

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



*Una Institución Adventista*

**Estudio de Biología floral de frijol Bayo *Phaseolus vulgaris* L con fines de conservación de su biodiversidad, Morales, Perú**

Tesis para obtener el Título Profesional de ingeniero ambiental

**Autores:**

Anyelina Rosmery Carhua Ponce

Wilder Huancas Oblitas

**Asesor:**

Mg. Arias Salcedo Ricardo Víctor Felipe

Morales, diciembre del 2021

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS


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

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Estudio de Biología floral de frijol Bayo *Phaseolus vulgaris* L con fines de conservación de su biodiversidad, Morales, Perú”** constituye la memoria que presenta los Bachilleres Carhua Ponce, Anyelina Rosmery & Huancas Oblitas, Wilder 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 Chiclayo, a los 28 días del mes de diciembre del año 2021.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

---

Mg. Arias Salcedo Ricardo Víctor Felipe

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a...28.... día(s) del mes de.....diciembre.....del año 2021 siendo las.....12:00 ..... horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): ..... Mtra. Kátherin Jina Luz Pinedo Gomez....., el (la) secretario(a): ..... Mtro. Jhon Patrick Rios Bartra ..... y los demás miembros: ..... Ing. Juana Elizabeth Vasquez Vasquez..... 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 de frijol Bayo *Phaseolus vulgaris* L con fines de conservación de su biodiversidad, Morales, Perú

del(los) bachiller/es: a) Anyelina Rosmery Carhua Ponce  
 b) Wilder Huancas Oblitas  
 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): ... Anyelina Rosmery Carhua Ponce.....

Bachiller -(b): ... Wilder Huancas Oblitas.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	16	B	Bueno	Muy bueno

(\*) 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

\_\_\_\_\_  
 Miembro

\_\_\_\_\_  
 Miembro

\_\_\_\_\_  
 Bachiller (a)

\_\_\_\_\_  
 Bachiller (b)

\_\_\_\_\_  
 Bachiller (c)

(\*) Tabla de Calificación

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

## 1. RESUMEN

La probable liberación de organismos vivos modificados (OVM), requiere de una preparación previa para la protección de recursos genéticos de especies nativas como el frijol bayo (*Phaseolus vulgaris* L) que incluye investigar las formas como la biodiversidad puede verse afectada por esta tecnología; en tal escenario, nuestro objetivo fue obtener datos primarios de la biología floral, sus fases y de la fase de polinización momento en que las plantas se encuentran aptas para recibir polen externo incluso polen OVM. Nuestro estudio está dirigido al frijol común o frijol bayo (*Phaseolus vulgaris* L) para lo cual se utilizaron las bases metodológicas de los estudios de línea base de la biodiversidad generados por el Ministerio del Ambiente en el 2020 obteniendo como resultados los estándares ambientales de biología floral (EABF) que representa los días de duración (11 días para la región San Martín) y el estándar de polinización (EAP) (2 días de duración de la fase de polinización), la interacción clima – biología floral y por último los conocimientos de los agricultores sobre OVM resultado importante por el desconocimiento de ello (80 %, de los productores en la región) lo que conlleva a un riesgo muy elevado de contaminación. Por último, se concluye con medidas de conservación de la biodiversidad en general para países que son centro de origen o centro de domesticación y están dirigidas a universidades, centros de investigación y las autoridades rectoras en el sector medio ambiental.

Palabras claves: Biología floral, biodiversidad, conservación, contaminación, OVM y polinización.

## ABSTRACT

The likely release of living modified organisms (LMOs) requires prior preparation for the protection of genetic resources of native species such as the bay bean (*Phaseolus vulgaris* L), which includes investigating the ways in which biodiversity may be affected by this technology; in such a scenario, our target was primary data from: floral biology, the phases of floral biology and especially the pollination phase, which is the time when plants are in a position to receive external pollen, including LMO pollen. Our study is aimed at the common bean or bay bean (*Phaseolus vulgaris* L) for which the methodological bases of the baseline studies of biodiversity generated by the Ministry of the Environment in 2020 were used, obtaining as results the environmental standards of floral biology (EABF) that represents the days of duration (11 days for the San Martin region) and the pollination standard (EAP) (2 days of duration of the pollination phase), the interaction climate – floral biology and finally the knowledge of the indicators of the knowledge that farmers have about LMOs was obtained, which is a very important result due to the ignorance of it (80%, of producers in the region) which leads to a very high risk of contamination, for the environmental conditions of the Amazon region San Martin, northeastern Peru. Finally, biodiversity conservation

measures for the countries that are the center of origin or center of domestication aimed at universities, research centers and for the governing authorities in the environmental sector.

Key words: Biodiversity, contamination, conservation, flower biology, LMO, polinization.

## 2. TEXTO

### 1. INTRODUCCIÓN

Para la conservación de la riqueza genética de los países centros de origen o domesticación, se ha generado una preocupación el desarrollo de los Organismos vivos modificados (OVM) como alternativa para solucionar problemas en el sector agrícola. Por otra parte, el Perú es signatario del Protocolo de Cartagena de Bioseguridad, derivado del Convenio de Diversidad Biológica; ahí se especifica que los países que sean centro de origen y diversificación de alguna planta, deben prohibir la siembra de variedades transgénicas de ella con base en lo que se conoce como principio precautorio (Naciones Unidas 2000).

En este sentido, el Protocolo de Cartagena define transgénicos como “Organismos Vivos Modificados” (OVM) (Naciones Unidas, 2000) que

significa organismos genéticamente modificados capaces de reproducirse. El desarrollo y uso de dicha tecnología, requiere de un compromiso para evaluar nuevos riesgos para el medio ambiente donde se introducirán los productos.

El Congreso de la República del Perú, promulgó en el año 2011 la ley N° 29811 Ley de Moratoria al ingreso de OVM por 10 años (Ministerio del Ambiente, Perú, 2014). La moratoria es ampliada por 15 años adicionales mediante la ley N° 31111 (Congreso de la República del Perú, 2021) tiempo necesario para continuar con los estudios de línea base de los cultivos, de sus parientes silvestres y realizar los análisis de riesgos respectivos.

En el Perú, a la fecha no se cuenta con estudios como biología floral, ni se conoce la influencia de las condiciones ecológicas, climáticas o de las prácticas agrícolas para determinar cómo fluye el polen y el probable cruzamiento en los frijoles y dar un manejo adecuado a nuestras especies nativas tanto cultivadas como silvestres a partir de un protocolo de bioseguridad ante la solicitud de liberar OVM al ambiente.

Esta, es una preocupación común por la introducción de Organismos Vivos Modificados OVM, ya que existe un déficit en investigación. Perú, centro de origen y domesticación de muchas especies como, los tomates, ajíes y rocotos, frijoles, yucas y otras plantas de nuestra biodiversidad (Parra F., 2014). La brecha negativa de investigación debe ser cubierta tanto por el Ministerio del Ambiente ente rector como de las universidades e instituciones de investigación. Una de las disciplinas, la



comprende el análisis de riesgos que incluye se realicen evaluación, gestión, percepción y comunicación de los riesgos como parte de los protocolos a seguir ante una solicitud de OVM (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2014).

A la fecha, se cuenta estándares ambientales para biología floral, flujo de polen y cruzamiento en *Zea mays* L (maíz) para cuatro regiones del (Arias Salcedo R. & Chávez Santa Cruz G. Ministerio del Ambiente 2016) y de biología floral, polinización y análisis de riesgos en *Solanum lycopersicum* L (Tomate) y sus parientes silvestres para cuatro regiones del Perú (Arias Salcedo R., Ministerio del Ambiente, 2020)

Es una prioridad la generación de bases metodológicas y de estándares para la biología floral y la polinización, conocer la influencia de las condiciones climáticas, ecológicas y de los conocimiento que poseen los probables usuarios de la tecnología OVM, sus prácticas agrícolas y ambientales para generar protocolos de bioseguridad y de conservación de la biodiversidad tanto de los frijoles como sus parientes silvestres y de todas las especies nativas ante la solicitud de liberar OVM al ambiente.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Materiales:

Para el estudio de biología floral de *Phaseolus vulgaris* L. en campo:

- Parcela agrícola de 10 m por 5 m
- Cámara fotográfica de alta resolución
- Fichas de observación directa para biología floral
- GPS marca Garmin

- Semillas seleccionadas de frijol Bayo *Phaseolus vulgaris* L.
- Equipos y maquinaria para preparación del terreno de investigación
- Abonos, productos preventivos y equipos para el mantenimiento de las plantas
- Etiquetas, libreta de notas, plumones indelebles y lápices
- Equipo de colección de polinizadores (abejas)

Para el estudio de biología floral de *Phaseolus vulgaris* L. en gabinete

- Laptops (2)
- Software ArcGIS

## 2.2. Métodos

### a. Metodología para el plan experimental

La etapa experimental se realizó en el campus de la Universidad Peruana Unión, distrito de Morales, región San Martín, Perú (Fig. 1)

Variables para el estudio:

- Variables independientes:

Fases de la biología floral y fases de polinización

Conocimiento de los agricultores en OVM, biodiversidad, riesgos de contaminación

- Variable dependiente:

Conservación de la biodiversidad

## Metodología

El diseño experimental tiene como base los estudios de biología floral del tomate realizado por Ministerio del Ambiente 2020 un ejemplo para plantas tropicales y de corto periodo vegetativo.

El frijol bayo es una especie nativa, priorizada por el Ministerio del Ambiente para los estudios de línea base ante la probable liberación de OVM. Samain, M. & Martínez E. 2021, tomado de Vavilov & Bucasov (1931), después de haber estudiado numerosas variedades de frijol recolectadas en México, Guatemala, Colombia, Perú, Chile y Bolivia mencionan que la especie *P. vulgaris* silvestre tiene un origen mesoamericano, y desde su expansión, se ha distribuido desde el norte de México hasta el noroeste de Argentina, ha llevado a la formación de dos grandes pools de genes en estas regiones geográficas, el de Mesoamérica y el de los Andes (MINAM 2019, tomado de Bellucci et al., 2014).

La flor de *Phaseolus vulgaris* es zigomorfa, perfecta y completa, presenta polinización cruzada con dos vectores importante: el viento y los insectos (abejas). Para describir y caracterizar la biología floral del frijol se utilizó las bases metodológicas del estudio de biología floral del tomate y sus parientes silvestres (MINAM, 2020) en el que se describen 5 fases para la biología floral:

Fases de la biología floral:

Fase 1: desde aparición botón floral hasta el inicio de apertura de sépalos en días. Fig. 21

Fase 2: desde el inicio de apertura hasta la apertura total de sépalos y aparición del cáliz. Fig. 22

Fase 3: desde que se abre totalmente el botón floral hasta la expansión de sépalos a 45° del axis a la flor. Fig. 23

Fase 4: Apertura total y la flor esta apta para ser polinizada. Fig. 24

Fase 5: Marchitez de sépalos, óvulos fertilizados y nacimiento del fruto. Fig. 25

La secuencia de la biología floral total se puede observar en la Fig. 20

Plan experimental

a. Selección de parcela para plan experimental en el Campus de la Universidad Peruana Unión, Tarapoto, región San Martín-Perú. (Ver Fig. 1).

Área de plan experimental 50 m<sup>2</sup>, 2 surcos con una distancia de 1 metro entre ellos, 6 puntos de siembra, en cada punto 2 plántulas.

b. Selección de plantas de forma aleatoria, 5 plantas al azar a los 20 días de la siembra y su codificación

c. Selección de flores:

Se selecciona y etiqueta un racimo floral por planta de frijol de la primera floración. Para realizar el seguimiento de la biología floral se utiliza las fichas de observación directa 1 (Anexo 1).

Se identificó la segunda floración y se seleccionó un racimo floral, aproximadamente 10 días después de la primera.

Por último, se identificó la tercera floración y un racimo floral aproximadamente 10 días después de la segunda Floración.

#### b. Metodología para recoger información de expertos

Como parte del estudio se recogió información primaria de especialistas en organismos vivos modificados, biología floral y conservación de biodiversidad (Tabla 1). Para ello, se utilizó la técnica Delphi que tiene como metodología el empleo de un número limitado de preguntas abiertas dirigidas a un número limitado expertos (5 a 25) dependiendo del tamaño del proyecto (García – Ruiz Elena & Lena Acebo, Francisco 2018). Las preguntas (Anexo 3), corresponden a las mismas realizadas en la línea de base del tomate y sus parientes silvestres por el Ministerio del Ambiente MINAM 2020

#### c. Metodología para recoger información primaria de Agricultores

Para recoger información de los productores de la región se identificó una muestra de 120 de productores agrícolas de una población de 92,224 productores pertenecientes a la región San Martín (INEI, Censo Nacional Agropecuario 2013). Para identificar la muestra se empleó la fórmula del tamaño de la muestra obtenida de la Guía para la elaboración de línea

base en el marco del SEIA MINAM 2017, empleando un margen de error del 92 % y un nivel de significancia 0.08

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados de la biología floral

El estudio de biología floral en *Phaseolus vulgaris* L. ha tenido resultados óptimos para las tres floraciones de cada especie los mismos que pasamos a describir.

Resultados de la primera floración:

Es la de mayor importancia y se inicia con el brote del primer botón floral. Las plantas de frijol tienen como característica la emisión de racimos florales que, en promedio, pueden ser de 2 a 5 botones. La fase 1 de la biología floral comprende al desarrollo del botón y es la fase de mayor duración. Una característica, es que se pueden producir tres momentos de apertura de los botones flores (a precoces, b normales, y c tardíos) lo que determina tres totales de duración de la biología floral. La fase 1 para los botones precoces (a) el promedio de duración es de 4 días lo que representa el 40 % del total, la fase 4 o de polinización es de 1 día y el total de la biología floral es de 9.2 días. Para los botones normales (b) y tardíos (c), la fase 1 tiene una duración mayor a 4 días respectivamente, la fase 4 duración de 1 día para ambos casos y el total de la biología floral es igual o mayor a 10 días lo que se observa en la Tabla 2

Resultados de la segunda floración:

Esta floración es menos abundante que la primera y las plantas también tienen como característica la emisión de racimos florales que en promedio, pueden ser de 2 a 4 botones. De igual manera, se produjeron dos momentos de apertura de los botones flores (a precoces, b tardíos lo que determina dos totales de duración de la biología floral. La fase 1 para los botones precoces (a) el promedio de duración es de 4.8 días lo que representa el 40 % del total, la fase 4 o de polinización es de 1.2 días y el total de la biología floral es de 9.4 días. Para los botones tardíos (b) la fase 1 tiene una duración de 6.3 días, la fase 4 duración de 1 día y el total de la biología floral de 10.6 días como se puede observar en la Tabla 3

Resultados de la tercera floración:

Sigue en importancia, menos abundante y la de mayor duración. Las plantas, también tienen como característica la emisión de racimos florales que, en promedio, pueden ser de 2 a 4 botones. De igual manera, se produjeron dos momentos de apertura de los botones flores (a precoces, b tardíos lo que determina dos totales de duración de la biología floral. La fase 1 para los botones precoces (a) el promedio de duración es de 6 días lo que representa el 54 % del total, la fase 4 o de polinización es de 1.4 días y el total de la biología floral es de 11.2 días. Para los botones tardíos (b) la fase 1 tiene una duración de 7.4 días, la fase 4 su duración es de 1.4 días y el total de la biología floral de 12.8 días, Tabla 4

Importante para el género *Phaseolus* su polinización, que es cruzada con dos vectores importantes para el flujo de polen: por viento y entomófila.

Para el caso de la polinización cruzada entomófila con el apoyo del laboratorio de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, se identificaron dos especies de abejas de los géneros *Apis* y *Mellipona*

Orden : Hymenoptera

Sub orden : Apocrita

Super familia : Apoidea

Familia : Apidae

Sub familia : Apinae

Genero : *Apis*

Especie : *A. mellifera*

Orden : Hymenoptera

Sub orden : Apocrita

Super familia : Apoidea

Familia : Apidae

Sub familia : Apinae

Tribu : Meliponini

### 3.2. Resultado de las condiciones climáticas

#### a. Resultados de las condiciones climáticas

El desarrollo de la investigación se realizó de marzo a junio 2021 época que corresponde al otoño del hemisferio sur con las precipitaciones en descenso. Las condiciones en cuanto a temperaturas, han sido estables las temperaturas máximas han variado alrededor de los 30.5 °C mientras,



las temperaturas mínimas entre 17.4 °C y los 22.8 °C con días que pueden superar los 12 °C de amplitud característico del trópico seco, como se puede observar en la Fig. 5

En cuanto a la humedad relativa, también se ha comportado muy estable oscilando alrededor de los 92.3 %. La precipitación, como corresponde a la época en el mes de marzo con lluvias constantes pero moderadas sin afectar el experimento, luego disminuyendo en abril, mayo y junio. El mes de marzo el de mayor precipitación con 197.6 mm característico de la latitud en la que nos encontramos y el de menor precipitación el mes de mayo con 44.1 mm propio del ingreso al periodo de estiaje. Fig. 6

#### b. Resultados de la interacción clima – biología floral

El desarrollo de la biología floral para la primera floración se dio durante el período fines de abril a inicio de mayo del 2021 que corresponde con el otoño del hemisferio sur. El comportamiento de las temperaturas mínimas, ha sido satisfactorio para el desarrollo de las flores de frijol debido a que han oscilado entre 19.4 °C y los 22.4 °C con muy pocos días menores a 20 °C, condiciones que corresponden con la posición tropical de la región sede de la investigación como se observa en la Fig. 8

En cuanto a la velocidad del viento, un parámetro importante para los frijoles ya que es un vector para la polinización cruzada propia de los frijoles. La velocidad del viento se ha mantenido siempre como brisas con promedios mensuales menores a 10 Km / h sin afectar el plan experimental. Fig. 7

### 3.3. Resultado de la entrevista a expertos

El consenso resultante de la entrevista a expertos para cada uno de los ítems desarrollados se presenta a continuación

A la pregunta 1: ¿Tiene conocimiento de organismos vivos modificados - OVM?, para los expertos la polinización de los Phaseolus es principalmente cruzada por viento, pero con participación de los polinizadores.

A la pregunta 2: ¿Qué propone para evitar o disminuir que los frijoles silvestres se crucen con frijoles transgénicos? las medidas de protección por la probable contaminación de los OVM, es el aislamiento con las barreras de distancias debido al riesgo por la polinización cruzada y el viento en los frijoles nativos.

A la pregunta 3: El empleo del frijol transgénico sería beneficioso ¿Sí o no? ¿Por qué? El consenso de los expertos considerando de antemano la protección y los riesgos de contaminación puede ser beneficioso en algunos casos y deben ser estudiados.

A la pregunta 4: ¿Qué alternativas existen para establecer modelos de bioseguridad ante la decisión de liberar OVM en el Perú? para los expertos el modelo de protección es el aislamiento con protocolos de distanciamiento que pueden incluir el no ingreso de los transgénicos.

A la pregunta 5: ¿Qué especies nativas o silvestres tienen mayores riesgos de desaparecer? Para los expertos las especies de mayor riesgo de

desaparecer son las especies cultivadas principalmente el maíz, tomates y frijoles.

A la pregunta 6: ¿Qué propone para llevar adelante un análisis de riesgos que tiene nuestra diversidad del frijol ante la posibilidad de liberar OVM en el Perú? Se deben realizar investigación para conocer tanto la biología floral, la polinización como el flujo de polen y estos se deben realizarse de manera aislada o en invernaderos cerrados propiciándose la actualización del banco de germoplasma para conservar las semillas nativas.

#### 3.4. Resultado de la encuesta a productores

La encuesta realizada a productores de la región San Martín, ha logrado resultados interesantes para nuestra investigación los mismos que pasamos a describir.

A la pregunta 1: ¿Cómo obtienen las semillas de frijol? De los 120 encuestados, un importante número de 58 % de los productores adquieren sus semillas en tiendas especializadas, un 26 % manifiesta conserva su semilla, un 13 % no cultiva frijol y por último un 3 % lo obtiene de otra forma. Fig. 9

A la pregunta 2: ¿Cuál es la procedencia de la semilla? De los 120 encuestados, un importe 52 % de los productores manifiestan que es de la localidad, un 25 % dice que es introducida el 12 % dice que conserva su semilla y un 12 % restante no cultiva como se puede observar en la Fig. 10

A la pregunta 3: ¿Cree que las aves comen o transportan las semillas del frijol? De los 120 encuestados, un importante 42 % manifiestan que la transportan a otros lugares, otro 34 % cree que se la comen, un 19 % desconoce y por último el 5 % manifiesta que ni comen ni transportan como se puede observar en la Fig. 11

A la pregunta 4: ¿Qué otro animal cree usted que come o transporta las semillas de frijol? De los 120 encuestados, en primer lugar, son las aves con un 47%, para un 27 % que desconoce y un 12.5 % que manifiesta que son roedores. En menor número, insectos y mamíferos, como se puede observar en la Fig. 12

A la pregunta 5: ¿Si conoce sobre la biología floral del frijol? De los 120 encuestados, los dos tercios de productores 68 % manifiesta no conocer y solo el 32 % manifiesta que si, como se puede observar en la Fig. 13

la pregunta 6. ¿Cuántos días dura la flor? De los 120 encuestados, las tres cuarta partes de productores 76 % manifiesta si conocer y solo el 24 % manifiesta que no, como se puede observar en la Fig. 14

A la pregunta 7: ¿Tiene conocimiento quienes son polinizadores? Un importante 69 % que manifiestan que no conocen, el 18 % opina que son las abejas, un 10 % manifiesta abejas y avispa, como se puede observar en la Fig. 15

A la pregunta 8: ¿Conocimientos del productor sobre organismos vivos modificados? De los 120 encuestados, el 80 % de manifiesta desconocer

totalmente, un 19 % tiene algún conocimiento y solo el 1 % tiene un conocimiento técnico, como se puede observar en la Fig. 16

#### 4. DISCUSIÓN

##### 4.1. Discusión de resultados de la biología floral

###### a. Discusión de resultados de biología floral en *Phaseolus vulgaris* L.

El frijol bayo, es una leguminosa que pertenece a la familia Fabaceae y al género *Phaseolus*. Es una especie nativa del Perú, de corto periodo de desarrollo alrededor de los 90 días dependiendo de la región y que se caracteriza por su polinización cruzada con dos vectores de flujo de polen: el viento e insectos (principalmente abejas).

Para la especie *Phaseolus vulgaris* L más conocida en Perú como frijol bayo, los resultados obtenidos en nuestro estudio son los primeros en centro de origen. Se identificaron las tres floraciones, una característica que se repite en las tres floraciones es la formación de racimos florales de entre 1 a 5 botones florales que por la interacción con el clima pueden tener entre 2 a 3 momentos de apertura y desarrollo de la flor. Esta misma característica se observa en otras plantas tropicales como los tomates conforme a lo obtenido en la línea de base realizado por el Ministerio del Ambiente durante los años 2018 – 2020.

Otra característica de la biología floral es el tiempo de duración de las flores que se encuentra muy asociados a las condiciones climáticas principalmente por la influencia de la temperatura mínima en plantas tropicales. Para las condiciones de Tarapoto, los tres momentos de

apertura determinan tres periodos de floración en cada planta por lo tanto tendremos plantas precoces para biología floral total menor a 8 días, normales para plantas cuya biología floral total dura entre 9 a 10 días y tardías para plantas cuya biología floral dura más de 11 días (Fig. 17), mapa temático de biología floral para *Phaseolus vulgaris* L. Por lo tanto, el estándar de biología floral (EABF) para *Phaseolus vulgaris* L es de 11 días bajo las condiciones ambientales de Tarapoto, Región San Martín, Perú.

Para la fase 4 o de polinización como en la biología floral total, tendremos plantas precoces cuya fase de polinización puede ser menor a 1 días, plantas normales donde la polinización puede durar entre 1 a 2 días y plantas tardías con fase de polinización mayor a 2 días (Fig. 18), mapa temático de polinización para *Phaseolus vulgaris* L ) y todo indica que el periodo de riesgo de contaminación por polen extraño o de OVM, puede superar los 2 días. El estándar de polinización (EAP) para *Phaseolus vulgaris* L es de 2 días con un riesgo alto de contaminación bajo las condiciones ambientales de Tarapoto en la región San Martín

#### 4.2. Discusión de resultado de las condiciones climáticas

La fase experimental, se realizó entre marzo y junio 2021 período que para el hemisferio sur corresponde al otoño y época en descenso de precipitación. En cuanto a temperaturas, las condiciones durante la etapa de investigación se han mantenido estables e ideales. Las temperaturas mínimas, no han afectado el desarrollo de la biología floral ya que siempre se han mantenido sobre los 18 °C. Los requerimientos en

clima para esta especie son temperaturas mínimas de 16 °C a 20 °C en periodo vegetativo y entre 18 °C y 22 °C en periodo de floración (Ministerio de Agricultura & Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2017). Las temperaturas medias han variado ligeramente entre los 26.3 °C durante los meses marzo a junio 2021 correspondiente a las condiciones tropicales de Tarapoto.

Las precipitaciones abundantes en marzo descendieron a partir de abril, pero sin afectar la investigación. En general, se presentaron condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la investigación.

#### b. Discusión de resultados de la interacción clima - biología floral en *Phaseolus vulgaris* L

El frijol bayo *Phaseolus vulgaris* L es una especie nativa para el Perú en todas las regiones cálidas. Los resultados obtenidos de la interacción clima - biología floral se pueden observar en la Fig. 19, Mapa de interrelación clima - biología floral, las temperaturas mínimas se han mantenido siempre sobre los 18 °C sin afectar el normal desarrollo de la fenología de las plantas por el contrario, esta interacción ha contribuido en acelerar los procesos fenológicos en algunas de las plantas por lo que se ha podido definir precocidad en varias de ellas, tanto en la fase de polinización como en la biología floral total. Esta misma característica se ha observado en los tomates, de acuerdo a los resultados de los estudios de biología floral del tomate a nivel nacional elaborado por el Ministerio de Ambiente (2020).

#### 4.3. Discusión de resultado de la entrevista a expertos

El consenso de expertos nos ha dejado criterios importantes que debemos tener en cuenta para determinar las fases de la biología floral, como se produce el flujo de polen y el probable cruzamiento. En primer lugar, a tener en cuenta es el tipo de polinización cruzada propia del género *Phaseolus* donde el viento es un importante vector además de la participación entomófila (abejas).

En segundo término, es una prioridad realizar estudio de biología floral, flujo de polen, cruzamiento, actualización del banco de germoplasma, medidas de protección como el aislamiento con barreras y distancia considerando la polinización cruzada por viento. Como parte de las medidas de prevención o protección ante probable contaminación por OVM la moratorio o el impedimento de ingreso también es viable.

En tercer lugar y no menos importante, el consenso de expertos nos dice que las especies nativas que tienen los mayores riesgos de desaparecer son *Zea mays* (muchas razas de maíz), *Solanum lycopersicum* (tomate) y varios parientes silvestres, así como *Phaseolus vulgaris* (frijol y varios parientes silvestres). 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 los OVM puede contribuir a elevar el riesgo.

Así mismo, es consenso realizar investigaciones sobre las especies en riesgo ya que existe desconocimiento sobre cuáles pueden tener mayor o menor riesgo.



#### 4.4. Discusión de resultado de la encuesta a productores

De los productores se ha recogió información en tres temas: sobre las semillas de *Phaseolus* sobre la biología floral y polinización en *Phaseolus* y sobre organismos vivos modificados.

En primer lugar, en cuanto a las semillas descartando a un pequeño grupo de productores 13 % que no cultivan alguna especie frijol. Del 87 % restante, un importante 58 % adquiere sus semillas en tiendas especializadas que son introducidas de otras regiones y un 26 % por ciento que conserva sus semillas son al mismo tiempo de procedencia local. En este sentido, el decir de los productores es que las semillas del frijol pueden ser transportadas a otros lugares en primer lugar por las aves (42 %) y también se las comen (34 %)

En segundo lugar, un número muy importante de los productores (76 %) conocen sobre la biología floral del frijol y para ellos, el rango principal de duración puede ser de 5 a 10 días lo que coincide con los resultados de nuestra investigación. Para los productores, los agentes polinizadores en las especies de *Phaseolus* son el viento y los insectos como son las abejas, abejorros, vectores principales de un flujo del polen de probables OVM.

Es por ello, la importancia del conocimiento o desconocimiento que tienen los productores sobre los OVM. En la región San Martín el desconocimiento es muy elevado 80 %, similar al resto de regiones del Perú. Un desconocimiento del productor muy elevado incrementa el riesgo de contaminación resultado obtenido por igual en los estudios de

línea base para los tomates y maíz elaborados por el Ministerio del Ambiente

## 5. CONCLUSIONES

1. Para la biología floral en *Phaseolus vulgaris* L se concluye que se presentan tres tipos de plantas en cuanto a su duración: plantas precoces, biología floral total igual o menor a 8 días, plantas normales de biología floral total entre 9 a 10 días y tardías para plantas cuya biología floral dura 11 o más. Por lo tanto, se concluye además que el Estándar de biología floral (EABF) para *Phaseolus vulgaris* L es de 11 días para las condiciones de Tarapoto, región San Martín 2.

2. En cuanto a la fase 4 o de polinización, se concluye tan igual como la biología floral total que se tienen plantas precoces cuya fase de polinización puede ser igual o menor a 1 día, plantas normales donde la polinización puede durar entre 1 a 2 días y plantas tardías con fase de polinización mayor a 2 días. Se concluye además que estándar de polinización (EP) para *Phaseolus vulgaris* L frijol bayo es de 2 días para las condiciones de Tarapoto, región San Martín

3. Se concluye también, que la interacción de la biología floral con el clima, por el comportamiento de las temperaturas mínimas, ha sido determinante para contribuir en acelerar o retrasar los procesos fenológicos en algunas de las plantas manifestándose precocidad o tardanza, tanto en la fase de polinización como en la biología floral total

4. De los expertos, concluimos los frijoles por el tipo de polinización que posee – polinización cruzada – es una de las especies que tienen mayor riesgo de ser contaminadas junto con el maíz y los tomates y esto por la importancia que tiene el viento como vector para el flujo de polen.

5. Además se concluye que es necesario realizar investigaciones sobre flujo de polen, cruzamiento, actualización del banco de germoplasma, medidas de protección como el aislamiento con barreras y distancia considerando la polinización cruzada. Además, 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 los OVM puede contribuir a elevar el riesgo.

6. En cuanto a la procedencia del germoplasma de *Phaseolus vulgaris* L concluimos de acuerdo a lo manifestado por los productores que la mayor parte proviene de semilleros certificados (75 %). Además existe un número importante (20 %) mantienen la práctica de conservar su semilla.

7. También se concluye que existe un conocimiento importante por parte de los productores sobre la biología floral de *Phaseolus* así como de su polinización y este es un valor por rescatar para las medidas de conservación de la especie.

8. Por último, se concluye que el desconocimiento que tienen los productores sobre los OVM que para el caso de la región San Martín es muy elevado y superior al 80 % similar al resto de regiones del Perú y esto incrementa el riesgo de contaminación. Esta es una tarea

inconclusa y que debe ser corregida de manera inmediata para disminuir los riesgos de contaminación por OVM.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, el agradecimiento a nuestro Padre Celestial por la vida y la salud que nos permitió culminar satisfactoriamente la carrera de Ingeniería Ambiental. A PRONABEC porque a través del programa “Beca 18” fomentada por el estado, contribuyó a que fuera posible el desarrollo de nuestros estudios académicos. A los Srs. Ricardo Arias Salcedo y Juana Vásquez Vásquez, por su apoyo, amistad y confianza en la elaboración, ejecución y culminación de la presente investigación. Al grupo del Ministerio del Ambiente, por el apoyo a en la elaboración, ejecución y culminación de la presente investigación. A nuestros padres, por su apoyo incondicional, económico y sus consejos para la elaboración, ejecución y culminación de la presente investigación y por último a la Universidad Peruana Unión, a sus docentes y trabajadores, por su consejo y apoyo durante nuestra formación Profesional.

## 4. BIBLIOGRAFIA

Arias Salcedo R. & Chávez Santa Cruz G. 2016. Estudio de biología floral y establecimiento de protocolo para determinar el flujo de polen y el cruzamiento en maíz – informe final. Ministerio del Ambiente, Lima.

Arias Salcedo R. 2020. Estudio de biología floral en *Solanum lycopersicum* L Tomate y sus parientes silvestres – informe final. Ministerio del Ambiente, Lima

Congreso de la República del Perú 2021. Normas legales: 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.

García – Ruiz Elena & Lena Acebo, Francisco 2018. Aplicación del método Delphi en el diseño de una investigación cuantitativa FABLAB. EMPIRIA. Revista de Metodología de Ciencias Sociales N° 40, mayo – agosto 2018.

INEI 2013. Resultados Definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Ministerio de Agricultura, Lima.

International Life Sciences Institute do Brasil. 2012. Guía para la evaluación de riesgo ambiental de organismos genéticamente modificados. ILSI, Sao Paulo.

Ministerio de Agricultura & Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2017. Ficha Técnica N° 05 requerimientos agroclimáticos del cultivo del Frijol. MINAGRI & SENAMHI, Lima

Ministerio del Ambiente 2021. Línea de base de la diversidad genética del tomate peruano con fines de bioseguridad. Dirección de Diversidad Biológica y Recursos Genéticos, Lima.

Ministerio del Ambiente 2019. Términos de referencia para la elaboración de la línea de base de la diversidad del frijol con fines de bioseguridad: prospección de la diversidad, estudio socioeconómico, ecológico, de organismos y microorganismos, flujo de genes y sistematización. Dirección de Diversidad Biológica, Lima.

Ministerio del Ambiente 2017. Resolución Ministerial N° 056 – 2017 guía para la elaboración de la línea de base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental. Dirección General de Políticas, Normas e instrumentos de Gestión Ambiental, Lima.

Ministerio del Ambiente. 2016. Moratoria al ingreso de transgénicos OVM en el Perú 2011 – 2015. Protegiendo nuestra diversidad biológica y cultural. Reporte del estado de la implementación de la Ley N° 29811. MINAM, Lima.

Ministerio del Medio Ambiente. 2014. Guía metodológica para la evaluación de riesgos ambientales de vegetales genéticamente modificados (VGM), con guía electrónica de metodologías (GEM) para su uso. Santiago de Chile.

Naciones Unidas 2000. Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del convenio sobre diversidad biológica. Secretaria del Convenio, Montreal.

Parra, F. 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. Ministerio del Ambiente, Lima.

Samain, Marie. & Martínez Esteban 2021. Los centros de origen de las plantas cultivadas. Portal Comunicación Veracruzana, México

## 5. TABLAS

Tabla 1. Título. Expertos e institución a la que pertenecen

Experto	Institución
Tulio Medina Hinostraza	Ing. Agrónomo, Agro biodiversidad y recursos genéticos del MINAM.
Andrés Erick Gonzales López	Ing. Agrónomo, Magister en suelo, Universidad Peruana Unión
Leopoldo Pompeyo Vásquez Núñez	Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Doctor en Ciencias biológicas.
Luis Fernando Manrique Gonzales	Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Martín
Ángel Martín Rodríguez del Castillo	Biólogo, Instituto Amazónico del Perú

Tabla 2. Título. Fases de la biología floral de *Phaseolus vulgaris* L.

primera floración, Morales, San Martín, Perú

Floración	Días fase 1	Días fase 2	Días fase 3	Días fase 4	Días fase 5	Total
P1b1 a	5	2	1	1	2	11
P2b1 a	2	2	2	1	1	8
B	3	3	2	1	1	10
P3b1 a	2	2	2	1	1	8
B	3	2	2	1	1	9
P4b1 a	4	2	1	1	1	9
B	6	2	1	1	1	11
P5b1 a	6	1	1	1	1	10

media a	3.8	1.8	1.4	1	1.2	9.2
media b	4.0	2.3	1.7	1.0	1	10.0

Tabla 3. Título. Fases de la biología floral de *Phaseolus vulgaris* L.

segunda floración, Morales, San Martín, Perú

Floración 2	Días fase 1	Días fase 2	Días fase 3	Días fase 4	Días fase 5	Total
P1b2 a	5	1	1	2	2	11
P2b2 a	6	1	1	1	1	10
B	7	1	1	1	1	11
P3b2 a	5	2	1	1	1	10
B	6	2	1	1	1	11
P4b2 a	3	1	1	1	1	7
B	5	1	1	1	1	9
P5b2 a	5	1	1	1	1	9
B	7	1	1	1	1	11
media a	4.8	1.2	1	1.2	1.2	9.4
media b	6.3	1.3	1	1	1	10.6

Tabla 4. Título. Fases de la biología floral de *Phaseolus vulgaris* L.

tercera floración, Morales, San Martín, Perú

Floración 3	Días fase 1	Días fase 2	Días fase 3	Días fase 4	Días fase 5	Total
P1b3 a	5	1	1	1	1	9
B	7	1	1	1	1	11
P2b3 a	5	2	1	1	2	11
B	6	2	1	1	1	11
P3b3 a	7	1	1	2	2	13
B	8	1	1	2	2	14



P4b3 a	8	1	1	2	1	13
B	9	2	1	1	1	14
P5b3 a	5	2	1	1	1	10
B	7	1	2	2	2	14
media a	6.0	1.4	1	1.4	1.4	11.2
media b	7.4	1.4	1.2	1.4	1.4	12.8

Tabla 5. Título. Interacción clima – biología floral, primera floración  
media a *Phaseolus vulgaris* L

	Días fase 1	Días fase 2	Días fase 3	Días fase 4	Días fase 5	Total
Días promedio	3.8	1.8	1.4	1	1.2	9.2
Temp. Mín. promedio	21.3	20.4	21.3	21.5	21.4	
Fecha	26.04 - 02.05	02.05 - 03.05	03.05 - 04.05	04.05 - 05.05	05.05 - 07.05	

Tabla 6. Título. Consenso de expertos

PREGUNTAS	CONSENSO
Para usted ¿Tiene conocimiento como se manifiesta la polinización y el flujo de genes en el frejol Bayo <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)?	El consenso de los expertos nos dice que la polinización de los <i>Phaseolus</i> es principalmente cruzada por viento, pero también con la participación de los polinizadores.



Figura 1. Mapa de ubicación del plan experimental

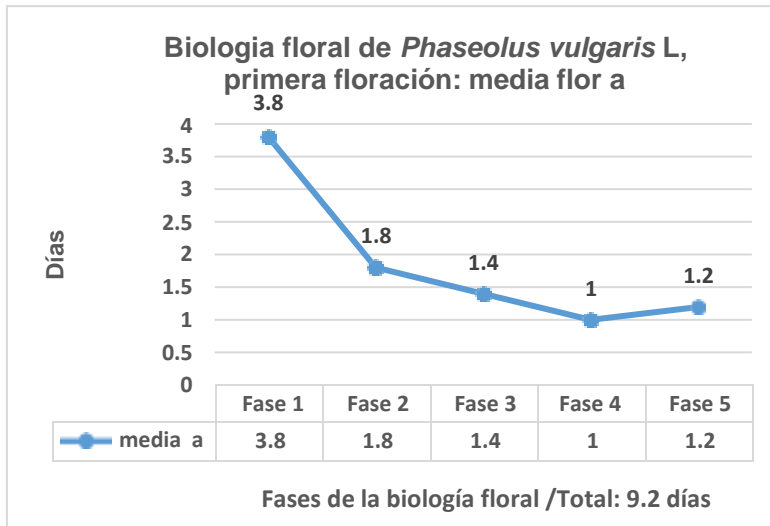


Figura 2. Biología floral *Phaseolus vulgaris* L, Morales, primera floración:  
media flor a

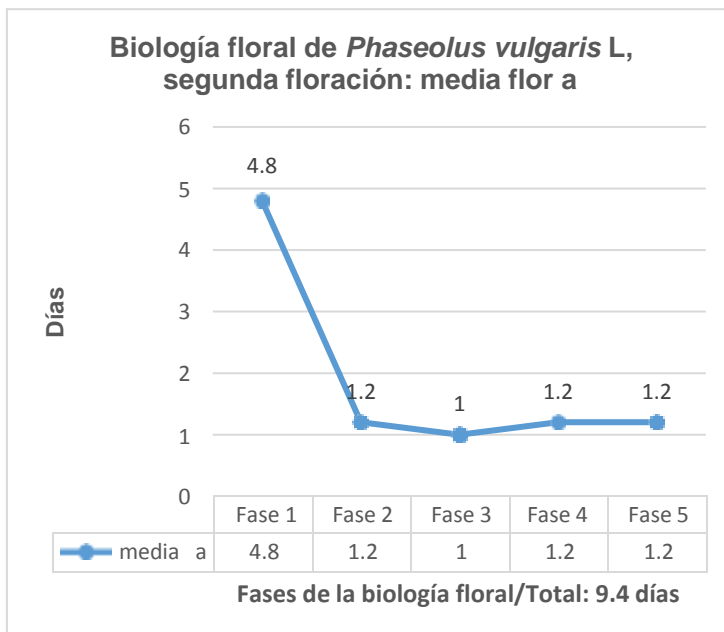


Figura 3. Biología floral, *Phaseolus vulgaris* L,, Morales, segunda  
floración: media flor a

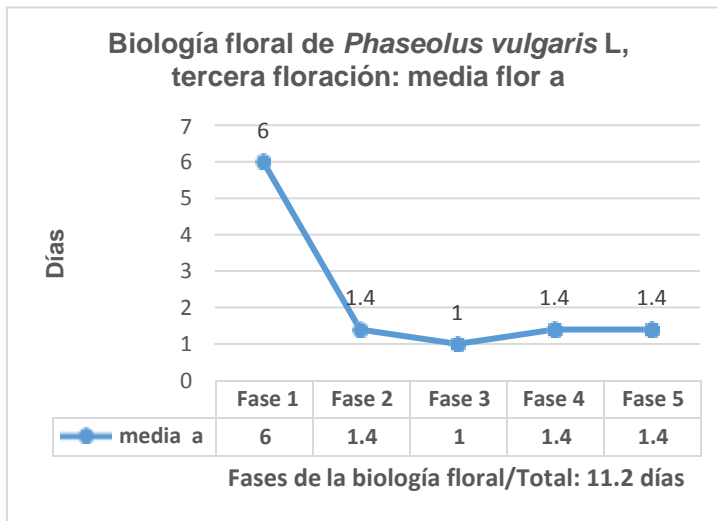


Figura 4. Biología floral *Phaseolus vulgaris* L., Morales, tercera floración: media flor a

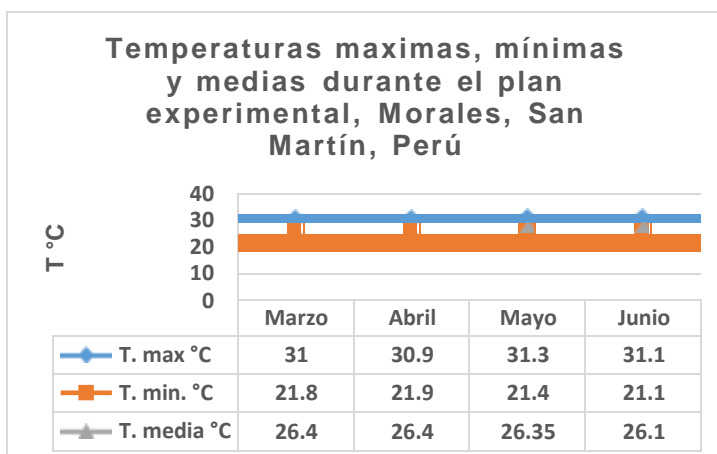


Figura 5. Temperaturas máximas, mínimas y medias durante el plan experimental, Morales, Perú

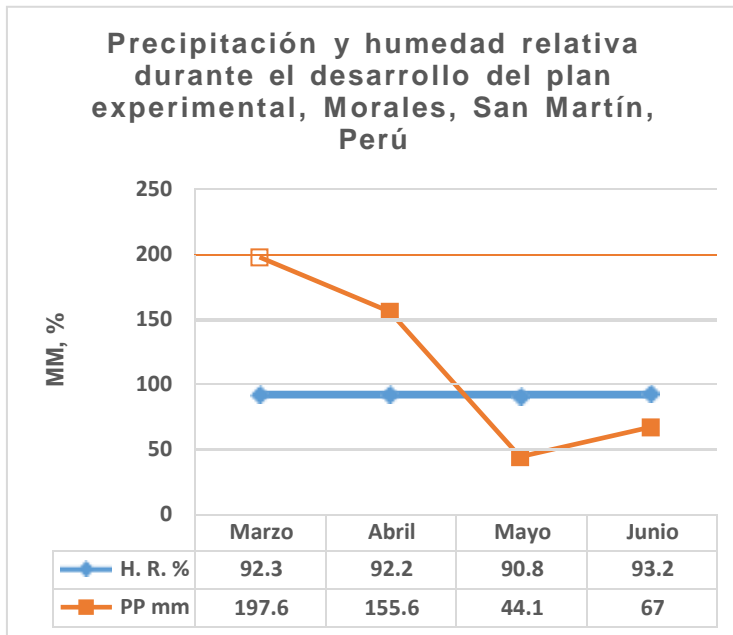


Figura 6. Precipitación y Humedad relativa durante el desarrollo del plan experimental, Morales, Perú

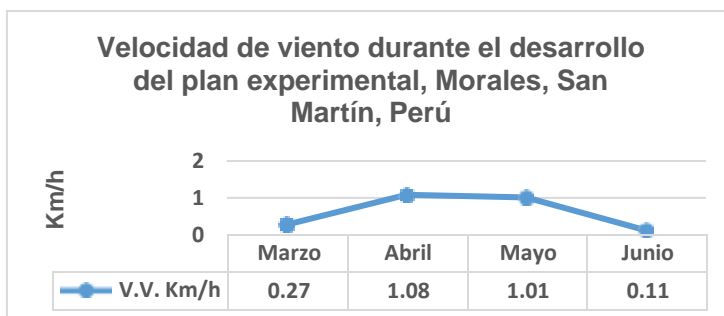


Figura 7: Velocidad del viento durante el desarrollo del plan experimental, Morales, Perú

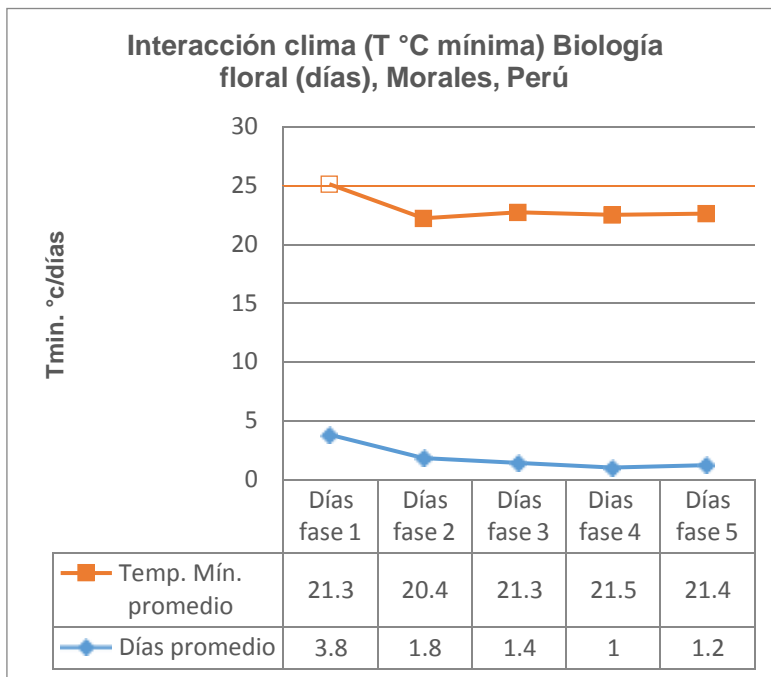


Figura 8: Interacción clima - biología floral de *Phaseolus vulgaris* L, primera floración media a, Morales, Perú



Figura 9. ¿Cómo obtienen las semillas de frijol?

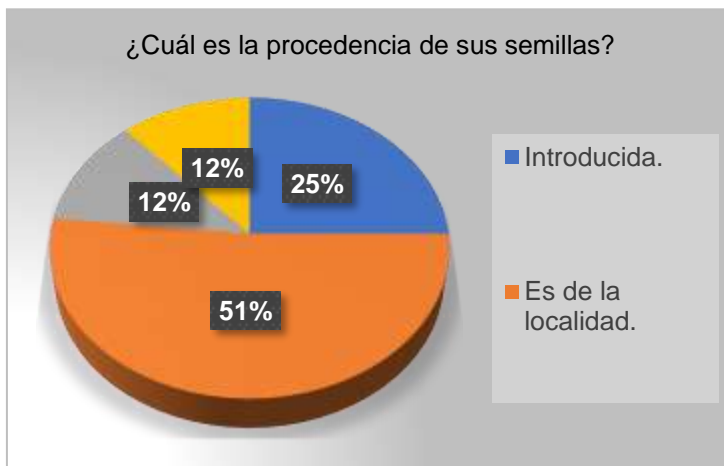


Figura 10. ¿Cuál es la Procedencia de la semillas?

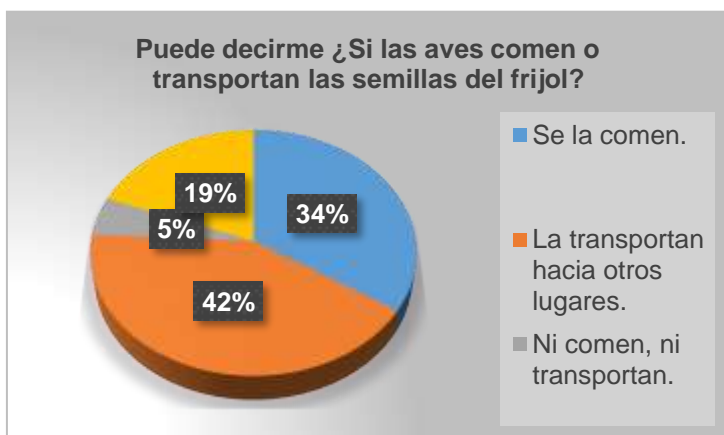


Figura 11. ¿Cree que las aves comen o transportan las semillas del frijol?

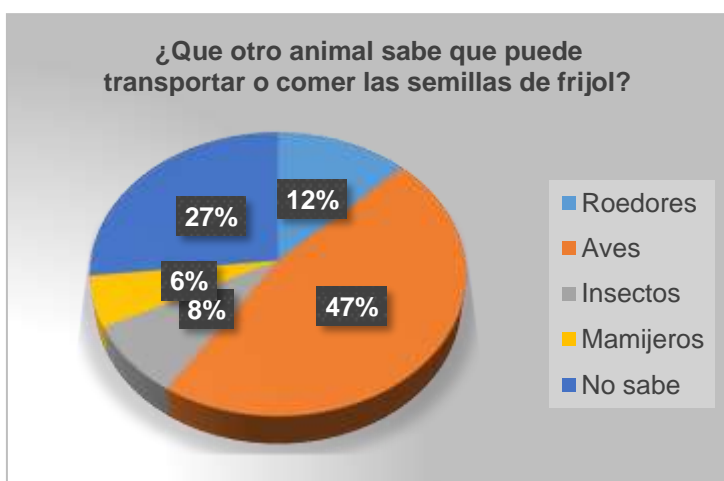


Figura 12. ¿Que otro animal cree usted que transporta o come las semillas de frijol?

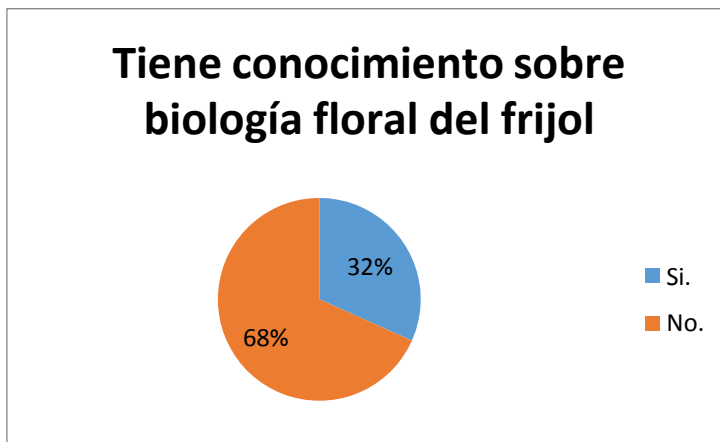
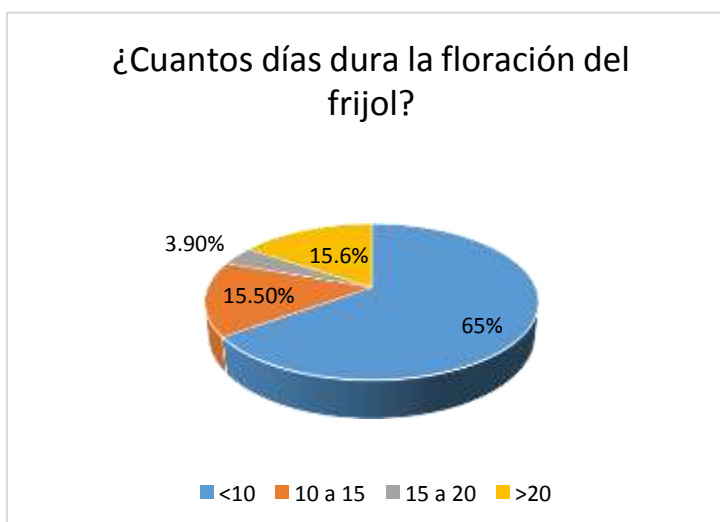


Figura 13. Si conoce sobre biología floral del frijol



días dura la flor?

Figura 14. ¿Cuántos



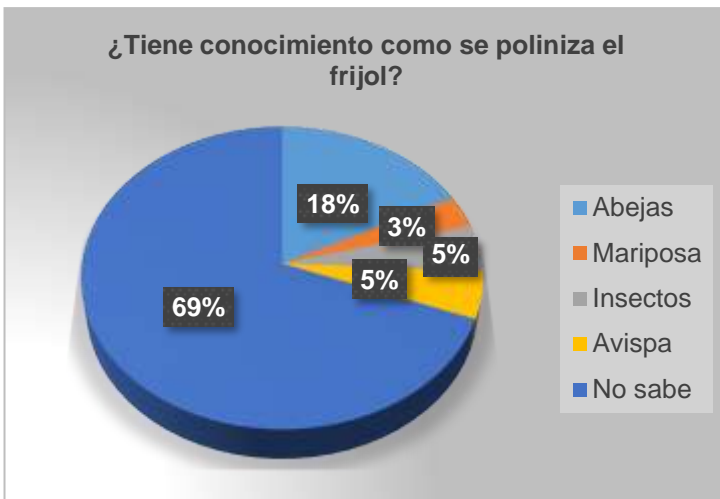


Figura 15. ¿Tiene conocimiento sobre los polinizadores del frijol?

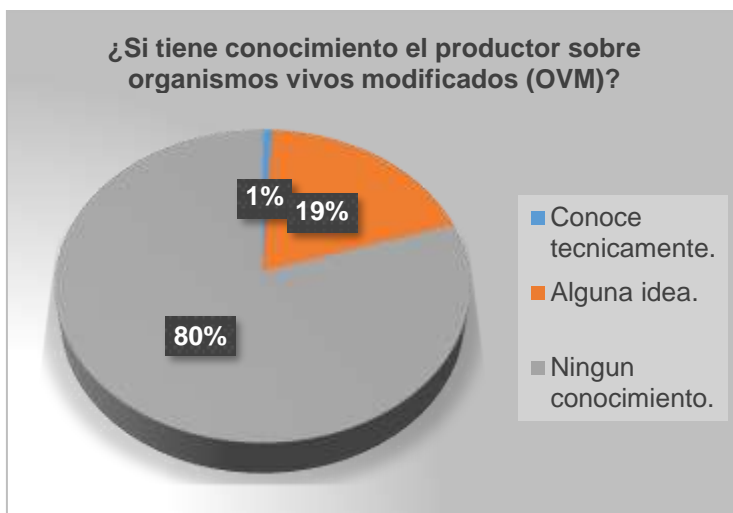


Figura 16. Conocimientos del productor sobre organismos vivos modificados

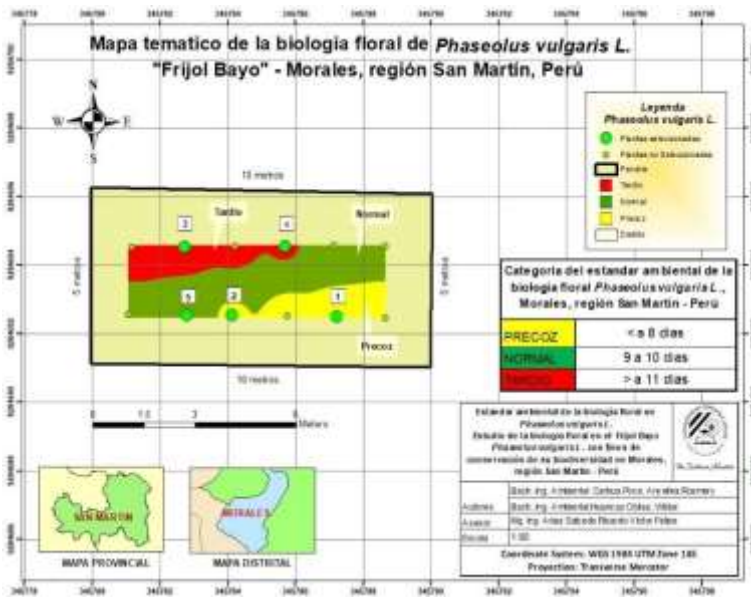


Figura 17. Mapa temático de la biología floral en *Phaseolus vulgaris* L. Morales, Perú

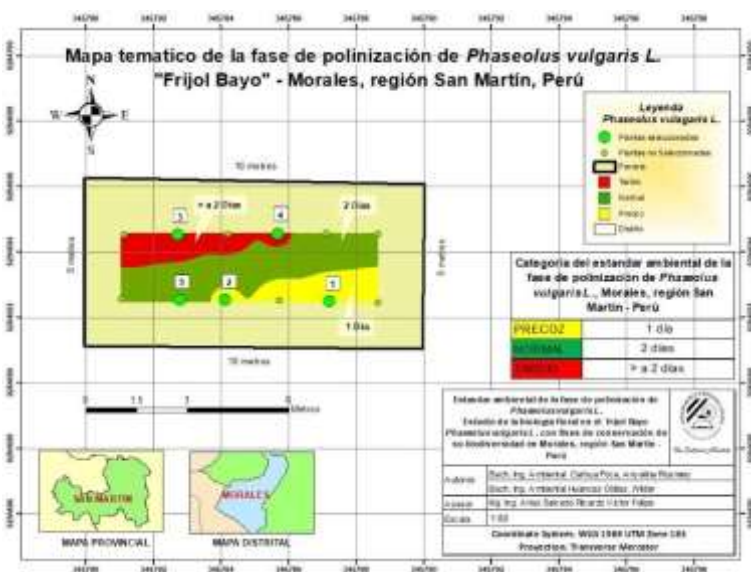


Figura 18. Mapa temático de polinización en *Phaseolus vulgaris* L. Morales, Perú

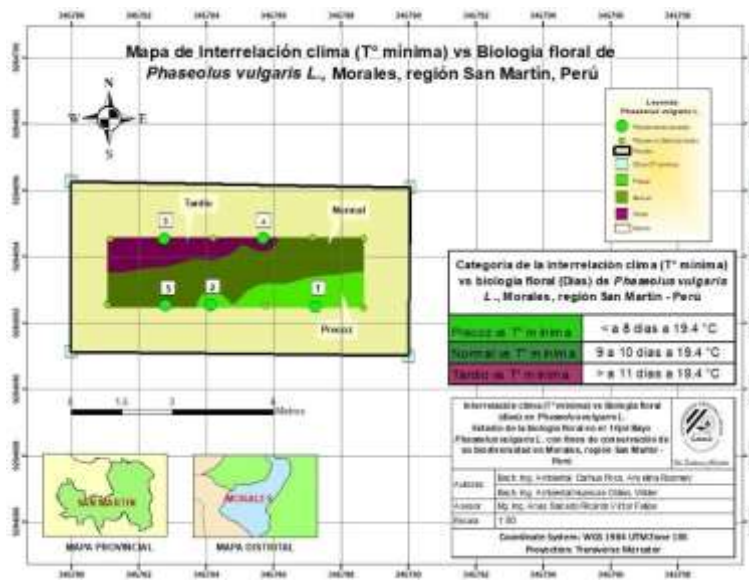


Figura 19. Mapa de interrelación clima – biología floral en *Phaseolus vulgaris* L, Morales, Perú

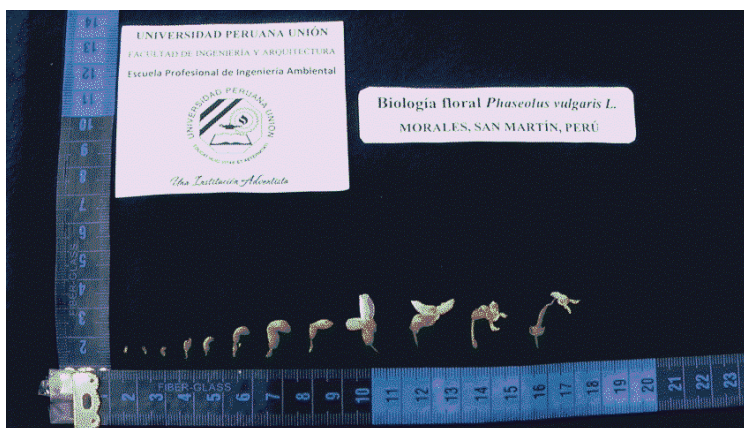


Figura 20. Secuencia de la biología floral en *Phaseolus vulgaris* L, Morales, Perú



Figura 21. Biología floral *Phaseolus vulgaris* L, Fase 1, Tarapoto, Perú



Figura 22. Biología floral *Phaseolus vulgaris* L Fase 2, Tarapoto, Perú



Figura 23. Biología floral *Phaseolus vulgaris* L Fase 3, Tarapoto, Perú



Figura 24. Biología floral *Phaseolus vulgaris* L Fase 4 polinización, Tarapoto, Perú



Figura 25. Biología floral *Phaseolus vulgaris* L, Fase 5 Tarapoto, Perú