29.5% de germinación; mientras que para *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* solamente germinaron 13 semillas, representando el 3.25% de germinación.

Los datos obtenidos en jaltomate, contrastan con los encontrados por Saldívar *et al.* (2010), quienes a los 26.5 días alcanzaron un 28% de germinación, mientras que en este experimento se alcanzó un porcentaje de germinación similar, pero hasta los 42 días.

En la evaluación *in vitro* de 103 accesiones promisorias de jitomate silvestre en Perú, se encontró que el 27.2% de éstas, mostraron porcentajes de germinación inferiores al 65%. En una de esas accesiones promisorias se observó el inicio de la germinación a los cinco meses después de la siembra con un 10% de germinación

(Cuya-Paredes, 2018). Este autor, relaciona la baja germinación de estas accesiones promisorias de jitomate con el lugar semiárido de donde provienen y los mecanismos de dormancia de la semilla. En el lugar de origen de estas semillas, Yetla de Juárez, también se tiene un clima de tipo Cwa, que se localiza en la mayor parte de las montañas del centro y Sur de México, y en la porción Sur de la Altiplanicie Mexicana en donde la precipitación orográfica aumenta en verano por los movimientos convectivos del aire y por la afluencia de los ciclones tropicales, por lo que puede suponerse dormancia en las semillas del material colectado. (García, 1964).

En las gráficas 1 y 2, se representan los resultados obtenidos en el porcentaje de germinación en las dos especies en las cuales describen el número de días y el porcentaje de germinación de cada especie y al final se obtiene un total.

Tabla 3. Número de semillas germinadas y porcentaje de germinación de jaltomate (*Jaltomata procumbens*) en el experimento 1

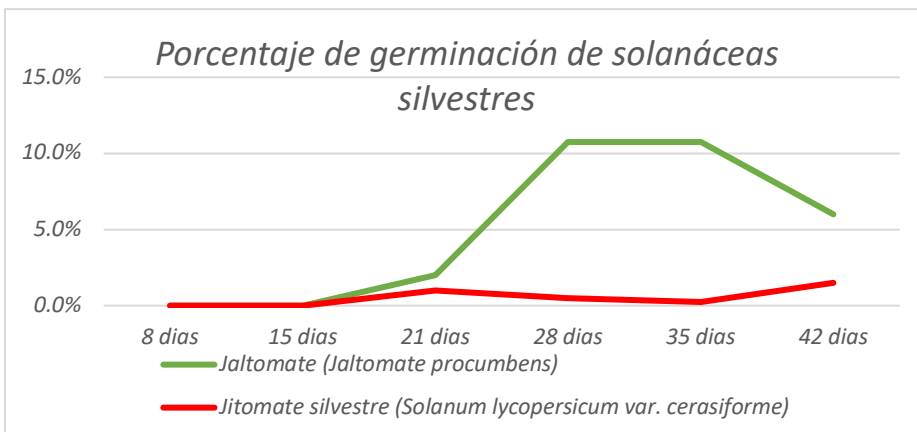
Días	8	15	21	28	35	42	Total
Parámetros							
Número de semillas germinadas	0	0	8	43	43	24	118
Porcentaje de germinación	0	0	2	10.75	10.75	6	29.5

Tabla 4. Número de semillas germinadas y porcentaje de germinación de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) en el experimento 1

Días	8	15	21	28	35	42 d	
Parámetros							
Numero de semillas germinadas	0	0	4	2	1	6	13
Porcentaje de germinación	0	0	1.00	0.50	0.25	1.50	3.25

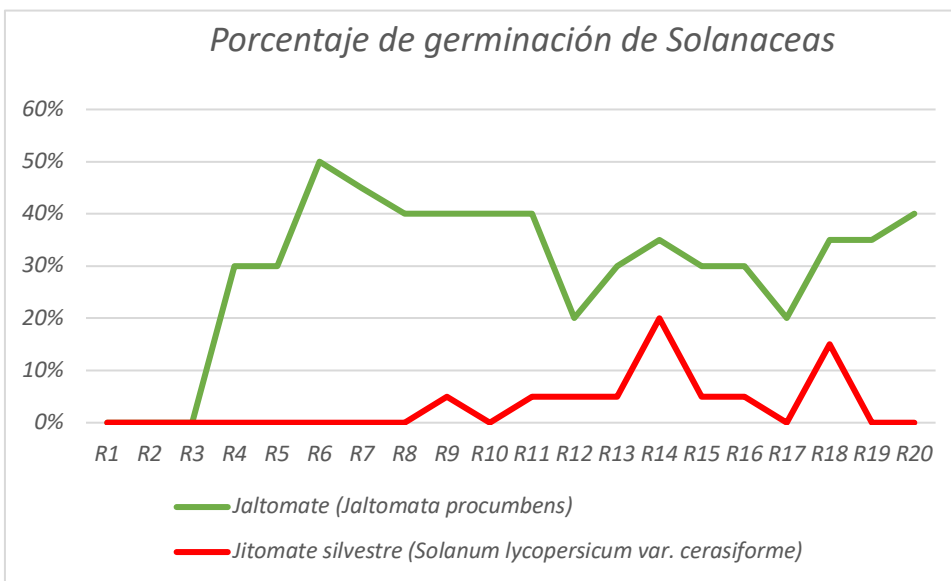
En la gráfica 1 representan como es el porcentaje de germinación de *Jaltomate procumbens* y *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, en la cual describe que entre 0-15 días de germinación es nula y que a partir de los 28 días alcanza su mayor

germinación esto es debido a que la mayor cantidad de germinación se alcanzó después de los 28 días.



Gráfica 1. Porcentaje de germinación de solanáceas silvestres

En la gráfica 2 representa el porcentaje de germinación de las 20 repeticiones en *Jaltomate procumbens* y *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* en la cual se observa como son los porcentajes de acuerdo a cada repetición.



Gráfica 2. Porcentaje de germinación de solanáceas silvestres por repetición en el experimento 1

Debido a los resultados obtenidos en las dos especies en prueba, se decidió probar el efecto de la giberelina en la germinación de ambas. Estas pruebas correspondieron a los experimentos 2 y 3.

Experimento 2.

Como se mencionó en la metodología, esta prueba sirvió como un acercamiento al efecto de las giberelinas sobre la germinación de las semillas de jaltomate y jitomate se tomaron los datos. En la Tabla 5 se puede observar que el mayor porcentaje de germinación en jaltomate con el producto Atsacigeb fue del 66% (T₂), mientras que con AG₃ Sigma™ fue del 67% (T₄), ambas cifras son superiores al 29.5% obtenido sin la aplicación de giberelinas.

Para el caso del jitomate *cerasiforme*, en la Tabla 6, se observa que estos mismos tratamientos favorecieron el porcentaje de germinación en 5% y 6% respectivamente, lo que también es un incremento al 3.25% encontrado en el experimento 1. Sin embargo, en el tratamiento 7 se incrementó hasta el 11% la germinación, lo que representa un incremento de 3.4 veces más que en el experimento 1.

En ambas especies, el resultado en el tratamiento testigo (31% y 3%) es similar al resultado obtenido en el experimento 1 (29.5% y 3.25%).

Tabla 5. Número de semillas germinadas y porcentaje de germinación en jaltomate (*Jaltomata procumbens*) en el experimento 2

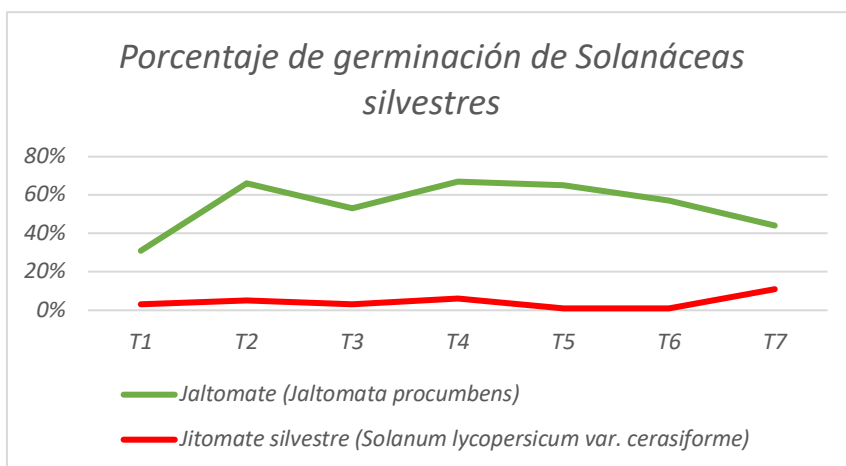
Producto	Testigo	Atsacigeb		Reactivo de AG ₃ Sigma™			
Tratamientos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Número de semillas germinadas	31	66	53	67	65	57	44
Porcentaje de germinación	31	66	53	67	65	57	44

Tabla 6. Número de semillas germinadas y porcentaje de germinación en jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) en el experimento 2

Producto	Testigo	Atsacigeb		Reactivo de AG ₃ Sigma			
Tratamientos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Número de semillas germinadas	3	5	3	6	1	1	11
Porcentaje de germinación	3%	5%	3%	6%	1%	1%	11%

Se sabe que las giberelinas controlan diferentes estadios del desarrollo vegetal, como la germinación de las semillas, el elongamiento de las plántulas y tallos, el crecimiento de la raíz, el tamaño y forma de las hojas, el desarrollo de las flores y frutos y la polinización (Vishal y Kumar, 2018). El efecto de las giberelinas en la germinación de las semillas también implica el reemplazo de ciertos estímulos como luz y temperatura (Saldívar *et al.*, 2010).

En la gráfica 3 se puede observar el porcentaje de germinación de las dos especies en los siete tratamientos probados en la cual se puede observar la diferencia que existe entre las dos especies sobre los porcentajes de germinación entre los tratamientos.



Gráfica 3. Porcentaje de germinación de solanáceas silvestres en el experimento 2

Experimento 3.

Una vez que se comprobó que la aplicación de giberelinas si tuvo efectos positivos en la germinación de las semillas, se procedió a probar los tratamientos para el experimento 3, indicados en la metodología se realizó la toma de datos.

En la mayoría de los tratamientos donde se utilizó como fuente de ácido giberélico el reactivo de Sigma™ se obtuvieron mayores porcentajes de germinación en jaltomate, con relación al producto comercial (Tabla 7).

Los mayores porcentajes de germinación en *Jaltomata procumbens*, se obtuvieron con los tratamientos 5 y 6 (79% y 90%). El tratamiento 6 corresponde a 200 ppm del reactivo de Sigma™. Saldívar *et al.* (2010) obtuvieron un 87% de germinación en un tratamiento de imbibición con 250 ppm de ácido giberélico, aunque no reportaron la fuente de la sustancia.

En cuanto a *Solanum lycopersicum var. cerasiforme* no se obtuvieron resultados positivos (Tabla 8) en este experimento 3, puesto que los datos son aún más bajos que los reportados para los experimentos 1 y 2. No encontramos ninguna explicación para esta falla en la germinación, únicamente algún error en la preparación de los tratamientos.

Se pueden observar los porcentajes de germinación obtenidos en el experimento 3, para *Jaltomata procumbens* y *Solanum lycopersicum var. cerasiforme* en la Gráfica 4.

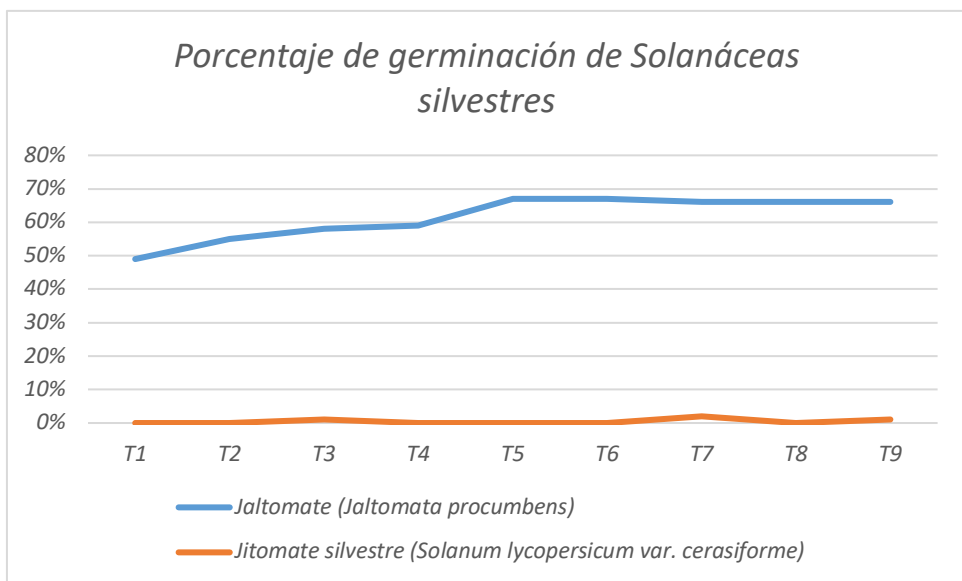
Tabla 7. Número de semillas germinadas y porcentaje de germinación jaltomate (*Jaltomata procumbens*) experimento 3

Producto	Testigo	(Atsacigeb)				Reactivo de AG ₃ Sigma			
Tratamiento	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
Número de semillas germinadas	49	67	66	58	79	90	85	87	53
Porcentaje de germinación	49%	67%	66%	58%	79%	90%	85%	87%	53%

Tabla 8. Número de semillas germinadas y porcentaje de germinación de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) experimento 3

Producto	Testigo	(Atsacigeb)				Reactivo de AG3 Sigma			
Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Número de semillas germinadas	0	0	1	0	0	0	2	0	1
Porcentaje de germinación	0%	0%	1%	0%	0%	0%	2%	0%	1%

En la gráfica 4 se encuentra los porcentajes de germinación de *Jaltomate procumbens* y *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* en la cual se muestra las diferencias que hay en los tratamientos de T4 al T9 respectivamente.



Gráfica 4. Porcentaje de germinación de Solanáceas silvestres, en el experimento 3

Multiplicación clonal

Las plántulas obtenidas en los experimentos de germinación, fueron utilizadas para establecer un experimento preliminar para evaluar la capacidad de estas especies de ser propagadas clonalmente *in vitro*.

Se contrastaron *grosso modo* dos citocininas, kinetina y bencilaminopurina. La respuesta fue evaluada de manera cualitativa y visual (Figs.12 y 13).

Se encontró que con la aplicación de kinetina en el medio de cultivo, se obtuvieron plantas con mejor desarrollo en los tallos y hojas (Fig. 14 y 15).

IX. CONCLUSIONES

En términos generales existen niveles bajos de germinación de las especies silvestres trabajadas. En variedades nativas de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* Adame (2019) encontró porcentajes de germinación entre el 83% y el 98%.

El porcentaje de germinación inicial en jaltomate (*Jaltomata procumbens*) que fue de 29.5%, se elevó en los experimentos 1 y 3 hasta el 90% en el tratamiento con 200 ppm del reactivo de Sigma™. Sin embargo, para fines comerciales el tratamiento con 350 ppm del producto comercial atsacigeb con un 79% de germinación, es adecuado desde el punto de vista económico y de la facilidad de preparación de la solución.

Con relación a *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, aun cuando el uso de 350 ppm del reactivo Sigma™ elevó el porcentaje a 11 en el experimento 2, la inconsistencia de los resultados en el experimento 3, nos impide concluir algo seguro.

La clonación *in vitro* de estas dos especies de solanáceas se estima que es prometedora en base al ensayo preliminar que se realizó.

X. RECOMENDACIONES

Es recomendable hacer primero una prueba de viabilidad a las semillas para entender mejor los resultados de germinación en ambas especies. Se sugiere seguir haciendo tratamientos para incrementar el porcentaje de germinación en ambas especies, así como tener cuidado en la preparación de las soluciones.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Adame, R.J.A. (2019). Calidad de semilla de genotipos de jitomate criollo (*Solanum lycopersicum* L.) en hidroponía. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local. Universidad Autónoma de Guerrero.
- Bonilla-Barrientos, O.; Lobato-Ortiz, R.; García-Zavala, J.J.; Cruz-Izquierdo, S.; Reyes-López, D.; Hernández-Leal, E. y Hernández-Bautista, A. (2014). Diversidad agronómica y morfológica de tomates arriñonados y tipo pimiento de uso local en Puebla, Oaxaca y México. *Fitotecnia Mexicana*, Chapingo, v. 37, n. 2, p. 129-139.
- Chávez-Servia J. I. J C., Carrillo-Rodríguez, A. M. Vera-Guzmán, E. Rodríguez-Guzmán y R. Lobato Ortiz. (2011). Utilización actual y potencial de jitomate silvestre mexicano. Subsistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, CIIDIR-Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional e Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, México. 72p.
- Cruz Pizarro, F., (2012). Cultivo de tejidos vegetales (manual de prácticas). Cuautitlán estado de México: Departamento de Ciencias Agrícolas y Sección de Producción Agrícola. pg 10.
- Cuya-Paredes, C.O. (2018). Selección de accesiones promisorias de tomate silvestre (*Lycopersicon* sp.). Tesis de licenciatura para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú
- Délices, G., Leyva Ovalle, O. R., Mota-Vargas, C., Núñez Pastrana, R., Gámez Pastrana, R., Meza, P. A., & Serna-Lagunes, R. (2019). Biogeografía del tomate *Solanum lycopersicum* var. cerasiform (Solanaceae) en su centro de origen (sur de América) y de domesticación (México). *Revista de Biología Tropical*, 67(4), 1023-1036.

- García Amaro E. (1964). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional de México. México Distrito Federal. 30-33p.
- Garzón, R. J.P. (2011). Caracterización y evaluación morfoagronómica de la colección de tomate tipo cherry de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Trabajo de tesis para optar al título de Magíster en Ciencias Agrarias línea de investigación Fitomejoramiento. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.
- Granados Sánchez, D., López Ríos, G. F., y Hernández-García, M. Á. (2009). Recursos genéticos, biotecnología y propiedad intelectual. Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 15(2),ppm. 127-140
- Pichardo, J. M. (13 de agosto de 2009). CONABIO. Obtenido de malezas de Mexico: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/jaltomata-procumbens/fichas/ficha.htm>
- Rangel Estrada, S. E., Hernández Meneses, E. y Hernández Arenas, M., (2016). Micropropagación de variedades de caña de azúcar cultivadas en México. *Fitotecnia Mexicana*, Chapingo, v. 39, n. 3, p. 225-231.
- Rios Osorio, O., Cháves Servia, J. L., y Carrillo Rodríguez, J. (2014). Producción Tradicional y Diversidad de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) nativo: Un estudio de caso en Tehuantepec Juchitán México. *Agricultura, sociedad y desarrollo* , 35-37.
- Saldívar Iglesias, P., Laguna Cerda, A., Gutiérrez Rodríguez, F. y Domínguez Galindo, M., (2010). Ácido giberélico en la germinación de semillas de *Jaltomata procumbens*. *Agronomía Mesoamericana* 21(2):327-331.
- Vishal, B. y Kumar, P.P. (2018). Regulation of Seed Germination and Abiotic Stresses by Gibberellins and Abscisic Acid. *Front. Plant Sci.* 20. Vol 9 pp 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00838>

XII. ANEXOS



Figura 1. Cultivo de maíz y frijol donde se recolectaron los frutos de las especies de Solanáceas



Figura 2. Planta de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) con frutos maduros.



Figura 3. Frutos de jitomate silvestre



Figura 4. Frutos de jaltomate

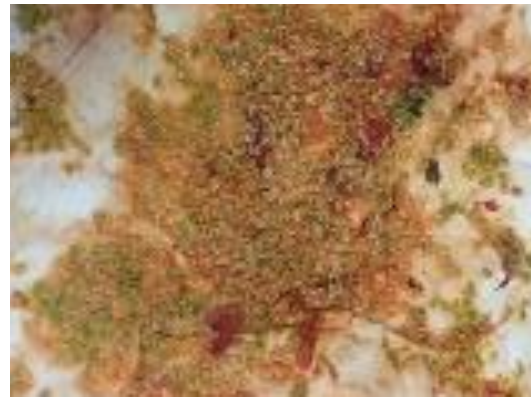


Figura 5. Extracción de las semillas de jitomate silvestre



Figura 6. Preparación de medio de establecimiento

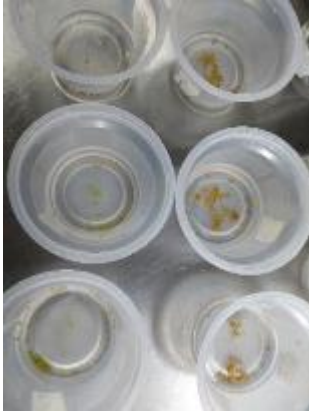


Figura 7. Semillas en remojo con los tratamientos del experimento 2



Figura 10. Conteo de plántulas de jaltomate

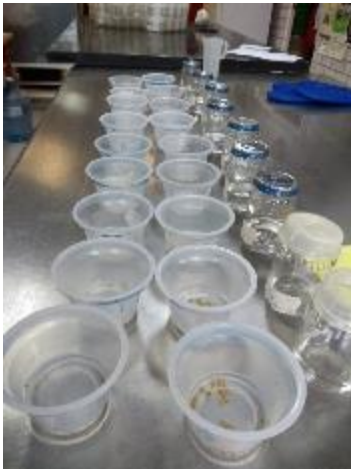


Figura 8. Tratamientos para la siembra del experimento 3



Figura 11. Plántula de jitomate



Figura 9. Conteo de plántulas de jitomate silvestre



Figura 7. Plántulas de jaltomate provenientes del experimento 2



Figura 8. Tratamiento de Kinetina en jitomate silvestre proveniente del experimento 2

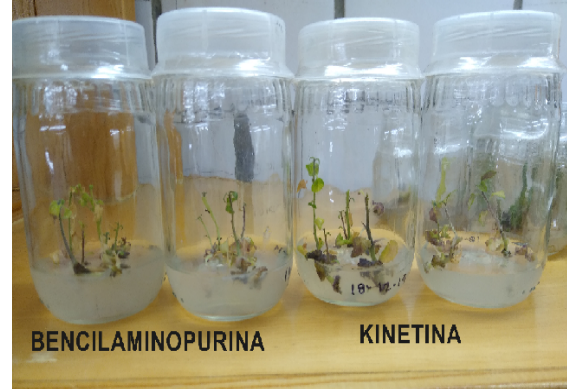


Figura 10. Comparación del crecimiento de plántulas de jaltomate en el experimento de multiplicación



Figura 9. Tratamiento con Bencilaminopurina