

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Biología floral en *Solanum lycopersicum* L. con fines de
conservación de su biodiversidad en Tarapoto, Perú**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

Naid Mayra Gomez Delgado

Taira Cheril Sánchez Cuesta

Asesor:

Mg. Ing. Ricardo Víctor Felipe Arias Salcedo

Tarapoto, Diciembre del 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

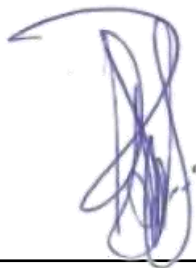
Mg. Ing. Ricardo Víctor Felipe Arias Salcedo, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**BIOLOGÍA FLORAL EN SOLANUM LYCOPERSICUM L. CON FINES DE CONSERVACIÓN DE SU BIODIVERSIDAD EN TARAPOTO, PERÚ**” constituye la memoria que presenta los Bachilleres Naid Mayra Gomez Delgado y Taira Cheril Sánchez Cuesta para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto, a los días 20 del mes de enero del año 2022.



Mg. Ing. Ricardo Víctor Felipe Arias Salcedo

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a..28..... día(s) del mes de.....diciembre.....del año 20.21. siendo las.....10:00..... horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mg. Gelner Archenti Curitima, el (la)

secretario(a): Mtra. Dayani Shirley Romero Vela y los demás miembros: Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

..... y el (la) asesor(a) ... Mg. Ricardo Víctor Felipe Arias Salcedo, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Estudio de biología floral en tomate nativo cultivado (Solanum lycopersicum L.) con fines de bioseguridad en Tarapoto, Región San Martín, Perú.

..... del(los) bachiller(es): a) Naid Mayra Gomez Delgado.....

..... b) Taira Cheril Sánchez Cuesta.....

..... c).....

..... conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Ambiental

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Naid Mayra Gomez Delgado.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Muy bueno	Sobresaliente

Bachiller -(b): Taira Cheril Sánchez Cuesta.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Muy bueno	Sobresaliente

Bachiller -(c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a



Secretario/a

Asesor/a



Bachiller (a)

Miembro



Bachiller (b)

Miembro

Bachiller (c)

(*) Tabla de Calificación

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	20	A+	Con nominación de Excelente	Excelencia
	19	A		
	18	A-	Con nominación de Muy Bueno	Sobresaliente
	17	B+		
	16	B	Con nominación de Bueno	Muy Bueno
	15	B-		
	14	C	Con nominación de Aceptable	Bueno
DESAPROBADO	Menos de 14	D	Con nominación de Deficiente	Insuficiente

1. RESUMEN

A un probable ingreso y producción de Organismos Vivos Modificados (OVM), poniendo en amenaza la conservación de la biodiversidad en centro de origen por los riesgos de contaminación y a causa de no contar con las medidas de prevención para controlar dichos riesgos en la especie *Solanum lycopersicum L.*, se requiere generar una base de datos original, que involucra nuestro objetivo: estudiar la biología floral en *Solanum lycopersicum L.* en Tarapoto, región San Martín, Perú con fines de conservación de su biodiversidad; determinando, los días de las fases de la biología floral y en la fase de polinización durante la cual se presenta el riesgo de contaminación por polen extraño. Para el estudio se utilizó las bases metodológicas de la Línea base de la diversidad del tomate realizada por el Ministerio del Ambiente entre los años 2018 al 2020. Se obtuvo como resultados: Los Estándares Ambientales de Biología Floral (EABF) que determinan la duración de las fases de la biología floral (22.4 días para la sede Tarapoto), así mismo se obtuvo el Estándar Ambiental de Polinización (EAP), duración de la fase de polinización de la biología floral (4 días), la interacción clima-biología floral bajo las condiciones climatológicas de Tarapoto y por último los indicadores del conocimiento que tienen los productores sobre OVM, siendo un resultado importante: equivalente el 82.5 % de desconocimiento en la región, lo que conlleva a un mayor riesgo de contaminación para las condiciones de Tarapoto.

Palabras claves: Biología floral; biodiversidad; conservación, contaminación por organismo vivos modificados; polinización

ABSTRACT

To a probable entry and production of Living Modified Organisms (LMOs), threatening the conservation of biodiversity in the center of origin due to the risks of contamination and because of not having the prevention measures to control these risks in the species *Solanum lycopersicum L.*, it is necessary to generate an original database, which involves our objective: to study floral biology in *Solanum lycopersicum L.* in Tarapoto, San Martín region, Peru for the purpose of conserving its biodiversity; determining, the days of the phases of floral biology and in the pollination phase during which the risk of contamination by foreign pollen is presented. For the study, the methodological bases of the Tomato Diversity Baseline carried out by the Ministry of the Environment between 2018 and 2020 were used. The results were obtained: The Environmental Standards of Floral Biology (EABF) that determine the duration of the phases of floral biology (22.4 days for the Tarapoto headquarters), likewise the Environmental Pollination Standard (EAP), duration of the pollination phase of floral biology (4 days), the climate-floral biology interaction under the climatological conditions of Tarapoto and finally the indicators of the knowledge that producers have about LMOs, being an important result: equivalent to 82.5% of ignorance in the region, which leads to a greater risk of contamination for the conditions of Tarapoto.

Keywords: Biodiversity; conservation, contamination by LMOs; flower biology; polinization

2. TEXTO

1. INTRODUCCIÓN

En contexto con los estudios para la conservación de la biodiversidad nativa ante el riesgo de contaminación por Organismos Vivos Modificados, nombrados como OVM; se evidencia según la Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000) dentro del Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del convenio sobre la diversidad biológica, cuya finalidad es garantizar un nivel apropiado de protección, manejo y utilización segura de los OVM, provenientes de la biotecnología vigente que puedan tener efectos no favorables para la conservación.

En solicitud a la aparición de los OVM y transgénicos, se publicó el 9 de diciembre del 2011 la Ley N° 29811, que dispone la moratoria de ingreso y producción de OVM en el Perú por un periodo de diez años que comprende del 2011 al 2021, del cual se trazó un hito en la política de conservación productiva en nuestra diversidad genética y así generar líneas base de los principales cultivos naturalizados y nativos que podrían ser perjudicados por la liberación de OVM al ambiente (Ministerio del Ambiente, Perú, 2015).

La moratoria es ampliada por 15 años adicionales hasta el año 2035, mediante la ley 31111, aprobada por El Congreso de la Republica (2021); esto siendo tiempo necesario para continuar con los estudios de línea base de las diferentes especies y de sus parientes silvestres; así generar los estándares de riesgos ambientales respectivos.

De acuerdo a los diferentes estudios mencionados y a la moratoria de ingreso y producción de los OVM, con el fin de la conservación de la biodiversidad nativa; se establecerá una línea base de la biología floral de *Solanum lycopersicum L.* en centro de origen, estipulando al *Solanum lycopersicum L.* según Cestoni, De Jovel, & Urquilla (2006) una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las *Solanáceae*; además López (2016) nos menciona que es un tipo de tomate tradicional, herbácea perenne que se cultiva anualmente para el consumo de sus frutos.

Por consiguiente, la biología floral es importante para el conocimiento del sistema reproductivo de las plantas, en el que se estudia las relaciones mutuas entre las flores y su ambiente, comprendiendo los procesos de polinización y fecundación (Mansilla, López, Flores, & Espejo, 2010).

En este sentido, la biología floral es un componente entre las flores y su ambiente por factores bióticos y abióticos, siendo la polinización un factor en el que la planta puede llegar a ser contaminada con OVM; así que a partir del Protocolo de Cartagena en su capítulo de centro de origen y domesticación de biodiversidad confiere a los países como Perú a generar estudios en la prevención de los riesgos de contaminación y pérdida de

especies de la biodiversidad ante la introducción de OVM o transgénicos (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2000).

Por ello, el “Estudio de línea de base de biología floral, flujo de semilla y flujo de genes en tomate nativo y cultivado” realizado por MINAM, Perú (2020); describe la biología floral in situ, mostrando resultados y la descripción de la biología floral en tomate cultivado para varias sedes de investigación (4 sedes, tanto en costa y sierra).

Por lo mencionado anteriormente, la importancia de la biología floral en relación con su ambiente, se desconoce para la Región San Martín, Perú; ya que a la actualidad, no se han realizado investigaciones en el oriente del Perú, además se requiere conocer la influencia de las condiciones climáticas, ecológicas y de las prácticas agrícolas para generar estándares ambientales de biología floral y polinización con fines de conservación de su biodiversidad y sus parientes silvestres ante la posibilidad de liberar OVM al ambiente.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales:

a. Para el estudio de biología floral

- Parcela experimental de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) de 10 x 5 m²
- Equipo de georreferenciación (GPS marca Garmin)
- Semillas de variedad Río Grande

- Equipos de labores agrícolas (Tractor, palana, pico, mochila fumigadora, manguera, malla raschel, estacas, abonos, foliares de crecimiento y capturador de insectos)
- Etiquetas para la selección de las plantas y flor
- Cámara fotográfica de alta resolución
- Software ArcGis 10.5
- Software Microsoft Excel
- Fichas de observación directa
- Base de datos de la estación meteorológica automática EL PORVENIR de SENAMHI.

b. Para encuestas y entrevistas

- Cuestionario de preguntas con énfasis en el tomate cultivado y la incidencia de los organismos vivos modificados
- Materiales de escritorio
- Cámara fotográfica
- Software Microsoft Excel

2.2. Metodología

Para el diseño experimental, nos basamos en la línea de base de la biología floral del tomate cultivado y sus parientes silvestres realizado por el Ministerio del Ambiente (2020), que se establece los siguientes criterios:

a. Metodología aplicada para el plan Experimental

- Parcela experimental

Se realizó dos surcos lineales distanciados a un metro, para ello en cada surco se obtuvo seis golpes de siembra, cada golpe incluyo dos plántulas distanciados a un metro entre golpes; obteniendo un total de 24 plantas (Ver Fig. 1); respectivamente después del trasplante de identificaron al azar cinco plantas.

Teniendo en cuenta que el proceso vegetativo es de 40 días desde que trasplantamos después de haber estado en almacigo por 25 días; como apoyo a la planta se utilizó espalderas.

- Selección de plantas

Se seleccionó al azar cinco plantas en las cuales se identificó con etiquetas. Ver Fig. 2, Plano del plan experimental y Fig. 31, modelo de etiquetado para selección de plántulas.

- Selección de flor

Se observó el botón floral de cada floración:

La primera floración a partir de los 30 días del trasplante hasta los 42 días.

La segunda floración a partir de los 42 días del trasplante hasta los 55 días.

La tercera floración a partir de los 55 días del trasplante hasta los 70 días.

Se seleccionó y etiquetó una flor por planta, de la primera floración cinco flores, de la segunda floración cinco flores y de la tercera floración cinco flores.

- Biología floral

Las fases de la biología floral en *Solanum lycopersicum L.* están determinadas según la Línea de base de la diversidad del tomate (Ministerio del Ambiente, 2020) siendo los siguientes criterios:

Fase 1: Nacimiento y desarrollo del botón floral

Fase 2: Apertura botón – crecimiento de sépalos

Fase 3: Flor abierta hasta la expansión de sépalos a 45°

Fase 4: Los sépalos se abren enteramente, los estambres también (Polinización)

Fase 5: Marchitez de flor y nacimiento de fruto

- Polinización

Se aplicó la metodología de acuerdo a la biología floral de la Línea base de la diversidad del Tomate; teniendo como antecedente el estudio de biología floral y polinización de la Línea de base del Maíz que se llevó a cabo en Sede Tarapoto donde los resultados se obtuvieron a los 15 días con

temperaturas máximas entre 31 y 33 °C y mínimas entre 19 y 21 °C (Ministerio del Ambiente, 2016).

b. Las condiciones meteorológicas de Tarapoto, Perú

Sabiendo que el tomate es una planta tropical, por lo tanto, la variable climática clave en el desarrollo de las fases de biología floral es la temperatura mínima, los datos de las condiciones climáticas se obtuvieron de la estación meteorológica automática EL PORVENIR de SENAMHI. La interrelación se realizó por cada fase biológica y la media de la temperatura mínima de cada fase. Ver Anexo 5, ubicación de la estación meteorológica.

- Días de floración de la biología floral en Tarapoto, Perú.

Los días de duración de la biología floral de *Solanum lycopersicum L.* en centro de origen es el resultado para el estudio de investigación en el que se determinó el nivel de la latencia de las flores, se consideró las temperaturas mínimas, periodo fenológico total y fases de biología floral en base a días; además los días de duración del periodo de polinización (EAP) para tomate cultivado.

Los resultados se compararon con las sedes de investigación de Mórrope, Cochabamba, Ica y Moquegua establecidas en la Línea de Base de la diversidad del Tomate.

c. Metodología para la entrevista a expertos

Se utilizó la técnica Delphi para la entrevista a expertos que emplea un número limitado preguntas de abiertas dirigidas a un número de expertos (5 a 25) dependiendo del tamaño de la investigación (García, & Lena, 2018), las preguntas se tomaron de la Línea de base de la diversidad del Tomate del Ministerio del Ambiente (2020).

Los expertos son especialistas en organismos vivos modificados, biología floral y conservación de biodiversidad, de lo cual se recogió información primaria, ver expertos en Tabla 1.

d. Metodología para la encuesta a productores agropecuarios

La determinación de número de agricultores de la región San Martín se hizo a partir del IV Censo Nacional Agropecuario 2012, en el cual se identifica 91 224 productores agropecuarios en la región San Martín (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2012), de los cuales se obtuvo una muestra de la población de productores.

Para conocer la muestra de productores agropecuarios en la región San Martín, se aplicó la fórmula de muestra representativa $n = \frac{z^2 * p * (1-p) * N}{e^2 * (N-1) + z^2 * p * (1-p)}$, que se obtuvo de la Guía para la elaboración de la línea base en el ámbito del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) del Ministerio del ambiente (2018), con el nivel de confianza de 92 % y el margen de error 0.08.

Posteriormente al aplicar la formula se obtuvo como resultado una muestra conformada de 120 productores agropecuarios de la región de San Martín a los que se les aplicó las encuestas. Los temas desarrollados se enfocaron en: en la biología floral del tomate cultivado, germoplasma (semillas), la polinización y el conocimiento de los Organismos Vivos Modificados.

3. RESULTADOS

3.1. Resultados del estudio de biología floral

El estudio de biología floral en *Solanum lycopersicum L.* se dio inicio con el trasplante el día 20 de octubre, luego la selección de plantas al azar y su respectiva georreferenciación, para obtener los siguientes resultados:

- El proceso vegetativo fue correcto con duración de 79 días, el día ocho de diciembre se dio inicio a la biología floral, como se observa en la Tabla 2.
- De acuerdo al plan experimental, se etiquetaron las tres primeras floraciones denominadas floraciones 1, 2 y 3; la primera floración se inició el ocho de diciembre y se observó que varias de las plantas seleccionadas han tenido dos momentos de apertura de los botones florales de un mismo racimo floral, denominándose las primeras aperturas flor a y la segunda flor b; observando para la primera floración dos momentos: flor a y flor b como se observa en la Tabla 3 y Tabla 4, para la flor a (duración de 22.4 días) y para la flor b (27.8 días).

- La segunda floración, se inició el 21 de diciembre y tuvo dos momentos de apertura de botones florales: flor a, con un tiempo de duración de 31 días y flor b de 31.6 días; como se puede observar en la Tabla 5 y Tabla 6.
- Por último, la tercera floración se dio inicio a partir del seis de enero con dos momentos de apertura: flor a con un tiempo de duración de 32 días y flor b con 33.8 días; como se puede observar en las Tabla 7 y Tabla 8.

Descripción de la biología floral en *Solanum lycopersicum L.* en Tarapoto:

- La secuencia de cada fase de biología floral en *Solanum lycopersicum L.* se pueden observar en la Fig. 3.
- Las fases de la biología floral en *Solanum lycopersicum L.* se determinaron en número de días que dura cada fase, así obteniéndose de acuerdo a lo determinado con los criterios de metodología lo siguiente:

Fase 1: Desde aparición botón floral hasta aparición de los sépalos, como se puede observar en la Fig. 4.

Fase 2: A partir del crecimiento de sépalos por encima del cáliz hasta que el color es amarillo, como se puede observar en la Fig. 5

Fase 3: Comprende desde la expansión de sépalos a 45° del axis a la flor, como se puede observar en la Fig. 6.

Fase 4: Los sépalos y los estambres se abren por completo y la flor es polinizada, como se puede observar en la Fig. 7.

Fase 5: Marchitez de sépalos, óvulos fertilizados y crecimiento en tamaño, como se puede observar en la Fig. 8 y Fig. 9.

- A continuación, iniciamos con la descripción de los resultados de las fases de la biología floral considerando las tres floraciones en *Solanum lycopersicum L.* bajo las condiciones ambientales de la sede de investigación del campus de la Universidad Peruana Unión, Tarapoto, San Martín, Perú.

a. Primera floración

La primera floración ha tenido dos momentos de apertura de los botones florales de un mismo racimo con un promedio de siete botones por racimo; generándose dos fenofases; como se observa en la Fig. 10 y Fig. 11.

- En ambas fenofases, tanto en la flor a y flor b en la fase 1 que culmina con la apertura del botón floral; ha tenido mayor duración ocupando más del 36 % de todo el proceso de biología floral (un tiempo de 8 y 10.8 días). Las fases 2 y 3, fases en que la flor está en formación y preparación para la fase de polinización (fase 4); tuvieron periodos cortos de 3.8 a 5 días (tiempo mayor en la flor b). La fase 4, fase de polinización las flores han estado expuestas al flujo de polen en periodos cortos de 2.8 a 3.8 días y en la fase 5 que culmina con el inicio de la formación del fruto comprende un tiempo de 2.8 a 3 días.

- Los días de duración de la primera floración en *Solanum lycopersicum L.* son de 22.4 días a 27.8 días y con respecto a los días de polinización (fase 4), la fase donde se presenta mayor riesgo a ser contaminada por los diversos agentes polinizadores son de 2.8 a 3.8 días.

b. Segunda floración

- La segunda floración ha tenido dos momentos de apertura con tiempos similares a la primera floración y en promedio cuatro botones por racimo floral, siendo así; la fase 1, de apertura de botones florales contemplando más del 37 % de todo el proceso de biología floral con un tiempo de 11.6 a 12.8 días, siendo esta la de mayor tiempo entre otras fases, las fases 2 y 3 de formación de la flor comprende tiempos cortos de 4.8 a 5.8 días, la fase 4 (polinización) las flores han estado expuestas al flujo de polen a los 4.2 y 4.4 días; la fase 5 en formación de frutos ha tenido tiempos de 3.8 a 4 días, como se observa en la Fig. 12 y Fig.13.

- Los días de duración de la segunda floración en *Solanum lycopersicum L.* son de 31 días a 31.6 días y con respecto a los días de polinización (fase 4), la fase donde se presenta el mayor riesgo a ser contaminada por los diversos agentes polinizadores son de 4.2 y 4.4 días.

c. Tercera floración

- La tercera floración en *Solanum lycopersicum L.*, tuvo dos momentos de apertura con un promedio de ocho botones por racimo floral. La fase 1, de apertura de botones florales contemplo más del 37 % de todo el proceso floral, que comprende de 12 a 14 días, siendo la de mayor tiempo entre otras fases; las fases 2 y 3 de formación de la flor comprende 5 a 6 días, la fase 4 (polinización) las expuestas al flujo de polen comprende un tiempo de 4.8 a 5 días y por último en la fase 5 donde se presenta la formación de frutos se obtuvo tiempos de 3.8 a 4 días, como se observa en la Fig. 14 y Fig. 15.

- Los días de duración de la tercera floración de la biología floral en *Solanum lycopersicum L.* son de 32 días a 33.8 días y a los días de polinización (fase 4), la fase donde se presenta el mayor riesgo a ser contaminada por los diversos agentes polinizadores son de 4.8 a 5 días.

3.2. Resultados de las condiciones climatológicas

a. Resultados de los parámetros climatológicos

- El periodo de desarrollo de la investigación de la biología floral del *Solanum lycopersicum L.* comprende de octubre del 2020 hasta marzo del 2021, correspondiendo a la época de verano del hemisferio sur (SENAMHI, 2016). Las condiciones, en cuanto a las temperaturas mínimas promedio han variado entre 21.8 a 22.7 °C y las temperaturas máximas promedio

variaron entre 31 °C hasta los 32.6 °C; como se observa en la Fig. 16; considerándose estas temperaturas estables.

- En cuanto a la humedad relativa, como se observa en la Fig. 17, se ha producido de manera estable, variando entre los 86.9 % a los 92.3 %; así mismo se puede observar la precipitación (mm) que se presentó de manera estable en los meses de octubre y noviembre; se manifestó una disminución en los meses de diciembre y enero de 59.8 a 103.7 mm, mientras en los meses de febrero y marzo se manifestó con mayores precipitaciones, llegando a 197.6 mm; propio del norte del Perú resultando precipitaciones moderadamente constantes sin afectar el desarrollo de la investigación.

b. Resultados de la interrelación clima y biología floral en Solanum lycopersicum L.

- Se lleva a cabo la interrelación del clima y la biología floral en *Solanum lycopersicum L.*, conociendo que el tomate es una planta tropical y esta es afectada cuando la temperatura desciende de los 16 °C, por lo tanto; la variable climática clave en el desarrollo de las fases de la biología floral es la temperatura mínima. Las condiciones de Tarapoto han superado los 16 °C de temperatura mínima en que las plantas tropicales como el tomate puede desarrollarse sin ingresar a latencia, que es una característica propia de las especies tropicales; de acuerdo con Larín, Díaz, & de Serrano (2018).

- La biología floral se dio inicio el ocho de diciembre 2020 donde se obtuvieron los siguientes datos: la temperatura mínima, obtenida de la base de datos de la estación meteorológica automática EL PORVENIR de SENAMHI, observada para cada fase de la flor, ver Fig. 18.

- En la sede Tarapoto, Perú, durante las 5 fases de biología floral la temperatura mínima varió entre los 19.5 a 21.6 °C, siendo estos mayores a 16 °C; y no afectó, como se observa en la Tabla 9.

3.3. Resultados del conocimiento de los productores agropecuarios

- Se encuestaron a 120 agricultores obteniéndose los siguientes resultados:

Pregunta 1. ¿Cómo obtiene usted la semilla del tomate?

De los 120 encuestados un 32.5 % respondió que obtiene la semilla en tiendas especializadas (compra), un 17.5 % selecciona y conserva su propia semilla, un 44.2 % No cultiva y un 5.8 % la obtiene; de otra forma tal como se puede observar en la Fig. 19.

Pregunta 2. ¿Cuál es la procedencia de la semilla?

De los 120 encuestados de un 30 % de forma introducida, para un 13.3 % procede de la localidad, un 51.7 % no cultiva y un 5 % selecciona y la conserva como se observa en la Fig. 20.

Pregunta 3. ¿Pueden decirnos si las aves comen o transportan la semilla de tomate?

De los 120 encuestados un 35.8 % respondieron que las aves se lo comen, un 3.3 % transportan las semillas a otro lado, un 18.3 % no comen ni la transportan y un 42.5 % que no sabe y desconoce del tema, como se observa en la Fig. 21.

Pregunta 4. ¿Qué otro animal transporta la semilla del tomate?

De los 120 encuestados un 24 % no tienen conocimiento, un 11 % respondió insectos, un 50 % aves, un 3 % abejas (Insectos), un 9 % roedores. Ver en la Fig. 22.

Pregunta 5. ¿Tiene conocimiento de cómo se poliniza el tomate cultivado?

De los 120 encuestados un 24.2 % si tienen conocimiento y un 75.8 % no tienen conocimiento, ver Fig. 23.

Pregunta 6. ¿Conoces cuantos días dura la floración?

De los 120 encuestados un 29.2 % respondieron que si conocen y un 70.8 % no tienen conocimiento, así como se observa en la Fig. 24.

Pregunta 7: ¿Tiene conocimiento de los Organismos Vivos Modificados (OVM)?

De los 120 encuestados un 4.2 % tiene conocimiento técnico, un 13.3 % respondió que tiene idea del tema y un 82.5 % no tiene conocimiento sobre los OVM, ver Fig. 25.

3.4. Resultados de la entrevista a expertos

- Se ha entrevistado a seis expertos internacionales a los cuales se les hizo llegar seis preguntas, obteniéndose los siguientes resultados, como se observa en la Tabla 10:

Resultado 1:

Para la pregunta ¿Tiene conocimiento de cómo se manifiesta la polinización y el flujo de genes en el tomate?

R: Para el consenso de expertos la polinización se da de manera natural por viento y un vector.

Resultado 2:

Para la pregunta, ¿Qué propone para evitar o disminuir que los tomates de variedad cultivable se crucen con tomates transgénicos?

R: Para el consenso de expertos las medidas deben ser el aislamiento del transgénico y el distanciamiento de los tomates tanto cultivados como silvestres, considerando una distancia mayor a 8 km.

Resultado 3:

Para la pregunta, ¿El empleo del tomate transgénico sería beneficioso? ¿Sí o no?

R: Para el consenso de expertos un 20 % de ellos manifiesta que esta tecnología no es beneficioso por los riesgos de contaminación, un 80 %

menciona que puede haber beneficios para la agricultura, pero se desconoce los riesgos que se generan con respecto a los transgénicos.

Resultado 4:

Para la pregunta, ¿Qué alternativas existen para establecer modelos de bioseguridad ante la decisión de liberar OVM en el Perú?

R: Para el consenso de expertos se manifiesta se debe comenzar con la distribución de especie de tomate y proceder al aislamiento con distanciamiento de poblaciones nativas.

Resultado 5:

Para la pregunta, ¿Qué variedades cultivables tienen mayores riesgos de desaparecer?

R: Para el consenso de expertos se menciona que las especies endémicas en desaparecer son los nativos (*Solanum pimpinellifolium* y *Solanum lycopersicum var. cerasiforme*) y en tomate cultivado de la variedad Río Grande.

Resultado 6:

Para la pregunta, ¿Qué propone para llevar adelante un análisis de riesgos que tiene nuestra diversidad del tomate ante la posibilidad de liberar OVM en el Perú?

R: Para el consenso de expertos entrevistados las medidas que se deberían considerar son él es el análisis de riesgos, elaboración de mapas de riesgos

y el estudio de la zona de riesgos, pero considerando también no aceptar la tecnología de los OVM.

4. DISCUSIÓN

El *Solanum lycopersicum L.* deriva de su ancestro silvestre *Solanum pimpinellifolium L.*, ambas especies nativas de América del Sur (Knapp & Peralta, 2016). Sin embargo, el estudio de los centros de origen de plantas cultivadas evolucionó desde la delimitación geográfica que propuso Vavilov en los años 1926 y 1951, agrónomo ruso que recorrió por varias partes del mundo estudiando la diversidad de cultivos y estableció el término “centros de origen de una especie de cultivo” en la que explica que consiste en aquellas regiones donde empezó el proceso de domesticación de la especie y donde prevalecen los parientes silvestres que dieron origen este cultivo (Dirección General de Diversidad Biológica, 2014).

Además, Baskins, Bond, & Minor (2019) nos describe el tomate cultivado (*Solanum lycopersicum L.*) la hortaliza más consumida en el mercado global después de la papa.

Así mismo, el tomate *Solanum lycopersicum L.* se describe como una planta herbácea postrada ascendente, con hojas y tallos esparcidamente pubescentes. Tiene corola pentagonal y amarilla, columna estaminal recta, frutos globosos y grandes de color rojo, a veces anaranjados o amarillos, y sus semillas son pequeñas, numerosas y de color marrón según la Línea base de la diversidad del Tomate (Ministerio del Ambiente, 2020).

El material genético empleado fue de la variedad “Rio Grande”; según Saavedra (2010), esta variedad ocupa un crecimiento rápido, siendo una de las más utilizadas por su rusticidad, ser semi precoz, tolerancia de algunas enfermedades y adaptación fácil a climas cálidos, sobre todo por los buenos resultados en tiempos de verano. Además, Knapp (2002) identifica a las flores de las plantas de género *Solanum* como hermafroditas, actinomorfas o zigomorfas; siendo así que la misma flor de tomate la que tiene ambas partes sexuales se auto fecundaría solo necesitando la intervención de insectos para que sea más fácil la polinización y se produzca la fecundación del fruto.

Las discusiones de los resultados del estudio del *Solanum lycopersicum* L. en Tarapoto se presentan comparando con los resultados de la Línea base del tomate realizada por el Ministerio del Ambiente en los años 2018 al 2020 en las sedes de investigación de Mórrope (Lambayeque), Cochabamba (Cajamarca), Ica (Ica) y Moquegua (Moquegua).

4.1. Discusión de resultados de la biología floral

a. Biología floral

- Para la especie *Solanum lycopersicum* L. los resultados determinados en el estudio son los primeros en realizarse en la amazonia, Ver Tabla 11.

Se identificó tres floraciones, con dos momentos de apertura de los botones florales de un mismo racimo floral, entre 6 a 9 botones florales, similar a la sede de Morrope (promedio de 5 a 7 botones); estas

características se dan por la relación de la variable climática, la T° mínima promedio del periodo.

- El tiempo total que comprende las fases vegetativas (almacigo hasta la aparición del primer botón floral) las fases de floración y de fructificación en la primera floración en *Solanum lycopersicum L.* de sede Tarapoto es de 129 días; similar a la duración de Morrope con 120 días; debido a las condiciones climáticas que ambas sedes presentan y cumplen las características de la especie tropical.

- La biología floral para la primera floración en *Solanum lycopersicum L.* de sede Tarapoto tiene un promedio de duración de 22.4 días, similar a la duración a las sedes de investigación Morrope y Cochabamba (MINAM), esta similitud está asociada a las condiciones climatológicas muy cercanas a la T° mínima de acuerdo a las características de la especie; ya que Larín et al., (2018) indica que el cultivo con temperatura >16 °C tiende a desarrollarse más rápido, a una que descienda los 16 °C produciendo que la planta permanezca más en latencia, Yara Perú (2018) nos menciona que la temperatura óptima para el desarrollo normal del tomate comprende entre los 18 y 27 °C y el desarrollo de las flores se ve afectada en temperaturas superiores a los 27 °C; además esta relación entre Morrope, Cochabamba y Tarapoto esta en base a su ubicación geográfica, que a medida disminuye la latitud o se aproxima a la línea ecuatorial (0°) será más beneficioso al desarrollo de la especie, caso contrario Moquegua e Ica

están más alejados a la línea ecuatorial como se observa aquella relación en la Tabla 12 y Fig. 26.

- En el desarrollo de la biología floral, la fase 1 (la aparición y el desarrollo del botón floral) es la fase con el mayor tiempo de duración, ocupando el 36% del desarrollo de la biología floral del *Solanum lycopersicum L.* para las condiciones ambientales de Tarapoto, este resultado es menor a los obtenidos por el MINAM (2020), ya que las otras sedes de investigación toman más del 50 % de su desarrollo floral.

- Para determinar el estándar ambiental de la biología floral en *Solanum lycopersicum L.* en las condiciones de sede Tarapoto, se identificaron dos momentos de apertura de los botones florales lo que ha determinado tres periodos de floración en cada planta, obteniendo una categorización de las plantas considerando la interacción con el clima en la biología floral: plantas precoces para biología floral total < 20 días, normales para plantas cuya biología floral total dura entre 20 a 25 días y tardías para plantas cuya biología floral > 25 días, como se observa en la Fig. 27.

- Por lo tanto, el estándar ambiental de la biología floral (EABF) para *Solanum lycopersicum L.* bajo las condiciones ambientales de Tarapoto son similares a la de Morrope: sin latencia de flores y con un tiempo de duración de 25 días comparable con el de la sede de Cochabamba, establecido por la Línea base del Tomate (MINAM, 2020).

b. Polinización

- El tiempo promedio de duración en la fase de polinización para las condiciones de Tarapoto comprende a partir de 3 a 5 días, ver Tabla 13; en los cuales debemos considerar al igual que la biología floral: plantas precoces, normales y tardías.

- Es así que, el estándar ambiental para plantas precoces es de 2 días, las plantas normales de 3 días y las plantas tardías a 4 días, como se observa en la Fig. 28; de esta manera en el Estándar Ambiental de Polinización para tomate cultivado establecido por el MINAM (2020) para plantas normales con más similitud a la sede Tarapoto (2.8 días) es el estándar ambiental de la sede Morrope con 3.3 días.

- Por lo tanto, el Estándar Ambiental de la Polinización (EAP) *en Solanum lycopersicum L.* bajo las condiciones ambientales de Tarapoto puede superar los 4 días, este será el periodo de riesgo de contaminación por polen extraño o de OVM.

- En el estudio de la biología floral del *Solanum lycopersicum L.* se han presentado en sus etapas fenológicas diversidad de organismos el cual inciden en su desarrollo y equilibrio de la especie y sobre todo en la fase de polinización que es más vulnerable por el flujo polen por insectos.

- Se identificó los siguientes organismos, según los resultados de las colecciones de insectos polinizadores obtenidas en la parcela experimental y luego procesadas en el Laboratorio de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Martín, ver Tabla 14.

- En similitud a la Línea Base del Tomate del MINAM (2020) la mayor parte de los organismos registrados fueron no blancos (aquellos que intervienen el mismo ambiente con los organismos blancos, pero no están dependientes a control por parte de ningún método ni de OVM).

Siendo así que, dentro de los microorganismos asociados al desarrollo de la especie, se registró de acuerdo al grupo funcional: Predadores y polinizadores.

En el grupo de predadores se registró una especie de la familia *Vespidae* siendo esta un adulto benéfico y en el grupo de polinizadores se registró una abeja adulta Meliponini (ver Fig. 28); de acuerdo a la Línea Base del Tomate estos influyen en el ambiente del cultivo de manera benéfica; y sobre todo los polinizadores que a su presencia ayuda a darse la polinización; ya que la polinización que presenta es entomófila por que los pólenes son pesados y pegajosos, por ello no se puede dar una polinización anemófila (viento) porque esto se da para los pólenes más livianos (Mosquera, 2002); además los polinizadores ayudan al flujo de planta a planta y esto aumenta el riesgo de contaminación por polen extraño o de OVM, porque no se puede controlar el desplazamiento de las abejas, la única forma de hacerlo es el aislamiento.

4.2. Discusión de los resultados de las condiciones ambientales

a. Discusión de los resultados de los parámetros climatológicos en el periodo de investigación

- La investigación en la fase experimental se desarrolló en los meses de Octubre del 2020 a Marzo del 2021 periodo en el que el hemisferio sur presenta época de verano, además la presencia de verano se presenta también debido a la ubicación geográfica de la sede Tarapoto que se aproxima a la latitud de la Línea del ecuador; al contrario de las sedes del MINAM según La línea base de la diversidad del tomate (Ministerio del Ambiente, 2020) se llevaron en épocas frías que comprende de Julio a Septiembre a ello las sedes de Ica y Moquegua están más alejadas es decir están en aumento latitudinal a la Línea Ecuatorial.

- Las condiciones climáticas durante la etapa se han presentado estables en cuanto a las temperaturas, variando entre los 21.8 °C a 32.6 °C, de la misma manera la humedad se mantuvo entre los 86.9 % a 92.3%; presentándose moderadamente inestable las precipitaciones, en los primeros meses de octubre y noviembre estaban en 150.9 mm y 154 mm, llegando a bajar hasta los 59.8 en el mes de diciembre, aumentando las precipitaciones hasta 188.9 mm y 197.6 mm/hora en febrero y marzo.

b. Discusión de los resultados de la interrelación clima y biología floral

- La especie *Solanum lycopersicum L.* descrita por Larín et al., 2018 es una especie tropical que su condición de Temperatura mínima es de 16 °C, acoplándose en la Sede Tarapoto con un promedio de T mínima de 22 °C,

encontrándose la temperatura más baja en la fase 1 con 19.5 °C en Diciembre, por lo tanto la temperatura en sede Tarapoto se encontró sobre los 16 °C, lo cual no afectó su desarrollo fenológico normal, estando acorde de un clima tropical; así obteniendo en la interrelación de clima y biología floral una planta en categoría normal, dos plantas en categoría tardía y dos plantas en precoz. La interrelación de biología floral, posición geográfica y clima en sede Tarapoto muestran las temperaturas superiores a los 16 °C, y las temperaturas más cercanas son las sedes de Morrope con 15.8 °C y Cochabamba con 11.7 °C considerando que están en épocas frías, estas zonas juntamente a la sede de Tarapoto (Morales) por su ubicación geográfica (Fig. 26) son las adecuadas para la especie a un mejor desarrollo y por lo tanto para la conservación de la especie.

4.3. Discusión de resultados de las encuestas a los agricultores

Dentro de los resultados obtenidos de los productores se recopiló información en algunos temas en particular sobre la polinización de *Solanum lycopersicum* L., sobre su semilla, la biología floral y sobre Organismos Vivos Modificados.

- En cuanto a las semillas, de 120 agricultores encuestados un 17.5 % de productores selecciona y conserva su propia semilla procedentes de su localidad, 32.5 % compra en tiendas especializadas, 44.2 % no cultiva su semilla y el 5.8 % obtienen la semilla de otras formas; así mismo la procedencia de las semillas en un 30 % es de forma introducida de otras regiones, el 13.3 % de su localidad de procedencia, 51.7 % no cultiva y el

5% es seleccionada y cultivada; del mismo modo las semillas de *Solanum lycopersicum* L. pueden ser transportados con un 50 % por las aves teniendo en cuenta que el 35.8% se la comen y el 3.3% la transportan hacia otros lugares.

- En segundo lugar, el 29.2 % de productores tienen conocimiento de la biología floral del tomate *Solanum lycopersicum* L. para ellos el crecimiento puede durar de 2 a 3 meses, además mencionan que los agentes de polinización son insectos, teniendo en cuenta los más mencionados son abejas, que son considerados también como un vector que dirige el polen de OVM.

- En cuanto al conocimiento de los productores sobre OVM, en la región de San Martín el desconocimiento representa un 82.5 %, correspondiente a las otras sedes de investigación donde tienen un desconocimiento más elevado, este desconociendo conlleva a un riesgo alto de contaminación, resultado que fue obtenido por el estudio de Línea base de la diversidad del tomate.

4.4. Discusión de resultados de las entrevistas a los expertos

- Dentro del conceso de los expertos tenemos criterios importantes como las fases de la biología floral, la producción del flujo del polen y el probable cruzamiento de estas y el tipo de polinización donde el viento es un factor importante para la participación de abejas.

- Es de prioridad realizar estudios de biología floral, flujo de polen, cruzamiento, actualización del banco de germoplasma, aislamiento,

considerando que la polinización en tomates es mediante insectos. Como prevención ante OVM.

- En el consenso de los expertos entrevistados mencionan que las especies que tienen mayor riesgo de desaparecer son las especies nativas de tomate y el tomate cultivado la del Río Grande.
- En todos los casos, se manifiesta la necesidad de realizar investigaciones sobre biología floral para generar oportunidades y medidas de prevención y mitigación ante una probable contaminación de la biodiversidad nativa y esto debido a que los riesgos son muy elevados y un mal uso de OVM puede contribuir a elevar el riesgo.

Es importante realizar investigaciones sobre las especies en riesgo ya que existe desconocimiento de su biología floral.

5. CONCLUSIONES

- Se concluye que la especie *Solanum lycopersicum L.* como una especie tropical, requiere una T mínima de 16 °C para su desarrollo fenológico adecuado, esto se manifiesta en las Sedes de Tarapoto, Morrope y Cochabamba, aquello se debe por su similitud latitudinal que va en acercamiento a la línea ecuatorial (6 °S).
- Se concluye también, en el estándar ambiental de biología floral (EABF) para *Solanum lycopersicum L.* bajo las condiciones ambientales de Tarapoto, Región San Martín, Perú que tiene una categorización de las plantas considerando la interacción con el clima en la biología floral:

plantas precoces para biología floral total menor a 20 días, normales para plantas cuya biología floral total dura entre 20 a 25 días y tardías para plantas cuya biología floral dura más de 25 días; siendo estas similares al de Morrope: sin latencia de flores y con un tiempo de duración de 25 días comparable también con el de la sede de Cochabamba.

- Se concluye además en el estándar ambiental de polinización (EAP) para *Solanum lycopersicum L.* bajo las condiciones ambientales de Tarapoto, Región San Martín, Perú con las siguientes categorías: plantas precoces de 2 días, plantas normales de 3 días y tardías superior a los 4 días, este será el periodo de riesgo de contaminación por polen extraño o de OVM. Siendo así, las plantas normales con más similitud a la sede Tarapoto (2.8 días) es el estándar ambiental de la sede Morrope con 3.3 días.

- Además, concluimos para la Interrelación clima y biología floral un balance en el desarrollo fenológico de las plantas, ya que de las plantas seleccionadas una corresponde a categoría normal, dos en categoría tardía y dos en precoz este balance debido a la presencia de las condiciones de temperatura característica a la especie tropical, temperatura > 16°C.

- Se concluye que existe un desconocimiento importante por parte de los productores (70 %) sobre la biología floral del tomate *Solanum lycopersicum L.*

- También, que el desconocimiento de los productores sobre los OVM es elevado para la región San Martín y superior al 82.5 % similar a las otras sedes de investigación y esto conlleva a un riesgo alto de contaminación de especies.
- Importante la conclusión respecto del desconocimiento que tienen los productores sobre los OVM en la región San Martín > a 82.5 %, teniendo en cuenta que en las otras sedes de investigación los resultados son ligeramente más elevadas (> 90%) este resultado en la sede Tarapoto conlleva a un incremento de los riesgos de contaminación por OVM y polen extraño; para ello se debe aplicar medidas correctivas para disminuir los riesgos.
- Por la participación de los expertos, concluimos que dentro de las especies del tomate las que tienen mayor riesgo de desaparecer son las especies nativas *Solanum pimpinellifolium* y *Solanum Lycopersicum var. cerasiforme*, por el mayor riesgo de contaminación por polinización por insectos.
- Por último, concluimos que es importante realizar estudios de biología floral, flujo de polen, cruzamiento, aislamiento y actualización del banco de germoplasma.

6. RECOMENDACIONES

Debido a la importancia de los impactos que puede generar la liberación de los Organismos Vivos Modificados para la conservación de nuestra biodiversidad en su centro de origen abarcamos de acuerdo a nuestros resultados las siguientes recomendaciones que contribuirán a reducir los riesgos de contaminación

a. Medidas de conservación

- Es primordial la ejecución de estudios de biología floral y polinización en todas las regiones del Perú, para establecer los estándares ambientales; tanto en las especies cultivadas y silvestres, con fines de conservación de nuestra biodiversidad.
- En los estudios se debe incluir el análisis de la interacción clima – biología floral para cada especie en estudio.
- Los responsables para este tipo de medida son: las universidades, las instituciones de investigaciones y el ente rector el Ministerio del Ambiente.

b. Medidas de mitigación

- En nuestro país, u otro característico de ser mega diverso o centro de origen y de domesticación de muchas especies de la biodiversidad, deben prepararse y ante diferentes tecnologías o mecanismos que pueden llegar a ser perjudicial para el ambiente.

- A esto, en recomendación de nuestros expertos debemos aplicar mecanismos de aislamiento y distanciamiento, además de aplicar o tener la moratoria definida.

- Como responsables de estos tipos de medidas están las universidades e instituciones de investigación ambiental para generar protocolos a nivel nacional.

Como responsable de supervisar los estudios y de inducir la generación de protocolos y estándares ambientales para las diferentes especies es el Ministerio del Ambiente.

c. Medidas correctivas

- Al desconocimiento que tiene el productor como la población en general sobre los Organismos Vivos Modificados a ello se presentan los riesgos de contaminación encontradas en la investigación como en la Línea de base de diversidad del Tomate demuestran que no estamos preparados para poder manejar nuevas tecnologías como los OVM, para ello, debemos introducir conocimientos por medio de capacitaciones referente a medidas de control y el distanciamiento en la siembra de especies, a nuestros productores a nivel regional y nacional sobre el uso adecuado de los OVMs y los riesgos e impactos que pueden generar.

- Los responsables de transferir los conocimientos (extensión) sobre los OVMs y sus riesgos son principalmente las universidades, instituciones

académicas, los organismos no gubernamentales (ONG) y en la supervisión y monitoreo el Ministerio de Ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Nuestros agradecimientos más sinceros al Sr. Ricardo V. F. Arias Salcedo, quien con sus conocimientos y apoyo nos guio a través de cada una de las etapas de esta investigación para alcanzar los resultados esperados, así mismo, agradecer al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo – PRONABEC (Beca 18) por el financiamiento de nuestros estudios de profesionalización y a la Universidad Peruana Unión por brindarnos todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo la ejecución de la investigación. Por último, queremos agradecer a nuestra familia, por brindarnos todos los ánimos, palabras y abrazos reconfortantes. Muchas gracias a todos.

4. BIBLIOGRAFIA

Baskins, S., Bond, J. & Minor, T. (2019). Unpacking the Growth in Per Capita. VGS/19C/01, Department of Agriculture, United States.

Obtenido de

<https://www.ers.usda.gov/webdocs/outlooks/92442/vgs-19c-01.pdf?v=996.5>

Cestoni, F., De jovel, G. & Urquilla, A. (2006). Perfil de negocios de tomate cherry o cereza hacia el mercado de los Estados Unidos, p. 73. El Salvador.

Congreso de la República del Perú. (2021). Ley N° 31111, Ley que modifica la Ley 29811, Ley que establece la moratoria al ingreso y producción de organismos vivos al territorio nacional por un período de 15 años, a fin de establecer la moratoria hasta el 31 de diciembre de 2035. El Peruano, edición enero, Lima.

Garcia-Ruiz, M. E. & Lena Acebo, F. (2018). Aplicación del método delphi en el diseño de una investigación cuantitativa sobre el fenómeno FABLAB. *Empiria* 40: 129-166. DOI

[empiria.40.2018.22014/40.10.5944/empiria.40.2018.22014](https://doi.org/10.5944/empiria.40.2018.22014).

Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/325170508>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2012). Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Ministerio de Agricultura, Lima. Obtenido de

<http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>

Knapp, S. (2002). Tobacco to tomatoes: a phylogenetic perspective on fruit diversity in the Solanaceae. *Journal of Experimental Botany* 53 (377): 2001-2022. DOI: 10.1093/jxb/erf068. Obtenido de <https://academic.oup.com/jxb/article/53/377/2001/497225>

Knapp, S., & Peralta, I. E. (2016). *The Tomato (Solanum lycopersicum L., Solanaceae) and Its Botanical Relatives*. London: Natural History Museum, Botany and relatives. DOI: 10.1007/978-3-662-53389-5_2. Obtenido de https://nhm.openrepository.com/bitstream/handle/10141/622703/Botany_chapter_Tom_genome_final.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Larín, M. A., Díaz, L. A. & de Serrano, R. F. (2018). *Cultivo de tomate*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria Y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”, El Salvador. Obtenido de http://centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Centa_Tomate%202019.pdf

Mansilla, R., López, C., Flores, M., & Espejo, R. (2010). Estudios de la biología reproductiva en cinco accesiones de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) Robinson. *Ecología Aplicada*, 9(2). Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria

La Molina, Lima. Obtenido de

<http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v9n2/a12v9n2.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2020). Línea de base de la diversidad del tomate peruano con fines de bioseguridad. Dirección General de Diversidad Biológica, Lima. Obtenido de

https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2021/01/libro_tomate_peruano.pdf

Ministerio del Ambiente. (2018). Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del SEIA, pp. 192-195. Lima. Obtenido de

<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/10/Guia-Linea-Base.pdf>

Ministerio del ambiente. (2018). Línea de base de la diversidad genética del maíz peruano con fines de bioseguridad. Dirección General de

Diversidad Biológica, Lima. Obtenido de <https://book.lat/book/10984730/64cbcb?id=10984730&secret=64cbcb>

Ministerio del Ambiente. (2014). Servicio de sistematización de información para la elaboración de un documento sustentatorio sobre centros de origen y diversidad genética para el Convenio sobre la Diversidad Biológica - CBD. Dirección General de Diversidad Biológica, Lima.

obtenido de https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/02/fparra_centrorigen.pdf

Mosquera Quijano, C. A. (2002). Polinizacion Entomofila de la Uvilla (Physalis peruviana L.). Revista De Ciencias Agrícolas, 19(1 y 2):140-158. Nariño, Colombia. Obtenido de <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/937/1150>

Saavedra, H. (2010). Efecto de cinco dosis de humus de Lombriz en el cultivo de tomate en suelos ácidos. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto. Obtenido de http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/607/TFC_A_141.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Naciones Unidas. (2000). Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Montreal. Obtenido de <https://s3.amazonaws.com/bch.webfiles/17a4/a8b7/a3d352855dd615c28923851e?AWSAccessKeyId=AKIAT3JJQDEDD6EIMETR&Expires=1633242689&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3D%22cartagena-protocol-es.pdf%22&response-content-type=application%2Fpdf&Signature=EZSVYAPs8bflQdXtR%2F2KzgfFXdM%3D>

López Marín, L. M. (2015). Manual técnico del cultivo de tomate *Solanum lycopersicum*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. San José. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2016). Ciclos horarios de precipitación en el Perú utilizando información satelital. Lima. Obtenido de <https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/112/EstudioCiclo.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Yara Perú. (2018). Principios agronómicos en tomate. Obtenido de <https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/tomate/principios-agronicos-en-tomate/>

5. TABLAS

Tabla 1. Expertos tomados para la entrevista

Experto	Institución
Ing. Tulio Medina Hinostraza	Agro biodiversidad y recursos genéticos del MINAM.
Ing. Andrés Erick Gonzales López	Ing. Agrónomo, Magister en suelo, Universidad Peruana Unión.
Dra. Iris Edith Peralta Galmarini	Botánica argentina, experta de Biodiversidad nivel mundial, Universidad Nacional de Cuyo.
Ing. Luis Fernando Manrique Gonzales	Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Martín.
Ing. Liliana Buendía	Especialista en socio economía.
Dr. Leopoldo Pompeyo Vásquez Núñez	Doctor en ciencias biológicas, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Tabla 2. Biología floral en *Solanum lycopersicum* L., fases vegetativas sede de Tarapoto, Perú.

Biología floral en <i>Solanum lycopersicum</i> L., fases vegetativas sede Tarapoto					
Etapa de almacigo		Etapa vegetativa		Días etapa vegetativa	Total
Fecha de siembra	Fecha de trasplante	Días Etapa	(aparición 1er. botón floral)	(media)	
20/09/2020	20/10/2020	35	08/12/2020	49	79

Tabla 3. Titulo. Biología floral fases de floración en sede Tarapoto, Perú, primera floración, flor a

Fase floración (Días)						
Floración	Días fase 1	Días fase 2	Días fase 3	Días fase 4	Días fase 5	Total
1	1: nace y desarrollo botón floral	2: Apertura botón – crecimiento de sépalos	3: expansión de sépalos	4: apertura total de la flor polinización	5: marchitez de sépalos – óvulos fertilizados	
media a	8	5	3.8	2.8	2.8	22.4

Tabla 4. Biología floral fases de floración en sede Tarapoto, Perú, primera floración, flor b

Fase floración (Días)						
Floración	Días fase	Días fase	Días fase	Días fase 4:	Días fase	Total
1	1: nace y desarrollo botón floral	2: Apertura botón – crecimiento de sépalos	3: expansión de sépalos	apertura total de la flor polinización	5: marchitez de sépalos – óvulos fertilizados	
media b	10.8	5.3	5.0	3.8	3.0	27.8

Tabla 5. Biología floral fases de floración en sede Tarapoto, Perú, segunda floración, flor a

Fase floración (Días)						
Floración	Días fase	Días fase	Días fase	Días fase 4:	Días fase	Total
2	1: nace y desarrollo botón floral	2: Apertura botón – crecimiento de sépalos	3: expansión de sépalos	apertura total de la flor polinización	5: marchitez de sépalos – óvulos fertilizados	
media a	11.6	5.8	5.4	4.2	4	31

Tabla 6. Biología floral fases de floración en sede Tarapoto, Perú, segunda floración, flor b

Fase floración (Días)						
Floración	Días fase	Días fase	Días fase	Días fase 4:	Días fase	Total
2	1: nace y desarrollo botón floral	2: Apertura botón – crecimiento de sépalos	3: expansión de sépalos	apertura total de la flor polinización	5: marchitez de sépalos – óvulos fertilizados	
media b	12.8	5.8	4.8	4.4	3.8	31.6

Tabla 7. Biología floral fases de floración en sede Tarapoto, Perú, tercera floración, flor a

Fase floración (Días)						
Floración	Días fase	Días fase	Días fase	Días fase 4:	Días fase	Total
3	1: nace y desarrollo botón floral	2: Apertura botón – crecimiento de sépalos	3: expansión de sépalos	apertura total de la flor polinización	5: marchitez de sépalos – óvulos fertilizados	
media a	12.0	5.8	5.4	5.0	3.8	32.0

Tabla 8. Biología floral fases de floración en sede Tarapoto, Perú, tercera floración, flor b

Fase floración (Días)						
Floración	Días fase	Días fase	Días fase	Días fase 4:	Días fase	Total
3	1: nace y desarrollo botón floral	2: Apertura botón – crecimiento de sépalos	3: expansión de sépalos	apertura total de la flor polinización	5: marchitez de sépalos – óvulos fertilizados	
media b	14	6	5	4.8	4	33.8

Tabla 9. Interrelación Temperatura mínima °C / fases de biología floral.

Fase floración (Días)						
Floración	Días fase	Días fase	Días fase	Días fase 4:	Días fase	Total
1	1: nace y desarrollo botón floral	2: Apertura botón – crecimiento de sépalos	3: expansión de sépalos	apertura total de la flor polinización	5: marchitez de sépalos – óvulos fertilizados	
Fechas	08.12 - 25.12	25.12 - 28.12	28.12 - 01.01	01.01 - 04.01	04.01 - 08.01	
media a	8	5	3.8	2.8	2.8	22.4
media Tm °C	21.6	21.8	22.2	22.4	21.9	
Tm + baja °C	19.5	20.7	20.8	21.6	20.8	

Tabla 10. Tabla de consenso de la entrevista a los expertos

Pregunta	Consenso
¿Tiene conocimiento de cómo se manifiesta la polinización y el flujo de genes en el tomate?	Para todos los expertos la polinización se da de manera natural por el viento y un vector
¿Qué propone para evitar o disminuir que los tomates de variedad cultivable se crucen con tomates transgénicos?	Para todos los expertos entrevistados las medidas deben ser el aislamiento del transgénico y el distanciamiento a los tomates mayor a 8km.
¿El empleo del tomate transgénico sería beneficioso ¿Sí o no?	De los entrevistados un 20% de ellos manifiesta que esta tecnología no es beneficioso por los riesgos de contaminación y un 80% de las entrevistas menciona que puede haber beneficios para la agricultura, pero se desconoce los riesgos que se generan con respecto a los transgénicos.
¿Qué alternativas existen para establecer modelos de bioseguridad ante la decisión de liberar OVM en el Perú?	Los expertos entrevistados manifiestan que deberíamos comenzar con la distribución de especie de tomate y proceder al aislamiento con distanciamiento de poblaciones nativas.

<p>¿Qué variedades cultivables tienen mayores riesgos de desaparecer?</p>	<p>Los expertos mencionan que las especies endémicas en desaparecer son los nativos y en tomate cultivable la del rio grande</p>
<p>¿Qué propone para llevar adelante un análisis de riesgos que tiene nuestra diversidad del tomate ante la posibilidad de liberar OVM en el Perú?</p>	<p>para los expertos entrevistados las medidas que se deberían considerar es él es el análisis de riesgos , elaboración de mapas de riesgos y el estudio de la zona de riesgos pero considerando también no aceptar la tecnología de los OVM.</p>

Tabla 11. Biología floral Total en las 5 sedes de investigación

Sede	Región natural	Flora ción 1	Fases					Total
			Días fase 1: nace y desarrollo botón floral	Días fase 2: Crecimiento de sépalos	Días fase 3: expansión de sépalos	Días fase 4: apertura total de la flor polinización	Días fase 5: marchitez de sépalos – óvulos fertilizados	
Morropo*	Chala	mediana	9.6	2.3	3	3.3	2	20.2
Cochabamba*	Yunga fluvial	mediana	13.6	2.7	2.2	2.4	1.5	22.4
Moquegua*	Yunga marítima	mediana	14.5	2.7	3.1	3.5	2.8	26.6
Ica*	Chala	mediana	15.3	3.8	3.9	3.8	3.3	30.1
Tarapoto	Omaguana	mediana	8	5	3.8	2.8	2.8	22.4

Fuente: Elaboración propia

Tomado de la Línea base MINAM, 2020 (*)

Tabla 12. Posición geográfica de las sedes de Investigación
MINAM y UPeU

Sedes	Altura (m s. n. m.)	Posición geográfica		Duración de biología floral
		Latitud	Longitud	
Morropo*	17	6.54775	80.03509	22.2
Cochabamba*	1828	6.48796	78.85765	22.4
Moquegua*	1270	17.19926	70.96392	26.6
Ica*	375	14.38594	75.71647	30.1
Tarapoto	275	6.47138	76.39629	22.4

Fuente: Elaboración propia
Tomado de la Línea base MINAM 2020 (*)

Tabla 13. Polinización en las sedes MINAM (*) y UPeU

Sede	Floración 1	Fase 4 (polinización)
		días
Morropo*	Media	3.3
Cochabamba*	Media	2.4
Moquegua*	Media	3.5
Ica*	Media	3.8
Tarapoto	Media	2.8

Fuente: Elaboración propia
Tomado de la Línea base MINAM 2020 (*)

Tabla 14. Polinizador, abeja adulta *Melliponini*

Grupo	Clase	Orden	Familia	Tribu	Nombre
funcional					común
Predador	Insecta	Hymenoptera	Vespidae		Avispa
Polinizador	Insecta	Hymenoptera	Apidae	Meliponini	Abeja

Fuente: Laboratorio de la Escuela profesional de Agronomía-UNSM, 2021

6. FIGURAS

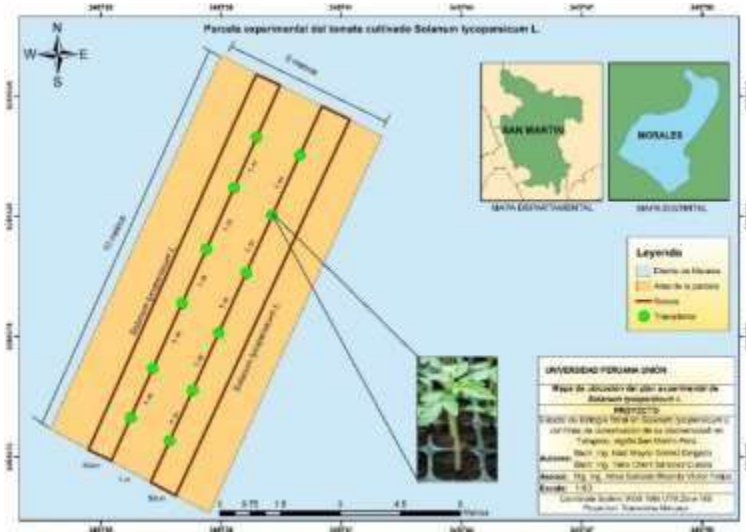
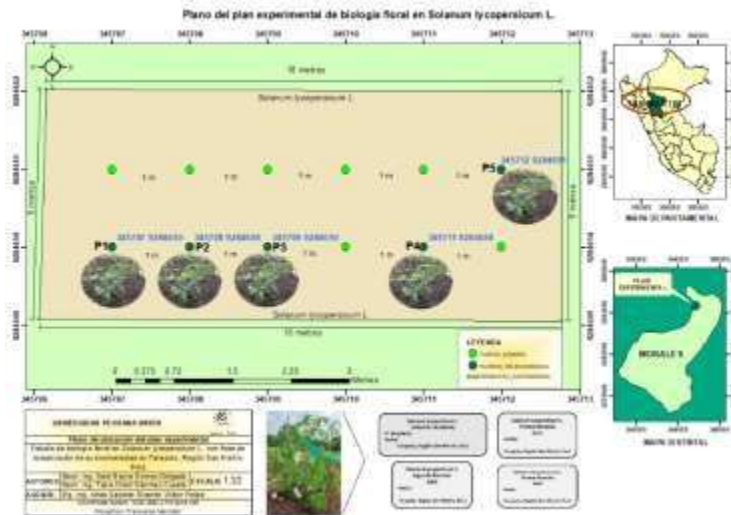
Figura 1. Plano de la parcela de *Solanum lycopersicum* L.Figura 2. Plano del plan experimental de biología floral en *Solanum lycopersicum* L.



Figura 3. Secuencia de fases de la biología floral del *Solanun lycopersicum L.*



Figura 4. Fase 1 del *Solanum lycopersicum L.* en Tarapoto, Perú



Figura 5. Fase 2 del *Solanum lycopersicum L.* en Tarapoto-Perú



Figura 6. Fase 3 del *Solanum lycopersicum* L. en Tarapoto, Perú



Figura 7. Fase 4 del *Solanum lycopersicum* L. en Tarapoto, Perú



Figura 8. Fase 5 (muere la flor) del *Solanum lycopersicum L.* en Tarapoto, Perú



Figura 9. Fase 5 (aparición del fruto) del *Solanum lycopersicum L.* en Tarapoto, Perú

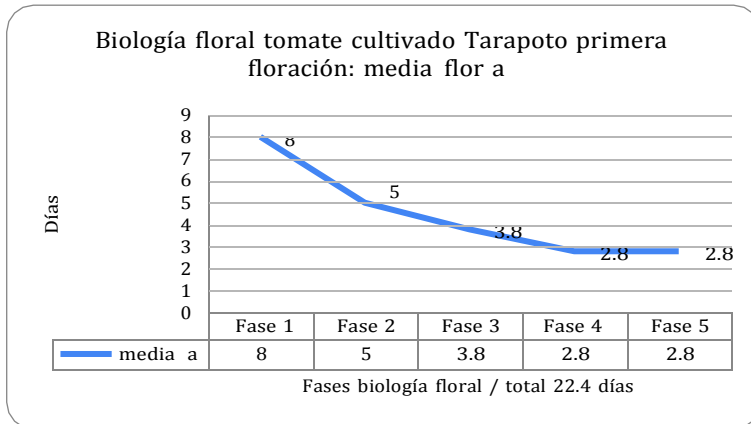


Figura 10. Biología floral en *Solanum lycopersicum L.*, primera floración, flor a, sede Tarapoto

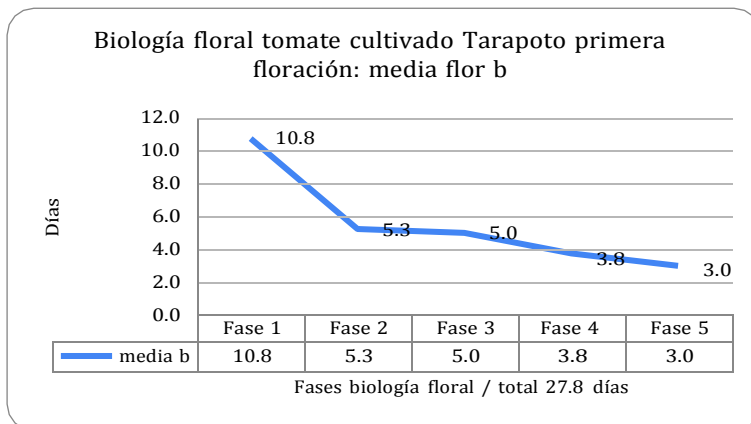


Figura 11. Biología floral en *Solanum lycopersicum L.*, primera floración, flor b, sede Tarapoto

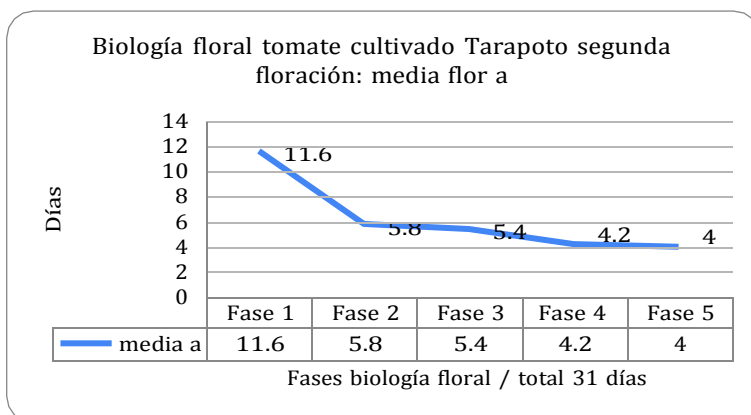


Figura 12. Biología floral en *Solanum lycopersicum L.*, segunda floración, flor a, sede Tarapoto

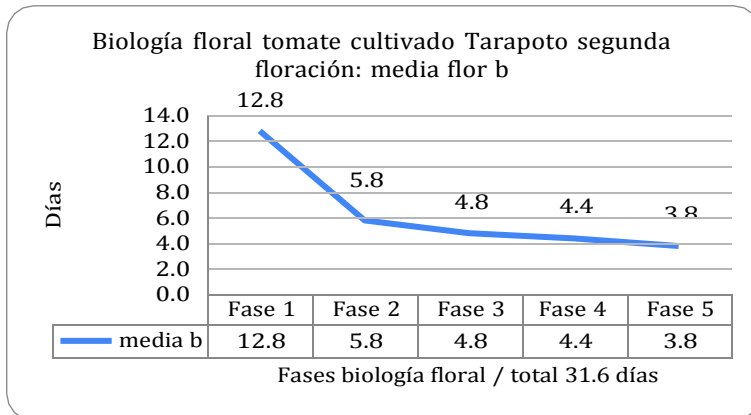


Figura 13. Biología floral en *Solanum lycopersicum L.*, segunda floración, flor b, sede Tarapoto

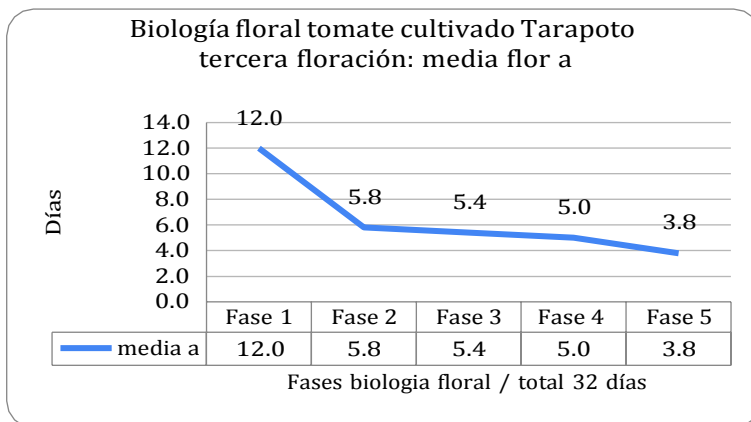


Figura 14. Biología floral en *Solanum lycopersicum L.*, tercera floración, flor a, sede Tarapoto

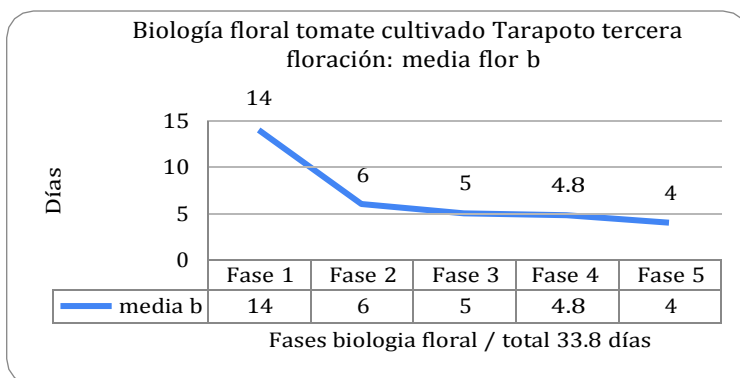


Figura 15. Biología floral en *Solanum lycopersicum L.*, tercera floración, flor b, sede Tarapoto

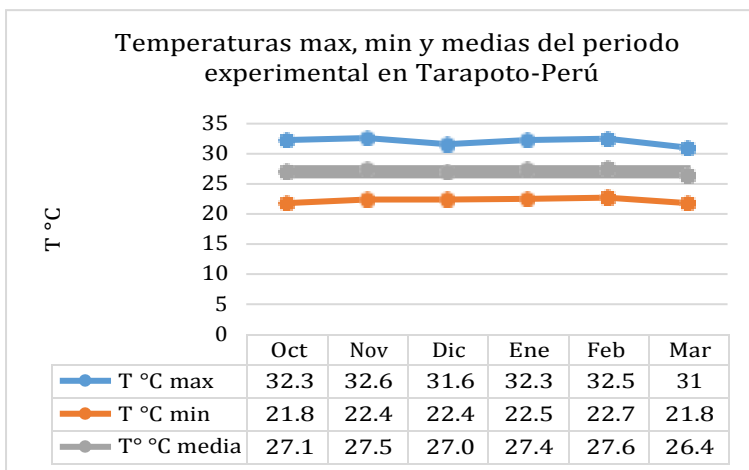


Figura 16. Temperaturas máximas, mínimas y medias del periodo experimental en Tarapoto, Perú

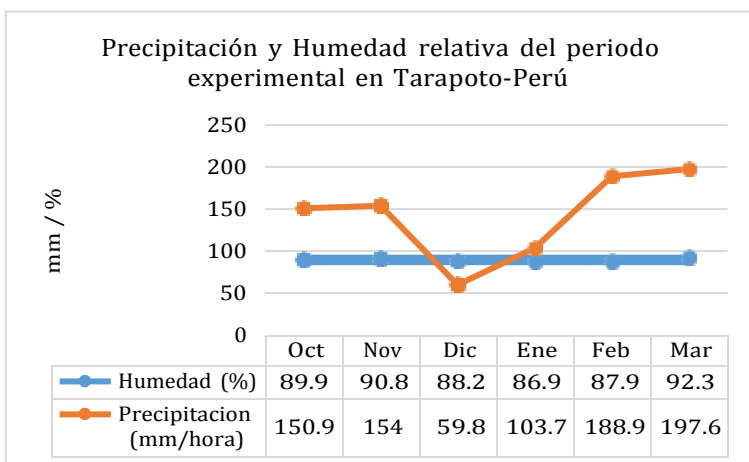


Figura 17. Precipitación y humedad relativa del periodo experimental en Tarapoto, Perú

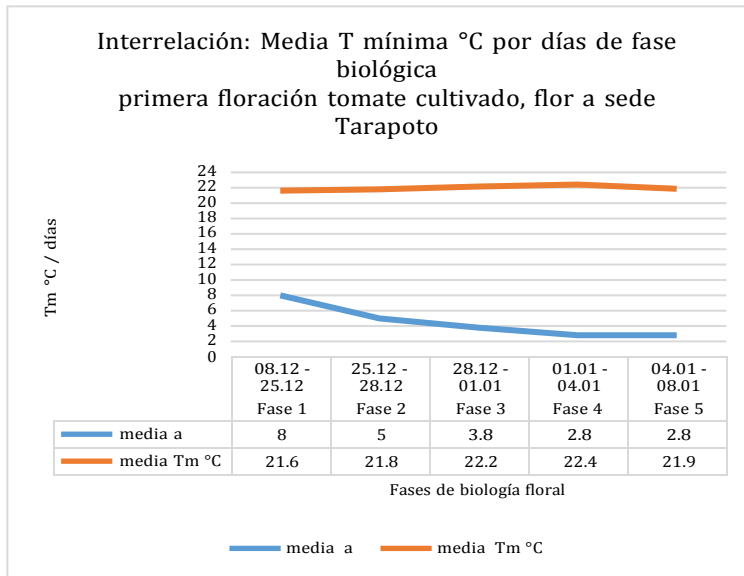


Figura 18. Interrelación: Media T mínima °C por fase biológica

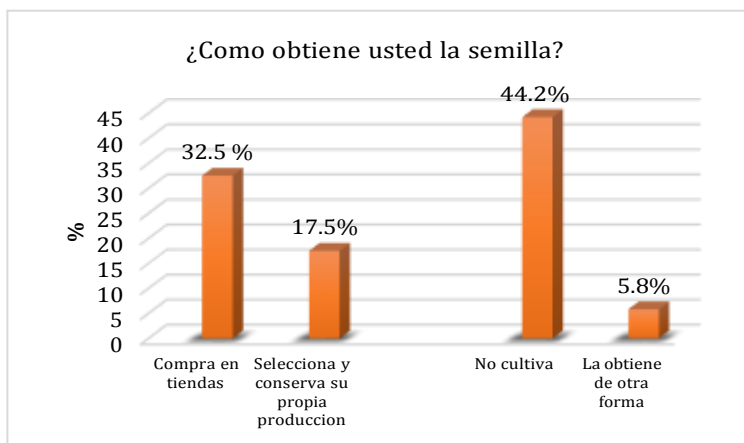


Figura 19. ¿Cómo obtiene la semilla?

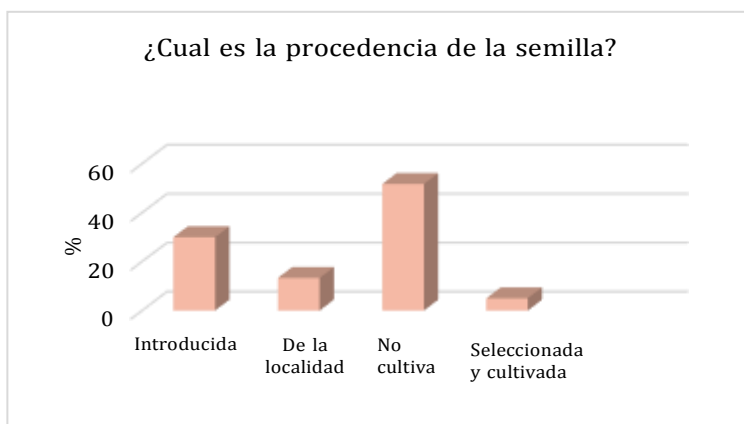


Figura 20. ¿Cuál es la procedencia de la semilla?

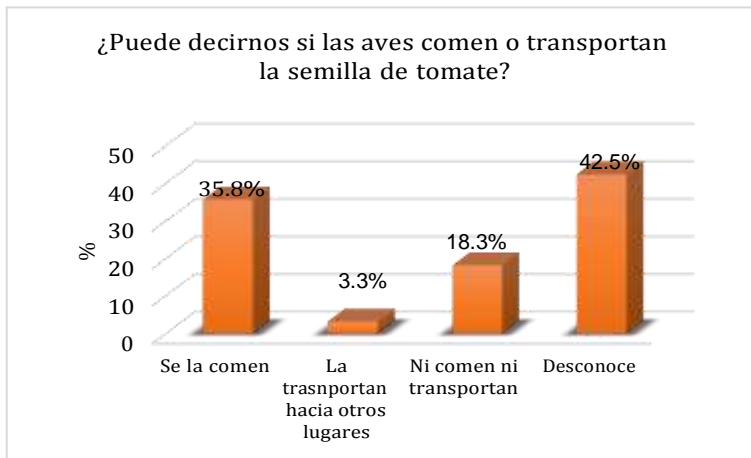


Figura 21. ¿Puede decirnos si las aves comen o transportan la semilla de tomate?

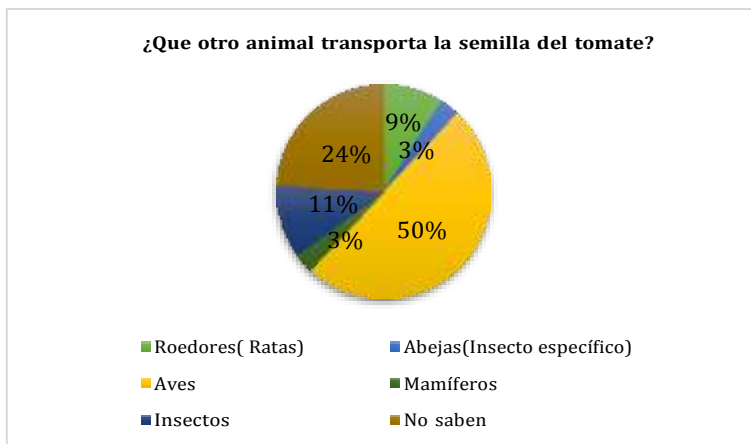


Figura 22. ¿Qué otro animal transporta la semilla del tomate?

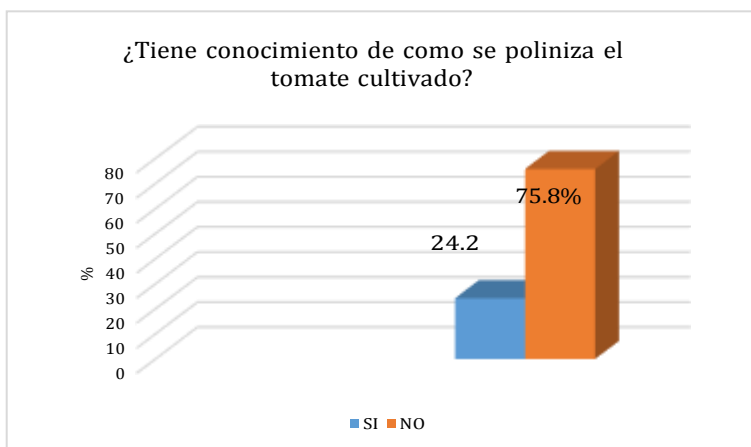


Figura 23. ¿Tiene conocimiento de cómo se poliniza el tomate cultivado?

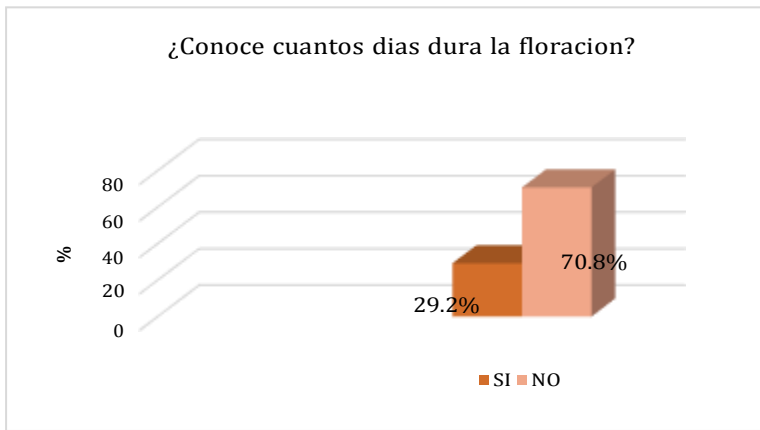


Figura 24. ¿Conoce cuantos días dura la floración?

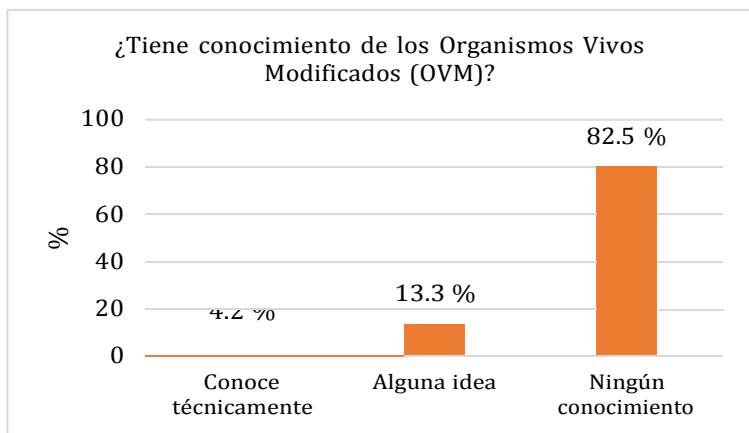


Figura 25. ¿Tiene conocimiento de los organismos vivos modificados (OVM)?

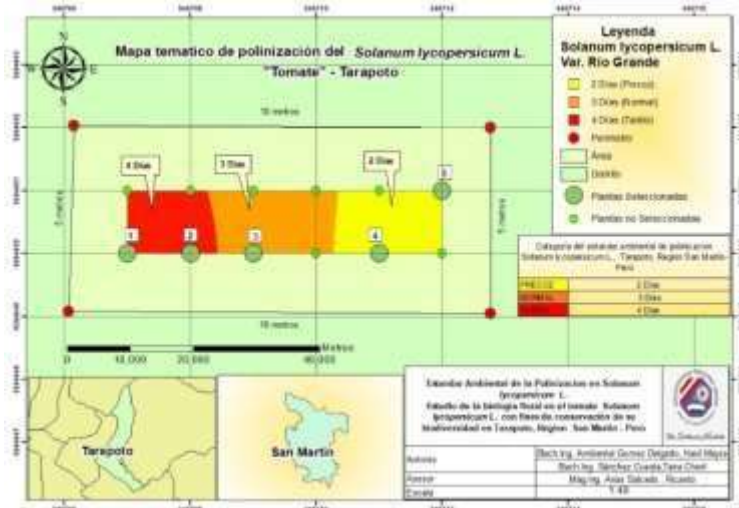


Figura 28. Mapa temático de polinización del *Solanum lycopersicum* L., Tarapoto



Figura 29. Polinizador, abeja adulta *Melliponini*

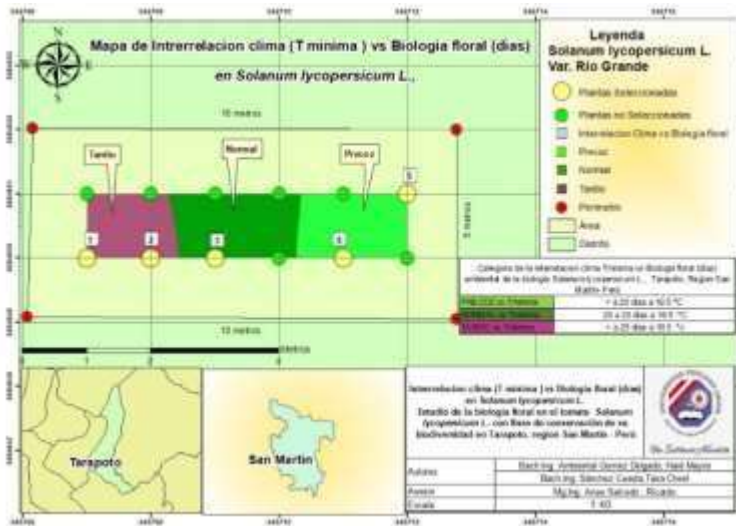


Figura 30. Mapa de interrelación clima (T mínima) vs biología floral (días) en *Solanum lycopersicum* L.

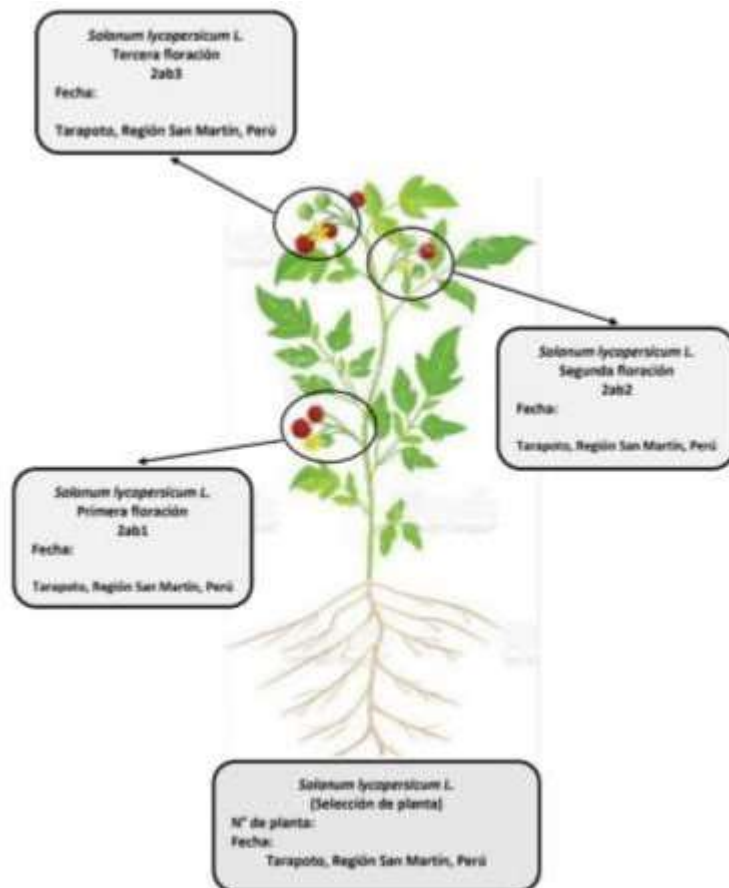


Figura 31. Modelo de etiquetado