

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DE CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**CRUZAS ENTRE VARIEDADES DE PAPA NATIVA Y *Solanum bukasovii* Juz.
EN LA COMUNIDAD DE HUANCACALLA CHICO DEL DISTRITO DE
HAQUIRA PROVINCIA DE COTABAMBAS - APURIMAC.**

**Tesis presentado por EUSEBIA
MARQUEZ CASTELLANOS para optar
al título profesional de Ingeniero
Agrónomo.**

ASESOR : M.Sc. Luis Justino Lizárraga Valencia (CRIBA)
COASESORES : Dra. Fabiola Parra Rondinel (UNALM)
: Dr. Alejandro Casas Fernandez (UNAM)
: M.Sc. Juan Jesús Torres Guevara (UNALM)

K'AYRA _ CUSCO _ PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mis padres Adrián Marquez y Florencia Castellanos, por su amor, ejemplo de constante lucha y porque creyeron en mí, me di cuenta que a través de los años hay pocas personas que permanecen a tu lado por consecuencia de afecto y no por su interés. De esto pude evidenciar.

A mis hermanos Frida, Marleny, Livia, Eloy y Flor, por su apoyo moral incondicional.

A mis docentes de la universidad, por ser la casa de estudio donde me otorgaron mis conocimientos teóricos y técnicos.

AGRADECIMIENTOS

- Agradezco a todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNSAAC), por haberme impartido sus valiosos conocimientos y enseñanzas durante mi permanencia en las aulas universitarias.
- Mi extensivo agradecimiento al CRIBA (Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina), CADEP (Centro Andino de Educación y Promoción José maría Arguedas), UNALM (Universidad Nacional Agraria La molina) y UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México), porque depositaron confianza para la posibilidad de realizar de esta tesis.
- Mi más sincero agradecimiento al Ing. M.Sc. Luis Lizarraga Valencia, por sus sabias valiosas enseñanzas y haberme asesorado para realizar esta investigación.
- Las palabras que busco no existe, pues mi agradecimiento infinita al Dr. Alejandro Casas, M.Sc. Juan torres Guevara, Ing. Domingo Vegazo, Dra. Fabiola Parra, Dr. Ignacio Torres, Blga. Marina Tamandúa y Aldo Cruz, por todo el apoyo y sus acertadas orientaciones para la culminación satisfactoria del presente trabajo de investigación.
- La amistad, si se alimenta solo de gratitud para Edison Challco, Nilda Condori y a todas las personas que me apoyaron el trayecto de la fase de investigación de campo.
- Agradezco infinitamente a PhD. Erick Yabar Landa y Blgo. Edgar Marquina Montesinos por su ayuda en el laboratorio en cuanto concierne a la especiación de los especímenes de insectos. Así mismo doy las gracias al Ing. M.Sc Ramiro Ortega Dueñas e Ing. Ladislao Palomino por su acertada orientación para finalizar esta investigación.
- Un extensivo agradecimiento a juvenal Sarmiento, Hilario Parejo y a todos los agricultores de la comunidad Huancacalla Chico quienes son los verdaderos protagonistas de la conservación de la biodiversidad.
- A mis amigas y amigos de la facultad con quienes compartí muchos momentos de alegría y tristeza, pero inolvidables en nuestras vidas.

ÍNDICE

I	PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA GENERAL.....	2
1.3	PLANTEAMIENTO DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS	2
II	OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	3
2.1	OBJETIVOS.....	3
2.1.1	Objetivo general.....	3
2.1.2	Objetivos específicos	3
2.2	JUSTIFICACIÓN	4
III	HIPÓTESIS.....	5
3.1	HIPÓTESIS GENERAL.....	5
3.2	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	5
IV	MARCO TEÓRICO.....	6
4.1	GENERALIDADES DEL CULTIVO DE PAPA	6
4.1.1	Historia.....	6
4.1.2	Posición taxonómica	7
4.1.3	Centro de origen	8
4.1.4	Centro de origen de las especies nativas de papa	9
4.1.5	Centro de diversificación (dentro de cultivos)	10
4.1.6	Distribución geográfica de papas nativas y parientes silvestres	11
4.1.7	Composición química “contenido de micronutrientes”	12
4.1.8	Parientes silvestres.....	12
4.1.9	Centro de origen de parientes silvestres	12
4.2	EROSIÓN GENÉTICA	14
4.2.1	Causas de la erosión genética	14
4.2.2	Conservación de recursos fitogenéticos.....	15
4.2.3	Germoplasma	16
4.2.4	Conservación de la diversidad	19
4.3	<i>Solanum sp.</i> FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	19
4.4	CICLO VEGETATIVO	22
4.5	FENOLOGÍA	22
4.5.1	Fases fenológicas en el cultivo de papa.....	22
4.6	ORGANOGRAFÍA DE <i>Solanum sp</i>	25
4.6.1	Inflorescencia.....	26

4.6.2	Flor.....	26
4.6.3	Fruto	28
4.6.4	Semilla	29
4.7	FLUJO DE GENES O/ E INTROGRESION	31
4.7.1	Importancia del flujo de genes.....	33
4.7.2	Hibridación y/o cruza (polinización)	33
4.7.3	Métodos de cruza de papas cultivadas y sus parientes silvestres	36
4.7.4	Barreras en los cruzamientos.....	36
4.7.5	Creación de variedades en américa latina.....	40
4.8	POLIPLOIDIA.....	40
4.8.1	Poliploide en la papa.....	40
4.8.2	Poliploidización	43
4.8.3	Clasificación y número cromosómico de las especies silvestres y cultivadas de papa. 45	
4.9	POLINIZACIÓN.....	47
4.9.1	Tipos de polinización.....	48
4.9.2	Dispersión de polen	49
4.9.3	Polinización controlada (cruzas), emasculación y técnicas.....	50
4.10	POLINIZADORES	52
4.10.1	Comportamiento	54
4.10.2	Efectividad de la polinización.....	56
4.10.3	Riesgos que enfrentan los polinizadores	56
4.10.4	Rol de los polinizadores en la agricultura.....	57
4.11	CONOCIMIENTOS TRADICIONALES	57
V	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	58
5.1	Tipo de investigación.....	58
5.2	Ubicación espacial	58
5.2.1	Ubicación política	58
5.2.2	Ubicación geográfica.....	58
5.2.3	Ubicación hidrográfica.....	58
5.2.4	Ubicación ecológica	58
5.3	Ubicación temporal.....	59
5.3.1	Mapa de ubicación del campo experimental.....	59
5.4	MATERIALES Y METODOS	60
5.4.1	Materiales	60
5.4.2	METODOLOGÍA	63
5.5	Conducción del experimento (procedimiento de trabajo en campo)	66

5.5.1	Labores culturales.....	66
5.6	Evaluación de las variables.....	67
5.6.1	Poliploidia de las papas para realizar las cruzas.....	67
5.6.2	Evaluación de polinización (cruzas de variedades nativas de papa y sus parientes silvestres).....	67
5.6.3	Evaluación de la fenología floral.....	68
5.6.4	Identificación de los visitantes florales.....	69
5.6.5	Conocimientos tradicionales de los agricultores.....	70
VI	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	71
6.1	Poliploidia de las variedades nativas de papa para la polinización intervenida....	71
6.1.1	Conteo de cloroplasto en los estomas.....	71
6.2	Evaluación de polinización.....	73
6.2.1	Evaluación de polinización de <i>S. bukasovii</i> x variedad nativa (♀ X ♂).....	73
6.2.2	Evaluación de polinización de variedades nativas x <i>S. vukasovii</i> (♀X♂).....	75
6.3	Evaluación de la fenología floral.....	79
6.3.1	Periodo de floración.....	79
6.3.2	Pico floración.....	80
6.4	Visitantes flores.....	82
6.4.1	Comportamiento de forrajeo.....	85
6.4.2	Actividad de forrajeo por día.....	89
6.4.3	Duración de visita.....	92
6.4.4	Horario de actividad.....	94
6.5	Conocimientos tradicionales.....	96
6.6	Uso de parientes silvestres.....	98
VII	CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	100
	CONCLUSIONES.....	100
	SUGERENCIAS.....	102
	BIBLIOGRAFÍA.....	103
	ANEXO.....	112

RESUMEN

La presente investigación titulado “**cruzas entre variedades de papa nativa y *Solanum bukasovii* Juz.**”, se realizó en la comunidad de Huancacalla chico ubicada en el distrito de Haqira provincia de Cotabambas departamento de Apurimac, en la campaña agrícola 2016 – 2017, en esta zona como en toda la sierra del Perú hay una enorme diversidad de especies silvestres y nativas de papa corriendo el riesgo de erosionar, de allí el objetivo de esta investigación que consistió en determinar si existen una compatibilidad genética de papa nativa con ***Solanum bukasovii* Juz.**, y viceversa, luego se determinó la fenología floral de parientes silvestres y de las variedades nativas de papa, si tienen periodos de coincidencia que permiten el movimiento de polinizadores entre ambos. A si mismo se identificó los visitantes florales y polinizadores involucrados en el flujo de genes entre las poblaciones de variedades nativas de papa y sus parientes silvestres, finalmente se documentó los conocimientos tradicionales de los agricultores alto-andinos acerca de los parientes silvestres de papa.

El tipo de investigación fue explorativo, descriptiva porque nos ayudó a analizar un determinado fenómeno y sus componentes mediante la medición.

El estudio se sustenta en tres fases. La fase de campo, que correspondió en realizar las cruzas manuales, filmaciones, tomar datos y muestras del material biológico necesario para el respectivo análisis en laboratorio, la fase de laboratorio residió en la identificación de los polinizadores y la poliploidinización; la fase de gabinete que consistió en procesar los datos obtenidos en campo a través del material elaborado, con ayuda de procedimientos recopilados en textos de todo tipo e información de conversaciones no formales, entrevistas semiestructuradas y encuestas.

El procesamiento de datos permitió determinar que

1.- existen mecanismos de cruzas entre algunas variedades nativas de papa y *Solanum bukasovii* Juz; las que tienen ploidias pares como las tetraploides y diploides.

- Las cruzas de *S.bukasovii* x variedad nativa (♀ X ♂) fue exitosa en:

S. Bukasovii x Alqocha papa con 289 semillas y el poder germinativo fue de 100%, *S. bukasovii* X Yana suwa llulla con 96 semillas y el poder germinativo fue 100%, *S. bukasovii* x Azul Ñawi Pasña con semilla prematura cuyo poder germinación fue 0%.

- En las cruzas de variedades nativas x *S.bukasovii* (♀x♂) fue exitosa en:

Yana Suwa Llulla x *S. bukasovii* con presencia de 16 semilla con un poder germinativo de 100%, Yana Linli x *S. bukasovii* con 61 semillas y con un poder germinativo de 100%, y Yana Isakaña x *S. bukasovii* con 36 semillas y el poder germinativo fue 100%.

2.- Las cruzas reciprocas se debe también a que coexistió periodos de coincidencia floral. La fenología floral desde la paralización vegetativa hasta el desprendimiento del pétalo ocurrió en un periodo de 27- 29 días en *S.bucasovii*, y en las variedades nativas el periodo de floración es desde 25 – 29 días. La duración de la antesis fue de 4 - 5 días comenzando en horas de la mañana; además cabe mencionar que el inicio de floración en las variedades nativas ocurrió a los 78 días después de la siembra, en el caso de *S. vucasovii* empezó a florear a los 45 días después de emerger. A sí mismo el pico de floración (periodo de mayor intensidad de floración), se observó en las variedades nativas a los 92 días después de la siembra, en el caso del *S. vucasovii* se observó que el pico de floración fue a los 63 días después de su emergencia.

3.- El mecanismo de polinización ocurrió mediante varias especies de polinizadores, como: *Kelita sp.*, *Bombus sp.*, *Bombus funibris*, *Ruizathellia sp.*, *Allograpta sp.*, *Astylus subannulatus*, *Bombus opifex*, *Tetraginix sp.* y la familia sarcophagidae.

4.- Los conocimientos de los agricultores a cerca de los parientes silvestres son prevalecientes en el uso en su mayoría medicinal y conservación más no en el manejo.

INTRODUCCIÓN

Perú es un país diverso, con una gran variabilidad de reserva genética de especies nativas cultivables y silvestres de papa, formando verdaderos bancos de germoplasma que constituyen una fuente de mejoramiento para las variedades modernas, por su versatilidad para adaptarse a diversos entornos.

La biodiversidad existente en la región de Apurímac en particular de la comunidad de Huancacalla Chico que está ubicada a unos cuantos kilómetros de Challhuahuacho peligra por la presencia de la minería, ya que los proyectos mineros generan muchas expectativas en la población, de ahí que los agricultores optan en dejar la agricultura para dedicarse a otras actividades, sin embargo las inversiones en estas regiones mineras no siempre han mejorado la calidad de vida de la población. De esto se puede evidenciar que Apurímac siendo el tercer productor de cobre en el país es una de las regiones con los indicadores de pobreza mal altos en el Perú, la tasa de analfabetismos alcanza a 14.9% fuente del INEI (2016), el 40% de los niños menores a 5 años tienen anemia y la desnutrición crónica alcanza al 27% para el año 2017.

La mayoría de los agricultores de la zona buscan nuevas actividades rentables que la agricultura por ende la erosión de la diversidad de papas nativas y sus parientes silvestres junto a los conocimientos tradicionales son más rápidos e imperceptibles, cabe recalcar el criterio de selección de la agricultura andina ha sido durante miles de años, la resistencia mixta lo cual consideraron más importante que el rendimiento con el fin de enfrentar adecuadamente los cambios climatológicos y asegurar la seguridad alimentaria de la población.

Hay una vulnerabilidad sobre la coexistencia de los polinizadores y las poblaciones de variedades nativas de papa junto a sus parientes silvestres

LA AUTORA

I PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación del problema

La pérdida de la diversidad genética de las variedades de papas nativas y sus parientes silvestres es producto de cambios tecnológicos, socioeconómicos y procesos de erosión cultural, en la actualidad estos procesos vienen siendo acelerados por la actividad de la minería, por encontrarse en el ámbito de la empresa minera “Las Bambas”; por eso la importancia de la conservación in situ tanto de variedades nativas de papa como de *Solanum bukasovii* Juz. que conviven con estas y que pueden contribuir a enriquecer, vía intercambio de genes, la diversidad bajo cultivo, para procesos actuales y futuros de fitomejoramiento como un seguro para enfrentar la inseguridad alimentaria y cambio climático.

1.2 Planteamiento del problema general

¿Existen procesos naturales de cruzas entre variedades de papa nativas y *Solanum bukasovii* Juz., asociados a los sistemas tradicionales de manejo agrícola en la comunidad de Huacacalla chico?

1.3 Planteamiento de los problemas específicos

1.3.1. ¿Qué variedades nativas son compatibles con *Solanum bukasovii* Juz.?

1.3.2. ¿Es posible que la fenología floral de las variedades de papa nativas y *Solanum bukasovii* Juz tengan sincronización en el periodo de floración?

1.3.3. ¿Cuáles son los visitantes florales involucrados en el flujo de polen entre las poblaciones de las variedades nativas y *Solanum bukasovii* Juz.?

1.3.4. ¿Cuáles son los conocimientos tradicionales de los agricultores de la comunidad de Huancacalla Chico - Haqira acerca de la localización y uso de parientes silvestres de papa?

II OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general

Determinar los mecanismos de cruzas de variedades de papa nativas con *Solanum bukasovii* Juz y los conocimientos tradicionales asociados que poseen los agricultores de la comunidad de Huancacalla Chico del distrito de Haqaira Provincia de Cotabambas región Apurímac.

2.1.2 Objetivos específicos

2.1.2.1. Identificar cuáles de las variedades nativas de papa y *Solanum bukasovii* Juz son compatibles para generar semilla.

2.1.2.2. Determinar la fenología floral de las variedades nativas de papa y *Solanum bukasovii* Juz.

2.1.2.3. Identificar los visitantes florales involucrados en el flujo de polen entre las poblaciones de variedades nativas de papa y sus parientes silvestres.

2.1.2.4. Documentar los conocimientos tradicionales de los agricultores de la comunidad de Huancacalla chico acerca de los parientes silvestres de papa.

2.2 Justificación

Siendo Perú el centro de origen y domesticación de la papa tiene una riqueza enorme de variedades nativas domesticadas y silvestres dentro de nuestro territorio, además la papa es considerado el tercer cultivo más importante del mundo, sin embargo hay una amenaza de erosión rápida de las especies silvestres y variedades nativas de papa por muchas razones como la minería, contaminación del agua, uso de suelo, migración de los agricultores, etc, más aun las especies silvestres de esta investigación por que el área de estudio está ubicado a unos cuantos kilómetros del yacimiento minero “las bambas” por ende conocer la compatibilidad genética de variedades nativas y sus parientes silvestres de papa, en especial a lo que se refiere el flujo de polen es fundamental para los fines de mejoramiento, por cuanto permitirá resguardar la seguridad alimentaria, a partir de esta información base el fitomejorador podrá obtener nuevas variedades, asimismo permite rescatar las variedades nativas y proteger el germoplasma in situ de las especies silvestres de papa.

La fenología de los parientes silvestres es este caso de *S. bukasovii* Juz. se desconoce, y por lo que en esta investigación se identifica su fenología.

Identificar los visitantes florales de las variedades nativas de papa y sus parientes silvestres es indispensable para el mantenimiento de la biodiversidad, a pesar de esta, no existen indagaciones sobre los polinizadores potenciales, cuáles de ellos visitan a sus parientes silvestres, y aún menos el potencial de estos insectos como vectores de polen ya que el *Solanum sp.* se propaga por la semilla vegetativa; así mismo cabe recalcar que, **FAO (2007)**, subraya la importancia de la conservación de las funciones de los ecosistemas, los sistemas de producción sostenible ya que el 35% de los 87 cultivos de alimento en todo el mundo dependen de la polinización animal.

Documentar los conocimientos tradicionales de los agricultores es de mucha importancia en la intervención en estos agroecosistemas, en especial sobre conservación de parientes silvestres junto a los cultivos de papa nativas.

III HIPÓTESIS.

3.1 Hipótesis general

Las poblaciones de variedades de papa nativa y *Solanum bukasovii* Juz. coexisten a través de cruzas naturales, el cual es conocido por los agricultores de la comunidad de Huancacalla Chico del distrito de Haquira.

3.2 Hipótesis específicas

3.2.1. Existen cruzas naturales por lo menos en 4 variedades de papa nativa con *Solanum bukasovii* Juz.

3.2.2. La fenología floral de las variedades nativas de papa y *Solanum bukasovii* Juz. tienen coincidencia temporal en el periodo de floración.

3.2.3. Existen por lo menos 5 especies de insectos visitantes florales en variedades nativas de papa y sus parientes silvestres.

3.2.4. Los agricultores tienen conocimiento local sobre el hábitat y el uso de los parientes silvestres.

IV MARCO TEÓRICO.

4.1 Generalidades del cultivo de papa

4.1.1 Historia

FAO (2008), afirma sobre la historia de la papa que fue hace unos 8000 años cerca del Lago Titicaca, que está a 3800 m de altitud en la Cordillera de los Andes, América del Sur, en la frontera de Perú y Bolivia. Ahí según revela la investigación, las comunidades de cazadores y recolectores que habían poblado el sur del continente por lo menos unos 7000 años antes, comenzaron a domesticar las plantas silvestres de la papa que se daban en abundancia en los alrededores del lago.

En el continente americano hay unas 200 especies de papas silvestres, pero fue en los Andes centrales donde los agricultores lograron seleccionar y mejorar.

Egusquiza (2000), menciona que la papa es una planta alimenticia que ha estado vinculado con las culturas más remotas de nuestra historia. Los primeros habitantes del Perú (cazadores, recolectores, nómades) colectaron tubérculos de especies silvestres e iniciaron su domesticación.

También indica que hace 10000 u 8000 años cuando se inició la agricultura, en la “chacra primitiva” se sembró diferentes especies de papas silvestres que se cruzaban entre ellas. A través de los años, el agricultor seleccionó híbridos que producían tubérculos más grandes, menos amargos y mejor adaptados a las diferentes condiciones de suelos y climas de los Andes Peruanos.

Evidencias arqueológicas de las culturas Mochica y Chimú; indican que la papa era un alimento que formaba parte de la dieta de los antiguos peruanos, los restos de tubérculos más antiguos tienen una antigüedad de 7000 años. Algunos huacos indican que, desde tiempos muy antiguos, los peruanos deshidrataron la papa para consumirlas en la forma de “chuño”, y “moraya”. De esta manera, aprovecharon y conservaron los tubérculos amargos. Cuando los españoles invadieron al Perú, la papa era una planta altamente evolucionada al igual que las técnicas agrícolas para la producción.

Figura 01. Evidencias arqueológicas de las culturas mochicas y chimú



Fuente: Eguzquiza. (2000).

Choque (2007), manifiesta que la papa era conocida en América desde hace 10500 años y que su domesticación y el cultivo ocurrió en fecha posterior así indican los estudios realizados de la exploración en Chilca, Perú.

4.1.2 Posición taxonómica

Cosio et al. (1981), indican que de acuerdo a la clasificación filogenética propuesta por Arthur Cronquist, la papa se clasifica sistemáticamente en:

Reino:	Plantae (Vegetal)
Subreino:	Embriophyta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanacea
Género:	Solanum
Subgénero:	Potatoe
Sección:	Petota
Subsección:	Potatoes
Serie:	Tuberosa
Especie:	<i>Solanum spp.</i>

Papa et al. (2004), indican que la papa se clasifica en:

Familia	Solanáceas
Subfamilia	Solanoidea
Tribu	Solaneae
Género	<i>Solanum</i> L.
Subgénero	de patata (G.Don) D'Arcy
Sección	petota Dumortier
Subsección	de patata G. don
Superseries	rotata Hawkes
Serie	tuberosa (Rydb.) Hawkes
Especie	<i>Solanum tuberosum</i> L.
Sub especies	<i>tuberosum</i> spp.

Chávez (2008), manifiesta que las especies de papa cultivada y silvestre están agrupadas en 18 series taxonómicas, las series más importantes son:

- serie ETUBEROSA engloba especies diploides muy primitivas, arbustivas y perennes, ninguna tuberífera.
- serie JUGLANDIFOLIA diploides muy primitiva filogenéticamente se acercan *Lycopersicum* de tomate, con el cual también han logrado hibridarse, aunque con extrema dificultad, contienen genes de resistencia a sequía.
- serie CONICIBACATA con cerca de 20 especies, esta serie representa un recurso genético valioso por su alta frecuencia de genes que tiene para tolerancia a suelos ácidos con toxicidad de hierro y aluminio.
- serie DEMISSA especie silvestre de papas mexicanas hexaploides (6x), tetraploides (4x) y diploides (2x), alelos resistentes a la racha.
- serie TUBEROSA se encuentran cerca de 60 especies silvestres de papa y 8 cultivadas todas guardan mucha afinidad filogenética y taxonómica.

4.1.3 Centro de origen

Choque (2007), considera que hay ocho centros de origen según Vavilov, V. (1951), de todas las especies cultivadas, sostiene que el centro de origen de una especie está allí donde se encuentra una mayor variación de sus formas cultivadas y silvestres.

4.1.4 Centro de origen de las especies nativas de papa

Ernesto (2010), dice que el origen de las papas cultivadas posiblemente fueron seleccionada entre 6000 y 10000 años atrás, al norte del lago Titicaca, en los andes del sur del Perú, como resultado de hibridaciones sucesivas entre individuos diploides del complejo *S. brevicaule*, acompañadas de duplicación cromosómica que dieron origen a las formas tetraploides, seleccionada a partir de las especies silvestres *S. bukasovii*, *S. canasense* y *S. multidissectum*, *S. stenotomum* se considera la especie de papa diploide cultivada más antigua la cual dió origen a las papas tipo andígena que posteriormente estas habrían sido modificadas por poliploidización sexual e hibridación intervarietal o introgresiva.

El grupo *S. andigena* se caracteriza por ser tetraploide y altamente polimorfo, la cual se considera como el más estrechamente relacionado con *S. tuberosum subsp. tuberosum* o *S. tuberosum* grupo Chilotanum y como su posible ancestro, estos tubérculos se siembran en la región costera de Chile, desde donde se habrían dispersado hacia el resto del mundo.

Chávez (2008), indica que el centro genético incásico sudamericano es una de las regiones más ricas y de mayor diversidad biológica en el mundo, ubicado en las regiones montañosas en los andes centrales y constituyendo el asiento más importante como centro de origen genético de un gran número de especies, variedades y ecotipos vegetales útiles al hombre.

Tapia et al. (2007), citan que la región andina y más específicamente el sur del Perú y la región colindante de Bolivia son el principal centro de domesticación de las diferentes especies de papas, que constituyen el alimento básico no solamente para cientos de miles de familias campesinas andinas, sino también para millones de personas en el mundo entero. Un centro secundario de origen se ubica en la isla de Chiloé, en el sur de Chile.

Martinez (2009), manifiesta que la papa cultivada es una planta originaria de los Andes en América del Sur. Su domesticación y cultivo se inició hace miles de años en la cuenca del “Lago Titicaca”, área comprendida entre Perú y

Bolivia sobre los 3800 m de altitud, donde se desarrollaron varias culturas andinas y de las cuales la Aymara y Quechua son las últimas representantes.

Casseres (1984), menciona que la papa tuvo su origen en los Andes Sudamericanos, probablemente en el altiplano cerca del lago Titicaca, de acuerdo con investigadores ingleses y según los informes de Hawkes (1944). Las dos especies de papa que más se cultivan se reconocen como: *Solanum tuberosum* L.; para los tipos de día largo y *Solanum andigena* Juz.; para los tipos de día corto, aunque la separación por fotoperiodo no siempre es válida. De acuerdo a estos autores, en épocas remotas se distribuyeron plantas de los dos tipos originales de la región del “Lago Titicaca”, hacia el “Norte hasta Colombia y Ecuador y Sur hasta Chile”.

Contreras (2008), indica que la serie tuberosa reúne las únicas especies cultivadas, con una data alrededor de 10000 años de antigüedad y que son diploides: *Solanum x ajanhuiri*; *S. goniocalix*; *S. phureja*; *S. stenotomum*, triploide: *S. x chaucha*; *S. x juzepczukii*, tetraploides: *S. tuberosum ssp. Tuberosum* y *S. tuberosum ssp. andigena*, pentaploide: *S. x curtilobum*.

Spooner et al. (2005), indican que *Solanum tuberosum*, en última instancia, tiene su origen en los andes y las variedades nativas chilenas desarrolladas por los agricultores precolombinos se distribuyen a lo largo de los andes, desde Venezuela hasta el norte de Argentina y el sur de Chile.

4.1.5 Centro de diversificación (dentro de cultivos)

Tapia (1993), dice que los antiguos pueblos de los andes fueron los únicos en el mundo que dedicaron especial atención a los tubérculos, como la papa que alcanzó la mayor parte de diversificación y desarrollo. Las generaciones de agricultores mejoraron la papa a partir de una mata (una planta), que producía escasamente y muy pequeños, hasta lograr variedades rendidoras; entre ellas escogían aquellas que destacaban por su sabor.

Quilca (2007), indica que la papa fue introducida en Europa en el siglo XVI y de allí llevada al resto del mundo, es un cultivo que ha ganado importancia en las últimas décadas. Originario de las áreas montañosas de los Andes, en América del Sur (en los alrededores del Lago Titicaca).

Martinez (2009), dice que el centro de domesticación del cultivo se encuentra en los alrededores del lago Titicaca, cerca de la frontera actual de Perú y Bolivia. La primera crónica conocida que menciona a la papa, fue escrita por Pedro Cieza De León en 1538. Cieza encontró tubérculos que los indígenas llamaban “papas”, primero en la parte alta del valle del Cusco, Perú y posteriormente en Quito, Ecuador.

Lovaton (1988), considera que la papa es autóctono de los andes de Sudamérica, donde ha servido como producto principal en la dieta del habitante por miles de años, habiéndose seleccionado diversos tipos de papas.

Chávez (2008), menciona que se calcula que en todo el Tahuantinsuyo, los incas habían logrado domesticar y cultivar cerca de 3,000 variedades agrupadas en ocho especies de papa, de las cuales cerca 1000 se habrían extinguido.

4.1.6 Distribución geográfica de papas nativas y parientes silvestres

Contreras (2008), menciona que el género *Solanum* ofrece una gran riqueza de especies distribuidas, en 10,000 km de longitud, desde el sureste de Norteamérica, pasando por toda América central y América del sur hasta llegar a latitudes más allá del 50° sur en el archipiélago de los Chonos.

Ochoa (1999), señala que *Solanum bukasovii* es una especie tuberífera variable en cuanto a su distribución geográfica y a la diversa variación ecológica, creciendo en grandes alturas, desde los 2000 a 4400 m de altitud, sorprendentemente semejantes en hábito a *S. acaule*, pero de una estructura floral muy diferente.

Abarca desde la lat.10°32' S y long. 76°02' O hasta aproximadamente lat.15°50' S y long.70°01'O donde la variabilidad de *S. bukasovii* es mayor.

Menciona también que *Solanum bukasovii* se encuentra en la provincia de Cotabambas entre 3750 a 4200 metros de altitud en matorral ralo y pajonales de puna entre grandes mechones de *Stipa ichu*. Hojas de foliolo elíptico a ovado – elípticos con flores de color azul o azules violáceas.

4.1.7 Composición química “contenido de micronutrientes”

FAO (2008), menciona que el tubérculo de la papa contiene agua 72 - 75%, almidón 16-20%, proteína 2-2.5 %, fibra 1-1.8% y ácidos grasos 0.15%.

Micronutrientes (una papa cruda, con su piel, 213 g). Contiene minerales como el potasio 897 mg, fósforo 121 mg, magnesio 49 mg y hierro 1.66 mg. Vitaminas como vitamina C 42mg, niacina 2.2 mg, vitamina B6 0.62 mg y tiamina 0.17 mg.

4.1.8 Parientes silvestres

Casas et al. (2007), indican que los parientes silvestres constituyen una fuente primaria de agrobiodiversidad por lo que existe la gran variabilidad de papas cultivadas siempre en cuando estos coexisten en un mismo área.

Egusquiza (2000), dice que los parientes silvestres son todas aquellas plantas que no han sufrido ningún proceso de cambio mayor, es decir, siguen su lento proceso de evolución; pueden subsistir en ambientes no modificados por el hombre. Solamente en América existe poco más de 250 especies silvestres.

INIEA (2006), dice que las especies silvestres crecen y desarrollan en la naturaleza sin la intervención del hombre, hay individuos o poblaciones con genes particulares adaptados a las condiciones ambientales y de resistencia a plagas propias de la región.

Chávez (2008), indica que el potencial genético de las especies silvestres de *Solanum*, especialmente el del Perú, Bolivia y Ecuador, es muy grande. Estas especies contienen un caudal de genes o alelos útiles que pueden ser transferidos a las especies cultivadas de papa mediante métodos convencionales de mejoramiento genético a corto y largo plazo.

4.1.9 Centro de origen de parientes silvestres

Chávez (2008), menciona que los diploides silvestres de papa, el *Solanum canasense* y *Solanum multidissectum*. En el valle altoandino de Vilcanota y sus valles y quebradas afluentes, entre la Raya (4000 m y Urubamba 3000 m), cerca de 20 especies silvestres de *Solanum* tuberíferos, morfológica y filogenéticamente afines a la papa cultivada, son marcadamente altos, más que ningún otro ecosistema andino Suda Americano, de esta zona habría emigrado

a otros valles interandinos y al resto del altiplano, y durante el imperio incaico se distribuyó por todo el Tahuantinsuyo, llegando incluso al sur de Chile y al sureste de Colombia.

Las primeras especies cultivadas que se originó en los Andes fue la especie diploide *solanum stenotomun*, ($2n=2x=24=AA$).

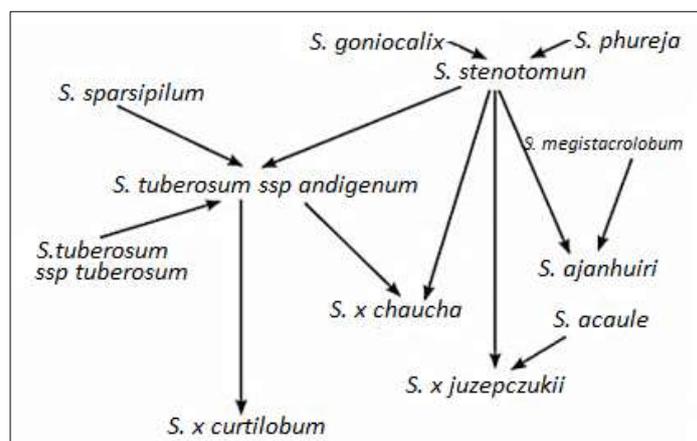
Blanco (1990), indica que las papas silvestres son encontradas en una gran variedad, en zonas áridas, semidesérticas, altas, praderas o bosques húmedos sub tropicales, a si también en lugares rociados de sal al nivel del mar, las diferentes especies y variedades de papa que se cultivan hoy en los andes, han debido originarse de la domesticación de varias especies silvestres, por presentar diferencias morfológicas y citogenéticas notables.

Se cree que las especies diploides *S. phureja*, *S. stenotomum* y *S. ajanhuiri*, tienen un origen diferente al de la tetraploide *S. andigenum* posiblemente provengan también de especies diploides.

La especie tetraploide pudo haberse originado de una especie tetraploide tipo maleza como *S. sucrense* y *S. sparsipilum*.

Tapia et al. (2007), indican que las papas fueron domesticadas partiendo desde las especies silvestres, creándose nuevas especies mediante diferentes cruzamientos naturales o dirigidos, que permitieron la formación de numerosas variedades. Una hipótesis del proceso de domesticación que habría originado las diferentes especies la siguiente:

Figura: 02. Domesticación a partir de las especies silvestres



CIP (2015)

Spooner (2018), menciona que Perú cuenta con 91 de las 191 especies de papa silvestre reconocidas en el mundo, además cuenta con cerca de 3 mil variedades de papas de todas las especies existentes. El Perú es el principal centro de origen de la papa, cuya antigüedad de domesticación data más de 7000 años. Esta constituyó el alimento fundamental en el desarrollo de las culturas pre incas e inca.

4.1.9.1 *Solanum bukasovii*

Le Roux et al. (2007), mencionan en el trabajo que realizaron de cuantificar de 14 accesiones pertenecientes a 5 especies silvestres de papa *S. chomatophilum*, *S. stoloniferum*, *S. bukasovii*, *S. marinense* y *S. medians* contra dos plagas de afido, *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae*, donde *S. bukasovii*, *S. marinense* y *S. medians* fueron altamente resistentes y *S. chomatophilum*, *S. stoloniferum* demostraron ser susceptibles.

4.2 Erosión genética

Cosio (2004), manifiesta que la erosión genética es la pérdida de genes, genotipos y poblaciones de categorías intraespecíficas como formas y variedades incluso hasta especies.

Urrunaga (2002), indica que los factores de riesgo de los parientes silvestres en ecosistemas naturales, están dados, por la pérdida de valores, traducida en algunas manifestaciones y actitudes de los pobladores, es así que por falta de transmisión de los patrones de comportamiento de los ancianos con los jóvenes y niños estos ignoran y desconocen el valor de estos recursos, para el caso de las papas silvestres, los cuales los primeros denominan con temor y respeto como las "machu papas", "gentil papas", "ruqi papas", "atoc papas".

FAO (2011), menciona que el estado de los recursos filogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo predice que entre el 16 y 22 % de los parientes silvestres de importantes cultivos alimentarios como maní, papa, frijoles desaparecerían para el 2050 a causa del cambio climático.

4.2.1 Causas de la erosión genética

Cosio (2004), menciona las siguientes causas:

- Cambios poblacionales dentro de una especie y sustitución de especies: estas causas es netamente antrópica, por cuanto ocurre cuando el hombre desplaza los cultivares nativos por cultivares mejorados o de mayor rendimiento, esta pérdida de genotipo ocurre cuando esta sustitución dura muchos años.
- Desastres naturales: la ocurrencia frecuente de desastres naturales como inundaciones, aluviones, sequias prolongadas, heladas muy fuertes, granizadas entre otros fenómenos naturales puede provocar la pérdida de genotipos, por cuanto muchas veces es difícil restituir cultivares nativos.
- Cambios socioeconómicos: las políticas erróneas que promueven cambios en los sistemas de producción y en los sistemas naturales sin conservar la variabilidad genética existente.
- Prácticas agrícolas erróneas: muchas practicas tales como la erradicación de plantas silvestres parientes de las cultivadas por ocasiona erosión genética.

CDB (2008), menciona que es una prioridad que la agricultura tome en cuenta los diferentes conductores del cambio como:

Impulsores directos, como por ejemplo el cambio climático, la disponibilidad de los recursos naturales, el uso excesivo de productos agroquímicos, el cambio del uso de la tierra.

Conductores indirectos, por ejemplo la demografía (aumento de la población del mundo y la demanda de alimentos), la socio política (opciones de consumo y la política, los marcos institucionales y legales), y la ciencia tecnología

Todos estos factores contribuyen a la pérdida de la biodiversidad, amenazando el bien estar humano.

4.2.2 Conservación de recursos fitogenéticos

FAO (1996), afirma que los recursos fitogenéticos son plantas de valor real o potencial para el ser humano, estos recursos son la base para la obtención de cultivares adaptados a nuevas áreas agroecológicas, condiciones de cultivo o de mejor rendimiento y calidad nutritiva.

La conservación de especies, poblaciones, individuos o partes de individuos, por métodos in situ o ex situ, para preservar la diversidad.

Mendoza et al. (2011), mencionan que los recursos genéticos de las papas cultivadas y silvestres son muy amplios y contienen una enorme variabilidad genética para los caracteres de adaptación agroecológica, rendimiento y resistencia o tolerancia a los múltiples estrés biótico y abiótico que afectan el cultivo.

Contreras (2008), menciona que el CIP en el año 2005 reporta que es posible contar con más de 4500 variedades nativas, y las especies silvestres. Este material genético ha sido evaluado y debido a su amplia dispersión en el área de origen, presenta valiosos genes de resistencia a enfermedades y plagas, condiciones de estrés biótico (calor, sequia, salinidad, aluminio etc.), contenido nutritivo en almidones, antioxidantes, vitamina C, aminoácidos, etc.

4.2.3 Germoplasma

Choque (2007), refiere que el germoplasma es una palabra que proviene del latín Germe, que significa "principio rudimental de un nuevo ser orgánico" y del griego "Plasma" y se define como la formación, en sentido amplio la materia no definida, por lo tanto germoplasma es la materia donde se encuentra el principio que puede crecer y desarrollarse.

El germoplasma de un cultivo incluye sus parientes silvestres, los cultivos nativos o primitivos (mantenidos tradicionalmente por los campesinos), los cultivares mejorados, poblaciones en proceso de mejoramiento, híbridos y las especies emparentadas.

Sevilla et al. (2004), Afirman el germoplasma es una estructura biológica, que conserva la suma total de las características hereditarias de una especie determinada, que puede dar origen a una nueva generación transmitiendo estas características genéticas, y que puede ser conservado o mantenido in situ o ex situ. Entre estas estructuras biológicas y en el caso de plantas tenemos: semilla, tejido, bulbo, yema, polen y células.

4.2.3.1 Banco de datos

Egusquiza (2000), menciona los siguientes conceptos

Variiedad: es un conjunto de plantas cuyas características son muy semejantes entre sí.

Cultivar: es un conjunto de plantas cuyas características son iguales entre si parte de una variedad.

Hibrido: es un clon, cultivar o variedad del que se conoce sus progenitores.

4.2.3.2 Clon

Santana (1999), menciona que son todas las plantas que forman un clon, son genéticamente idénticas en herencia y tienen las mismas características de la planta progenitora original, una variedad puede conservar perfectamente toda sus características, aun cuando esta puede ser totalmente heterocigota.

Egusquiza (2000), menciona que el conjunto de plantas cuyas características son idénticas entre sí.

4.2.3.3 Especie

Robles (1982), refiere que taxonómicamente, es la unidad de clasificación que sigue al género; se caracteriza por que los individuos de esta población especifica se pueden inter cruzar libremente sin barreras ecológicas o genéticas y son morfológica y fisiológicamente muy semejantes. Generalmente el número cromosómico es igual.

Egusquiza (2000), menciona que las especies de papa se pueden agrupar en silvestres y cultivadas. Las especies silvestres cresen de forma natural y existe más 250 especies en América, las especies cultivadas son aquellas que tienen uso alimenticio existen ocho especies cultivadas. Estas especies cultivadas tienen diferentes variedades. En el Perú las variedades cultivadas se clasifican en nativas y modernas.

Grant (1989), indica que es un conjunto de individuos morfológicamente similares que difieren de otros conjuntos semejantes. La especie taxonómica es una unidad útil en la clasificación e identificaciones.

Choque (2007), menciona que, especie es una unidad ecológica en la que los individuos se cruzan entre sí en forma espontánea en la naturaleza originando descendencia fértil, tienen una forma característica de interactuar con el

ambiente y con las demás especies con la que comparten un hábitat determinado.

4.2.3.4 Variabilidad

Camadro (2011), indica que, patrón de variabilidad genética de las papas está altamente influenciado por los modos alternativos de reproducción que le son propios: sexual por semillas, y asexual, por estolones y tubérculos.

Gabriel et al. (2002), menciona que la variabilidad se entiende como la diversidad genética, las características se combinan al azar y existe un equilibrio genético en la población, esta variabilidad no cambia, sino cuando existe selección, cambios espontáneos (mutación) y flujo de genes.

4.2.3.5 Heredabilidad

Santana (1999), indica que la heredabilidad es la capacidad que tiene los caracteres para transmitirse de generación en generación.

4.2.3.6 Heterosigosis

SIOVM (2017), alude que tienen reportes de que *Solanum tuberosum* presenta una alta heterocigosidad (H_e) entre 0.46 y 0.52, y para la subespecie *Solanum tuberosum subsp. andigena*, se reportan valores más elevados, hasta 0.81.

4.2.3.7 Reproducción sexual

Orrillo et al. (2009), mencionan que la reproducción sexual permite que el material genético de dos individuos se combinen y se formen nuevas combinaciones alélicas, requiere de la participación de órganos reproductivos femeninos (pistilo) y masculino (antera) y por el proceso de polinización se formen bayas con semillas y cada una de estas constituye un nuevo individuo.

4.2.3.8 Reproducción asexual

Santana (1999), indica que la reproducción asexual se caracteriza porque en ella no intervienen las células reproductivas (sexuales); por lo tanto, no hay reproducción cromosómica. Las células se reproducen por mitosis; es decir, sus cualidades hereditarias son idénticas, la reproducción asexual, vegetativa o apomictica no es, en realidad una reproducción sino una multiplicación; puesto

que cada organismo producido no es otra cosa que un fragmento del organismo del que precede.

La apomixis es un tipo de reproducción asexual en el que intervienen a los órganos sexuales, pero la semilla se forma sin la unión de los gametos.

Orrillo et al. (2009), menciona que la reproducción asexual es la conservación clonal del genotipo, una nueva planta se forma a partir de tubérculos, brotes o yemas dando lugar a clones genéticamente idénticos a la planta original, reproducción que se realizan por mitosis.

4.2.4 Conservación de la diversidad

4.2.4.1 Conservación in-situ.

Tapia (1993), manifiesta que la conservación de la biodiversidad en el mismo lugar donde se originó, se cultivó en forma natural, y en caso de especies domesticadas o cultivadas, en el medio donde desarrollaron sus propiedades distintivas.

FAO (1996), refiere que la conservación in situ es la conservación de ecosistemas, hábitats naturales, mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en su medio natural.

4.2.4.2 Conservación ex-situ.

Tapia (1993), indica que la conservación del material o de las partes reproductoras (germoplasma) en almacenes especiales, pueden ser cámaras frías o refrigerados llamados Bancos de Germoplasma. Usualmente los bancos son instalaciones con humedad y temperatura controladas, donde las semillas y otros materiales reproductivos son almacenados para su futuro uso en programas de investigación y mejoramiento.

FAO (1996), refiere que la conservación de los componentes de la biodiversidad fuera de su hábitat natural.

4.3 *Solanum sp.* frente al cambio climático

FAO (2008), indica que las papas autóctonas (nativas) y parientes silvestres con un drástico cambio climático se podrían reducir las áreas donde crecen en

forma natural las papas autóctonas y sus parientes silvestres, y muchas de estas plantas podrían extinguirse. Al conservar y aprovechar la diversidad genética de la papa que cultivaron sus antepasados, las campesinas andinas ayudan a garantizar la seguridad alimentaria mundial y la adaptación al cambio climático.

CIP (2015), menciona que el cultivo de la papa es vulnerable al cambio climático, pues sus áreas de cultivo están ascendiendo las alturas de los andes.

la destrucción de hábitat es la principal amenaza para continuar con la conservación in situ de los parientes silvestres de papa, especialmente porque muchos de estos son altamente endémicos, es decir exclusivos de determinadas localidades o regiones .

Inforesources (2008), indica que la consecuencia de los cambios en la distribución de las lluvias. En algunas regiones, los rendimientos disminuirán aún más donde no exista la posibilidad de riego, hasta el punto en que el cultivo de la papa llegue a ser imposible. La disminución esperada de los rendimientos en varios países, particularmente, de regiones tropicales y subtropicales, llegará al 20 – 30%. La temperatura nocturna tiene una influencia crucial en la formación de almidón en los tubérculos, siendo la ideal de 15 a 18 °C. Cuando dicha temperatura supera los 22 °C el desarrollo de los tubérculos se ve severamente afectado. Contrariamente, se espera que el cambio climático tenga un efecto favorable sobre los rendimientos en zonas de cultivo situadas a mayores altitudes. En muchas de estas zonas, las condiciones climáticas para el cultivo de la papa están mejorando como consecuencia del aumento de las temperaturas. Esto favorece los rendimientos y da lugar a una expansión de la producción hacia zonas más altas y situadas a mayor latitud. En algunas regiones, se podrá producir papa como cultivo de invierno. No obstante, la expansión del cultivo hacia zonas de mayor altitud también conlleva riesgos, ya que en ellas, las tierras agrícolas suelen tener pendiente pronunciada, por lo que el cultivo de papa puede agravar la degradación del suelo debido al alto grado de labranza que requiere.

Gutiérrez (2008), menciona que la percepción del cambio climático sobre el cultivo de las papas nativas se están produciendo tres efectos principales:

- pérdida de la biodiversidad de las papas de la zona, lo que sucede cada vez que se produce un evento extremo.
- mayor frecuencia en la ocurrencia de heladas, sequías y granizadas.
- mayor incidencia de plagas y presencia de nuevas plagas que posiblemente estén ascendiendo de las zonas bajas por la alteración del clima o el incremento de la temperatura en las partes altas.

Estos efectos tienden a incrementar la vulnerabilidad del ecosistema alto - andino.

Inforesources (2008), menciona las variaciones proyectadas en el rendimiento potencial inducidas por el cambio climático para el período 2040–2059.

Cuadro N°01. Rendimiento potencial por el cambio climático para el año 2040 - 2059

PAÍS	SIN ADAPTACIÓN	CON ADAPTACIÓN
China	-22,2	-2,5
India	-23,1	-22,1
Rusia	-24,0	-8,8
Bolivia	+8,4	+76,8
Perú	-5,7	+5,8
Nepal	-18,3	-13,8
EE.UU.	-32,8	-5,9

Fuente: El efecto del cambio climático en la producción mundial de papa

En cada uno de estos países también hay, empero, regiones en las que el cambio climático ocasionará aumentos de los rendimientos, sobre todo si se toman medidas de adaptación.

Especies de papa silvestre en riesgo el aumento cada vez mayor de la temperatura ejerce una presión adicional sobre las especies de papa silvestre. Entre el 16 y el 22% de éstas corren el riesgo de haberse extinguido para el año 2055, lo que representa una situación peligrosa, ya que estas especies constituyen importantes reservas genéticas para la obtención de nuevas variedades.

FAO (2007), indica que el cambio climático puede ser potencialmente una de las amenazas más serias a la biodiversidad de los polinizadores. Cambios en la distribución sustanciales se predicen para grupos tales como mariposas los hábitats requeridos por muchos polinizadores se están perdiendo a través cambios en los patrones de uso de suelo como el aumento de la intensificación agrícola, Polinizadores requieren una serie de recursos de su medio para forrajeo, anidación, reproducción y refugio. La pérdida de cualquiera de estos requisitos puede causar a los polinizadores extinguirlo localmente.

4.4 Ciclo vegetativo

Lincoln et al. (1995), indican que el ciclo vegetativo es el estudio de los aspectos temporales de los fenómenos naturales recurrentes y de su relación con las condiciones atmosféricas y el clima.

Egusquiza (2000), dice que el periodo vegetativo es el número de meses que transcurre desde la siembra hasta la madurez del cultivo que va desde los 3 meses hasta aquellas muy tardías de 7 meses.

4.5 Fenología

Choque (2007), indica que la fenología es una rama de la agro meteorología que trata de las relaciones entre las condiciones climatológicas y los fenómenos biológicos periódicos. Los ejemplos más evidentes son: aparición de las primeras hojas, brotación de yemas, floración, migración de aves, etc., estos fenómenos se denominan fases fenológicas. Estudia los cambios cíclicos de los vegetales y de su relación con las condiciones ambientales circundantes.

Castillo et al. (2001), refieren que la fenología, rama de la ecología, estudia las relaciones entre las condiciones ambientales (temperatura, luz, humedad, etc.) y los fenómenos o acontecimientos periódicos en la vida vegetal y animal. También dicen que el intervalo entre dos acontecimientos o fenómenos fenológicos define un estado fenológico o fase de desarrollo de las plantas.

4.5.1 Fases fenológicas en el cultivo de papa

Ladrón De Guevara (2005), menciona que la fenología estudia los fenómenos periódicos de los cultivos relacionados con las condiciones ambientales,

climáticas como la temperatura, humedad atmosférica, luz, precipitación, vientos, etc.

Además indica que las fases fenológicas en el cultivo de la papa son:

Emergencia: se considera cuando se aprecia el ápice del talluelo fuera de la corteza del suelo, desde la siembra hasta la emergencia 6 días.

Prefloración: aparición de los botones florales, la aparición de las primeras flores 68 días hasta los 84 días.

Tuberización: la producción de tubérculos está fuertemente relacionada con un grado de estímulos involucrados durante la fase de inducción (30 a 40 días).

Estolonización: es la formación de mayor número de estolones posibles por planta que está relacionada con una completa formación de la planta y la presencia del ácido absicico (ABA), sintetizado en las hojas y traslocado a los estolones.

Madurez: se caracteriza por el amarillamiento de los folíolos, 131 días desde la siembra, incremento de los órganos subterráneos, tubérculos y estolones.

Madurez fisiológica: se caracteriza por el amarillamiento total de las plantas, declinación de las hojas, ramas y consistencia de los tubérculos 148 días después de la siembra.

Madurez comercial: los tubérculos alcanzan su máxima madurez 166 a 180 días después de la siembra.

Egusquiza (2000), dice que las fases fenológicas más importantes del cultivo de la papa que son:

Fase de emergencia.- referida a la aparición de las primeras hojas sobre la superficie del suelo.

Fase de formación de estolones: empieza cuando las yemas de la parte subterránea de los tallos inician su crecimiento horizontal en forma de ramificación lateral.

Fase de inicio de floración: durante esta fase aparecen los primeros botones florales. El pedúnculo floral y la inflorescencia crecen cuando el tallo principal ha finalizado su crecimiento y da inicio a la floración. En algunas variedades el inicio de la floración coincide con el inicio de la tuberización.

Fase de plena floración: se inicia con la apertura de los primeros botones florales emitiendo flores. Existen variedades con abundante floración, así como también existen variedades que no florecen.

Fase de tuberización: esta fase se inicia a partir del engrosamiento de los tubérculos ubicados en los estolones. Se da debido a la asimilación de los azúcares en forma de almidón.

Fase de maduración: se inicia cuando el follaje de la planta alcanza su máximo desarrollo. La planta está naturalmente madura cuando la mayor parte de las hojas muestran color amarillento.

La maduración podría estar asociada con el final de la floración, si bien la aparición de una fase es consecuencia de otra, en el caso de la papa también puede darse simultáneamente, donde el inicio de la fase de plena floración (botón floral) puede coincidir con el de inicio de la tuberización.

SENAMHI (2015), manifiesta que las fases fenológicas de la papa consta de:

Fase de emergencia: aparecen las primeras hojas sobre la superficie del suelo.

Brotos laterales: los brotes que surgen desde el tallo principal son aéreos y subterráneos. Los primeros dan lugar a la formación del follaje de la planta y los segundos a rizomas, donde posteriormente engrosarán en la porción distal para la formación de los tubérculos.

Botón floral: aparecen los primeros botones florales.

Floración, se abren las primeras flores.

Maduración: el cambio de color de hojas tiene una relación directa con la formación del tubérculo.

4.5.1.1 Observación de la fase fenológica

SENAMHI (2015), explica que una observación fenológica consiste en contar el número de plantas que ha alcanzado una determinada fase en una fecha exacta.

Una observación fenológica es contar el número de plantas que han alcanzado las características de una determinada fase. Se considera el comienzo de una nueva fase cuando por ejemplo una de las plantas estudiadas y observadas muestra la fase siguiente con respecto a la observación.

4.5.1.2 Cálculo de porcentaje de la fase fenológicas

SENAMHI (2015), refiere que el inicio una fase fenológica manifiesta su etapa de "inicio" cuando al sumar las plantas de cada punto de observación se obtiene un valor entre 4 - 19 plantas ($10\% \leq \text{inicio} < 50\%$ pleno).

Una fase fenológica manifiesta su etapa de "plenitud" cuando al sumar las plantas de cada punto de observación se obtiene un valor de 20 a 29% de plantas ($50\% \geq \text{pleno} > 75\%$).

La fase final fenológica manifiesta su etapa de "fin" cuando al sumar las plantas de cada punto de observación se obtiene un valor de 30 a 40 plantas (fin $> 75\%$).

4.6 Organografía de *solanum sp*

Lovaton (1988), indica que es una planta suculenta herbácea anual, potencialmente perenne debido a su capacidad de reproducción por tubérculos, tallos angulares, generalmente verdes a un que puede ser de color rojo purpúreo; hojas adultas pinnadocompuestas, provistas de pelos de diversos tipos; flores pentámeras de colores diversos.

Montalvo (1984), sostiene que es una planta suculenta herbácea anual por su parte aérea y perenne por los tubérculos (tallos subterráneos), posee un tallo principal y a veces varios tallos, según el número de yemas que hayan brotado del tubérculo, son de sección angular con ramificaciones secundarias; hojas alternas, las primeras tienen aspecto de simples, luego vienen las hojas compuestas laterales y una hojuela terminal, entre las hojuelas laterales hay hojuelas pequeñas de segundo orden; la inflorescencia es cimosa, las flores son hermafroditas, tetracíclicas, pentámeras.

Ochoa (1999), menciona que *Solanum bukasovii* es una planta arrosada o subarrosada en la base, erecta o débilmente ascendente; tallo simple o ramificado, recto o ligeramente flexuoso o con líneas decurrentes o angostamente alado, pigmentado o subpigmentado de morado, esparcidamente piloso de color blanco; tubérculo oval, compresos o redondos a ovalados. Hojas imparipinnadas, frecuentemente arrosadas hacia la base de planta, con pares de folíolos laterales y pares de interhojuelas, densamente pilosas por ambos lados. Folíolos elípticos o anchamente elípticos –

lanceolados o anchamente ovados, ápice obtuso o agudo, base anchamente redonda o raramente cordada, foliolos laterales subsésiles. Inflorescencia terminal o subterminal, cimosa- paniculada de 3 – 17 flores. Cáliz simétrico o asimétrico pigmentado y pubescente con pelos glandulares, corola anchamente rotácea- pentagonal a rotácea de color azul violácea a morada oscura o violeta muy raras veces blanca.

4.6.1 Inflorescencia

Egusquiza (2000), menciona que cuando el tallo principal ha finalizado su crecimiento es cuando se inicia la primera floración, al mismo tiempo se inicia el crecimiento de una rama o acelera el crecimiento de un tallo secundario en cuyo extremo crecerá otra inflorescencia que da apariencia de una segunda floración de tal manera, la cantidad y duración de la floración depende de la cantidad de crecimiento de los tallos y ramas.

Meza et al. (2014), indican que tienen inflorescencia cimosa y están localizadas en los extremos de las ramas, con una corola campanulada de 5 lóbulos, 5 estambres soldadas al tubo de la corola emergiendo hacia el pistilo único el cual tiene estigma y ovario bilobulares.

Huaman (1986), señala que el pedúnculo de la inflorescencia está dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdivide en otras dos ramas. De esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa.

4.6.2 Flor

Lovaton (1990), sostiene que la corola es pentámera que está tersa con los pétalos vueltos hacia el pedicelo en la flor joven, en el cáliz se distinguen la simetría de los sépalos, así como la velloidad y pigmentación, los estambres tienen normalmente 5 anteras, los estilos se diferencian por su longitud y su prominencia sobre la terminación del cono truncado que forma el haz de anteras, por su color, curvatura, grosor y estrías longitudinales y el estigma por su tamaño y forma (globosa, esférica, lobulada, etc.), en el ovario se reseña el tamaño, surcos de los carpelos y color de la placenta

Montalvo (1984), señala que las flores son hermafroditas, tetracíclicas, pentámeras, el cáliz es gamosépala lobulada, la corola es rotácea

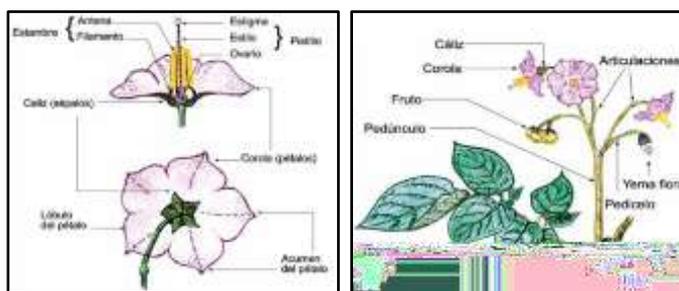
pentalobulada de color blanco a púrpura con 5 estambres, cada estambre posee dos anteras de color amarillo pálido a amarillo anaranjado que producen polen a través de un tubo terminal, gineceo con ovario binocular.

Barrientos (2012), menciona que en *Solanum sp.*, las flores se caracterizan por presentar antesis previa o al amanecer, rotación de la corola con patrones de luz visible y ultravioleta, pseudo-nectarios basales y señales olfativas detectables, cinco estambres insertos en la corola, anteras largas, granos de polen pequeños y suaves que son liberados por vibración mecánica directa.

Muthoni et al. (2012), exhortan que las anteras son de color amarillo brillante a excepción de los producidos en plantas masculinas estériles, que son de color amarillo claro de color verde; el estigma sobrepasa por encima de un grupo de anteras grandes, amarillo brillante, las flores se abren a partir de los más cercanos a la base del procedimiento inflorescencia hacia arriba a una velocidad de alrededor de 2-3 flores por día.

Román et al. (2002), mencionan que las flores se autopolinizan generalmente un 98%; y un 2 % de polinización cruzada. Las flores pasan abiertas de 3 - 5 días luego caen los pétalos y comienza a crecer el ovario luego a formar una baya que llega a medir hasta 2.5 cm de diámetro. En el interior hay aproximadamente 200 semillas por baya. El tiempo de maduración de las bayas es de 45 a 60 días después de la floración.

Figura N°03. Organografía de la planta de *Solanum sp.*



Fuete: Inostroza (2009)

4.6.2.1 Floración e intensidad de floración

Román et al. (2002), indican que la floración comienza en variedades precoces, en 30 días después de la siembra; en variedades intermedias, entre los 35 días a 45 días y en las tardías entre 50- 60 días.

Muthoni et al. (2012), dicen que en la floración máxima, por lo general hay de 5-10 flores abiertas, las flores permanecen abiertas durante 2-4 días, mientras que la receptividad del estigma y la duración de la producción de polen es aproximadamente dos días, las flores se abren sobre todo en la mañana temprano, aunque algunos pueden seguir abriéndose en todo el día y la temperatura son los principales factores que determinan la floración y la fructificación en papa.

Meza et al. (2014), indican que para comparar la intensidad de floración y el momento de reproductivo de la floración en dos variedades de papa, se tiene que marcar los tallos con signos evidentes de desarrollo reproductivo, es decir, cuando ocurrió la paralización del crecimiento vegetativo y la yema apical se transformó en floral.

Además mencionan que el inicio de la floración ocurre a los 55 días después de la siembra. El periodo de mayor intensidad de floración ocurre a los 60 días y se caracteriza por mostrar cerca de 90% de las plantas estudiadas en etapa reproductiva, presentando varias inflorescencias por individuo, inflorescencias con muchas flores y botones florales. La antesis floral dura 4 días.

Santana (1999), menciona que para realizar los cruzamientos es necesario que las fechas de floración de los progenitores usados en los cruzamientos coincidan lo más posible.

4.6.3 Fruto

Boza (1937), indica que la baya es globulosa y oval, con dos lóculos que contienen numerosas semillas pequeñas de forma arriñonada, las bayas son de color bruno o verde purpura, verde teñido a violeta. Cada fruto contiene de 200 – 300 semillas, pero a veces no produce estas.

Soukurp (1939), manifiesta que son bayas redondas hasta algo alargada de color verde, algunas con pigmentación morada que pueden presentarse hasta negruzcas, algunas variedades de papas producen muchas vayas y otras menos.

Gabriel et al. (2002), menciona que después de 25 a 45 días, según la especie, los frutos estarán en estado óptimo de cosecha.

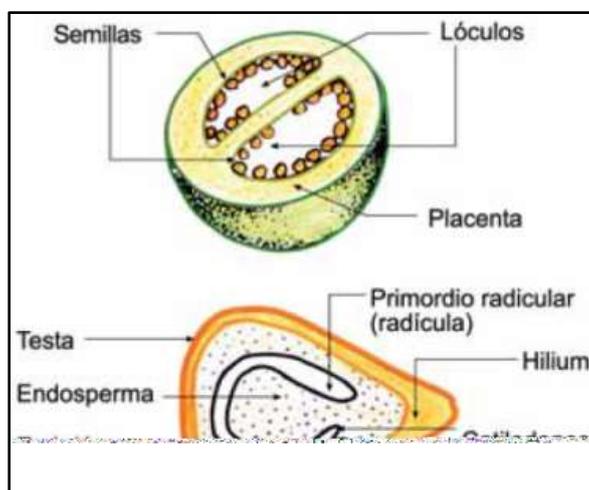
4.6.4 Semilla

Lovaton (1988), indica que la semilla sexual o semilla botánica, porque también se llama semilla al tubérculo, por ser órgano de reproducción, la semilla procede del rudimento seminal que experimenta profundas transformaciones, después de fecundado el ovulo que allí contiene, la semilla de papa se encuentra dentro del fruto (baya), que es indispensable en el mejoramiento genético.

Santana (1999), indica que la semilla proviene del fruto formando de la unión de los gametos sexuales (masculina y femenina), que tiene una longevidad entre 9 y 28 años.

Inostroza (2009), indica que el número de semillas por fruto llega a más de 200 según la fertilidad de cada cultivar, cada semilla está envuelta en una capa llamada testa que protege al embrión y un tejido nutritivo de reserva llamado endosperma.

Figura N°04. Partes de una baya y semilla de *Solanum sp.*



Fuente: Inostroza (2009)

4.6.4.1 Fertilidad masculina y femenina

Lovaton (1988), menciona que entre las especies de *solanum* existe una gran variabilidad en la fertilidad polínica se ha encontrado que la fertilidad polínica es más variable en los grupos diploides y tetraploide.

4.6.4.2 Método de dispersión de la semilla sexual

SIOVM (2017), manifiesta que por ser un fruto carnoso e indehiscente, necesita de un mecanismo para romper la cáscara que presenta. Por tratarse de una planta cultivada, en la mayoría de los casos el hombre es quien dispersa la semilla a otros ambientes, también se reporta que la diseminación de las semillas es posible por la acción de pequeños mamíferos.

4.6.4.3 Métodos de germinación de semilla

Román et al. (2002), indican que la semilla sexual germina generalmente después de 8 a 10 días de haber sido sembrado y haber pasado por un periodo de dormancia de 4 - 6 meses.

Cabrera et al. (2010), indica que para la germinación de *Solanum chenopodioides* (solanaceae), en su estudio usaron tres métodos que son las siguientes:

Lixiviación: semillas expuestas a una corriente de agua por 24 horas.

Escarificación química con ácido sulfúrico: semillas sumergidas por 1/4 partes de ácido sulfúrico y 3/4 parte de agua destilada.

Escarificación química con ácido clorhídrico: semillas sumergidas durante 12 minutos en una solución compuesta de 1/4 partes de ácido clorhídrico y 3/4 partes de agua destilada luego de sumergirlas debe ser lavadas con agua.

Hinostroza (2015), manifiesta que la semilla germina rápidamente cuando es sembrada 6 meses o más después de cosechar, para romper la latencia, se sumerge en ácido giberélico.

4.6.4.4 Preparación de semillero

Román et al. (2002), mencionan que para la preparación de semilleros se utilizan bandejas con un sustrato apropiado (mix growing) o en camas, en una relación de suelo, arena fina, estiércol de bovino 2:1:1.

Hinostroza (2015), menciona que se obtiene buenos resultados con sustratos con relación a un volumen 1:1 de turba y arena o en alto contenido de materia orgánica son excelentes que no necesitan una fertilización adicional.

4.6.4.5 Siembra de la semilla

Hinostroza (2015), indica que la temperatura mínima adecuada para el crecimiento de las plántulas debe fluctuar entre 10 °C y 20°C, cuando la temperatura máxima no excede de 30°C.

4.7 Flujo de genes o e introgresion

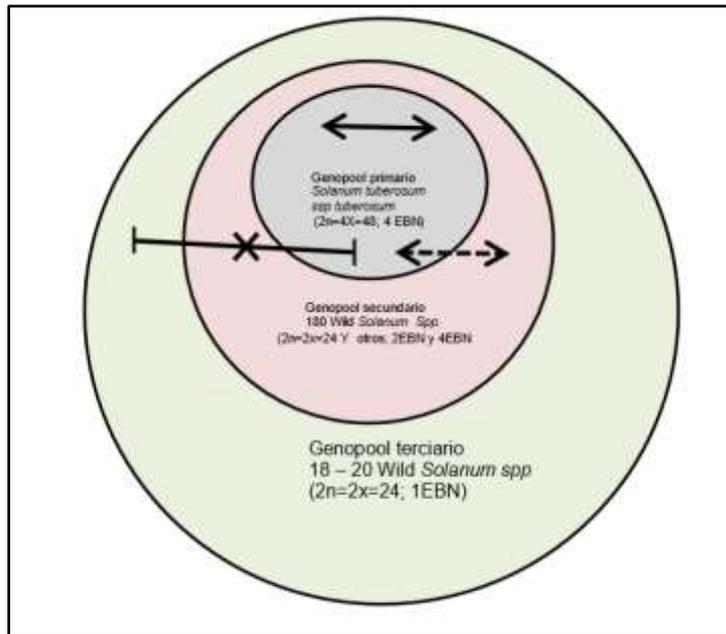
Scurrah et al. (2008), indican que los recursos genéticos de las papas cultivadas y silvestres son muy amplios y contienen una enorme variabilidad genética, además existe un número elevado de especies silvestres relacionadas a los cultivados.

Bradeen et al. (2011), indican como se muestra en la figura N°05 son los sistemas de clasificación de germoplasma de papa pertenecientes a la mejora de la papa cultivada (*S. tuberosum ssp tuberosum*), definen tres acervos genéticos basados en cruzabilidad con plantas de cultivo. El genopool primario de papa abarca *S. tuberosum ssp tuberosum*, incluyendo todas las variedades nativas y cultivares asignado el número de equilibrio de endospermo (EBN) de 4, dentro de este genopool no hay barreras biológicas a polinización cruzada, lo que permite el flujo de genes libre.

El genopool secundario incluye aproximadamente 180 especies silvestres de papa la mayoría de estos son diploides ($2n=2x=24$), aunque este grupo también incluye triploides, tetraploides, pentaploides y hexaploides, tienen un EBN de 2 o menos comúnmente.

El genopool terciario incluye 18 – 20 especies silvestres de papa. Estos son diploides ($2n=2x=24$) con un EBN asignado de 1 incompatibilidades sexuales entre especies genopool impiden el flujo de genes delimitado por barras, los genes pueden ser transferidos utilizando cruces de puente.

Figura N° 05. Genopool de barreras biológicas a polinización cruzada



Fuente: Bradeen, J. & Haynes.(2011)

Papa et al. (2004), mencionan que el flujo de genes se produce cuando hay migración de individuos o gametos (ejemplo: semilla, polen) entre poblaciones, junto con la deriva, selección y mutación.

El principal efecto de flujo de genes es la reducción de la diferenciación entre las poblaciones acompañados por un aumento paralelo de las diferencias entre individuos dentro de una población.

Bravo et al. (2002), sostienen que el flujo genético entre especies cultivables y parientes silvestres tiene lugar como resultado de una propagación cruzada natural mediante la transferencia de genes por medio del polen de las flores.

Contreras (2008), indica que desde mediados del siglo XX el mejoramiento convencional ha seguido el sistema, introducción, selección de progenitores a nivel 4x, cruzas intervarietales, autofecundación, cruzas entre hermanos, retrocruzar al padre original, cruzas interespecíficas (sp. cultivadas con sp. silvestres). Aquí el rol importante que juega es la ploidía, compatibilidad, consanguinidad, balance de endospermo, ya que en muchos casos no se presenta la compatibilidad para efectuar con éxito la formación de un cigoto.

SIOVM (2017), menciona que el flujo de genes, en esta especie se reporta como alta con las variedades cultivadas y silvestres de la misma especie, con la subespecie andígena y con especies hexaploides con EBN = 4, atribuido a la

coexistencia geográfica, a la dispersión del polen y a la estrecha relación taxonómica.

4.7.1 Importancia del flujo de genes

Papa et al. (2004), indica que el flujo de genes silvestres a domesticados tienen implicaciones importantes en relación a la evolución de las plantas cultivadas, esta sigue desempeñando un papel importante como fuente de nuevos alelos para los cultivos domesticados.

Las poblaciones silvestres se ha encontrado para ser aproximadamente 3 - 4 veces más alta que en dirección opuesta. En este caso, la migración de una sola vía puede ser promovida por la presencia de diferencias en los tamaños de población entre las poblaciones silvestres y domesticadas porque los genes domesticados se incrementará gradualmente en las poblaciones silvestres, mientras que la poblaciones domesticadas, se diluirá los pocos genes inmigrantes, en consecuencia los eventos de hibridación serán más frecuentes cuando las plantas silvestres son los padre.

Chávez (2008), indica que la hambruna catastrófica en los años 1846-1848, en Irlanda y parte de Inglaterra, lo cual es claro ejemplo de la estrecha o poca base genética de la papa que existía en aquella fecha en Europa, las cuales eran susceptible a la rancho producida por el hongo *Phytophthora infestans*. Como consecuencia, un millón de personas murieron de hambre y más de un millón de personas migraron a los EEUU.

4.7.2 Hibridación y/o cruza (polinización)

Santana (1999), indica que la hibridación es el acto de fecundar gametos femeninos de un individuo con gametos masculinos procedentes de otro individuo que también se le denomina cruza.

Los cruzamientos en papa pueden hacerse en campo o en invernadero, las condiciones favorables en el campo requieren una temperatura media de unos 18° C y humedad relativa ambiental relativamente alta.

SIOVM (2017), indica que en la mayoría de los casos, los híbridos resultantes son fértiles con altos porcentajes de descendencia fértil y de introgresión hacia los parentales, aunque el éxito de la hibridación dependerá también de la

distribución geográfica, del período de floración y de la presencia de barreras estilares que prevengan el crecimiento de tubos polínicos.

Muthoni et al. (2012), refieren que en general los poliploides pares son fértiles mientras que los poliploides impares son masculinos estériles, los hexaploides y tetraploides son poliploides autocompatibles.

Masuelli et al. (2009), proponen que la hibridación recurrente, en hibridación interespecífica en particular, actúa como una creativa fuerza evolutiva en papas diploides al liberar variación en poblaciones naturales, porque puede inducir a ambos cambios genéticos y epigenéticos (este último como resultado de tensiones genómicas). Esta variación heredable puede proporcionar colonizar ventajas cuando se estabiliza por propagación clonal hasta que los genotipos más aptos estén establecidos en la naturaleza, y eventualmente puede conducir a la especiación híbrida homoploide. Los eventos de hibridación pueden tener varios resultados: introgresión, semispeciación y especiación.

Contreras (2008), indica que el uso de las especies silvestres se debe a:

- polinización abierta, cruza con ausencia de especies silvestres y virtual ausencia de cultivares primitivos.
- preferencia de algunos mejoradores por algunos materiales parentales, y estos usarlos intensamente.
- desconocimiento de la cruzabilidad de especies de distintas ploidias.
- problemas de compatibilidad y fertilidad de polen.
- esterilidad de muchos clones obtenidos de cruza con la *ssp.tuberosum*, que posee factores citoplasmáticos de esterilidad.
- problemas de balance de endospermo.

Contreras (2008), indica que existen nuevas metodologías no convencionales como: Uso de especies puente, polinización in vitro, duplicación cromosomal, reducción cromosomal (haploides), fusión protoplasmática, ingeniería genética (marcadores moleculares), biobalística.

Estrada (2000), menciona que “por cada 10 veces de cruzamiento de un clon, en nueve casos no florece bien, pero si florece, en nueve casos de cada 10 resulta ser macho o hembra estéril”, un 30% de los cultivares de *S. tuberosum* no forman bayas. Sin embargo, el 90 % de los cultivares de *S. andigena* si forman bayas y abundante semilla.

La autoincompatibilidad es una regla común en las especies cultivadas y silvestres diploides y se debe al sistema de rechazo de los alelos S que se oponen a la fecundación cuando están presentes en el gameto femenino y masculino simultáneamente, es decir con el gen S1 o S2 no pueden fertilizar el huevo de planta que tiene la formula S1S2 (diploide). En cambio, si el polen tiene los alelos S3 o S4, la fecundación es exitosa. Muy pocas especies silvestres diploides son autocompatibles.

4.7.2.1 Cruzamiento intraespecífico

Contreras (2008), señala que aun en cruza consanguíneas la genética de *S. tuberosum* que es un autoteraploide segmental, ha permitido seguir generando variedades aprovechando la vasta variabilidad.

4.7.2.2 Cruzamientos interespecífico

Santana (1999), menciona que las cruza con sus parientes silvestres y variedades cultivadas presentan muchos problemas.

Las especies silvestres, en la mayoría de los casos son diploides, es decir, que sus células poseen 24 cromosomas repartidos en dos juegos, es decir $2x=24$ cromosomas; mientras que las variedades cultivadas son tetraploides, o sea, $4x = 48$ cromosomas repartidos en 4 juegos.

Para poder emplear las especies silvestres diploides en los programas de mejoramiento, lo que hacen los fito mejoradores es igualar genéticamente a las variedades cultivadas con las silvestres, es decir, reducirlas a nivel diploide. Lo anterior se obtiene mediante el cruzamiento de una variedad tetraploide tomada como hembra con una especie diploide, tomada como macho. Este cruzamiento provoca el desarrollo partenogénico del ovulo de la variedad tetraploide: el ovulo no es fecundado y por tanto posee cromosomas únicamente de origen materno, lo que da lugar a un individuo que solamente

posee la mitad de la dotación de los cromosomas de la variedad tetraploide, o sea, $2x=24$ cromosomas.

Las papas obtenidas de la semilla de este cruzamiento son calificadas de “dihaploides”, ya que son haploides de tetraploides, y desde este momento tienen el mismo número de cromosomas que las especies diploides silvestres.

4.7.3 Métodos de cruza de papas cultivadas y sus parientes silvestres

Estrada (1986), menciona que la mayoría de las papas silvestres diploides y tetraploides son cruzables con los clones diploides de papas cultivadas en los andes de Sudamérica

1. diploide, $2n=24$ (resultado de silvestre diploide x cultivada diploide)
2. triploide, $2n=36$ (resultado de silvestres tetraploide x cultivada diploide).
3. tetraploide $2n=48$ (resultado de silvestres tetraploides x cultivada diploide con producción de gametos).

la transferencia de genes de las especies silvestres hacia los clones cultivados en el caso de híbridos diploides y triploides se logra utilizando estos híbridos como polinizadores y los cuales es factible que produzcan granos de polen $2n$, con 24 cromosomas, por los procesos mitóticos de restitución en primera división o en segunda división. En esta forma, los cruzamientos con *S. tuberosum* o *S. andigena* ($2n=48$), son perfectamente viables y normales.

En el caso de tetraploides en el cual los híbridos son silvestres resultan tetraploides ($2n=48$). La transferencia de genes y la viabilidad de los cruzamientos con *S. tuberosum* o *S. andigena* son aún más simples, ya que tales híbridos se pueden utilizar como progenitores masculino o femenino.

El método más factible es de efectuar, primero, los cruzamientos de las especies silvestres con las diploides cultivadas. Esto da facilidad para incorporar en los cultivos tetraploides el amplísimo espectro de genes presente en las especies silvestres de papa.

4.7.4 Barreras en los cruzamientos

Camadro (2011), indica que la hibridación en especies de papa están aisladas en la naturaleza por barreras externas tales como: espaciales, temporales, y ecológicas, entre otras, estas reforzadas por barreras internas pre y post-cigóticas.

Chávez (2008), menciona que el éxito de la introducción o transferencia de la variabilidad genética de una especie silvestre a la papa cultivada, depende de las afinidades citogenéticas y taxonómicas, si la especie dominante y la especie receptora son muy afines y no hay restricciones en el apareamiento de cromosomas en la progenie, como la papa amarilla del Mantaro y las silvestres, son autoincompatibles; es decir, que rechazan su propio polen, y solo aceptan y fecundan el polen de un clon extraño o genéticamente distante. Esta autoincompatibilidad se llama gametofítica, y es producto de la evolución de la papa hace miles de años.

Las especies tetraploides son en cambio autocompatibles y fértiles como por ejemplo el Ccompis, Revolución, Peruanita, Tacna, etc. Las papas triploides y pentaploides son estériles estas papas son las que se cultivan a 2500 y 4000 metros, estas variedades se llaman papás amargas por su alto contenido de glycoalcaloides llamado solanina.

Papa et al. (2004), menciona que el flujo de genes se produce entre las poblaciones de la misma especie biológica, o entre las poblaciones de especies estrechamente relacionada (hibridación introgresiva), en la mayoría de los casos, las poblaciones cultivadas y sus parientes silvestres pertenecen a la misma especie biológica. Sin embargo, en algunos casos las poblaciones domesticadas y sus parientes silvestres pertenecen a diferentes especies biológicas, en particular cuando la domesticación ha implicado polinización y/o hibridación interespecifica, en estos casos, incluso con la barrera reproductiva debido a los diferentes niveles de ploidia entre las cultivadas y parientes silvestres, la hibridación puede todavía ocurrir y puede producir progenie fértil.

El flujo de genes entre poblaciones silvestres y domesticadas también está limitado por su fenología, distribución geográfica, y la disposición espacial.

El movimiento de genes puede producir sí las poblaciones de plantas tiene periodos de floración que se solapan y están a una distancia adecuada, dependiendo de la capacidad de la semilla y la dispersión del polen, los factores ambientales como el viento, la humedad y los factores bióticos (polinizadores y otros animales que favorecen da dispersión de semilla), también está limitada por control de maleza y el cultivo intensivo.

Bravo et al. (2002), mencionan que en su trabajo realizado la barrera genética es lo que llevó al fracaso en obtener progenies de los cruzamientos entre *S. toralapanum* (2x) x *S. waych'a* (4x). La inhibición de producir híbridos se debe a dos causas.

- el desbalance cromosómico entre *S. waych'a* (4x) y *S. toralapanum* (2x) que crea infertilidad genética.
- la otra causa fue el desbalance de los factores enbrion endospermo (3:4) que ocasionó el desbalance inviable que no permitió la formación de híbridos, ya que una relación normal que crea balance viable es de 2:3. En las cruces de *S. acaule*, si bien tanto waych'a como *S. acaule* tienen número de cromosomas idénticos (4x), no se reportó cruzamiento exitoso alguno. Estos resultados pueden ser explicados desde el punto de vista del NBE (número de balance de endospermo), donde la relación entre estas dio 5:3 lo que explica por qué estas dos especies no tuvieron éxito a pesar de tener igual número de ploidia.

Los cruzamientos entre Revolucion x Waycha dieron una relación 2:3, es decir, una doble fertilización normal y similar al cruzamiento entre diploides lo que produjo un balance viable y, por consiguiente, la formación de la semilla.

Sin embargo, los cruzamientos de especies cultivables, (4x) por especies silvestres (2x) puede tener lugar vía gametos 2n en nuestro estudio se observaron granos de polen de *S. toralapanum* con un diámetro de 12 lo que indica que nos es una especie 2n y por lo tanto por esta vía, tampoco fue posible el cruzamiento con la papa cultivada Waych'a.

Camdro et al. (2004), mencionan que hay tres tipos de incompatibilidad interespecífica para la obtención de híbridos.

Barreras interespecíficas de incompatibilidad polen- pistilo

La mayoría de especies de papa diploides son auto-incompatibles debido a que poseen un S-locus multialélico con la expresión gametofítica; no obstante, las variantes de auto-compatibles se han descrito entre los genotipos de alguna de estas especies, especies poliploides, por el contrario, son autocompatibles debido a un fenómeno conocido "interacción competencia" debido a que ciertas

interacciones que, o bien debilitan o suprimen la reacción de compatibilidad tienen lugar en los granos de polen que llevan diferentes S-alelos. Que explicaría la autocompatibilidad de *S. acaule*, un tetraploide disómico autógena, y otros poliploides disómicos que llevan genomas parcialmente homólogos cruzas interespecífica entre y dentro de niveles de ploidía; por ejemplo.

tetraploide *S. gourlayi* y hexaploide *S. oplocense*, tetraploide *S. tuberosum* ssp. *tuberosum* y diploides *S. kurtzianum*, estos sitios de incompatibilidad son: el estigma, y el primer, segundo y último tercio del estilo.

Barreras de esterilidad masculina nuclear-citoplasmático

Esta barrera de aislamiento no está conectado con ninguna debilidad constitucional del endospermo, embrión, o todo organismo híbrido sino más bien con interacciones específicas entre el núcleo de una especie y el citoplasma de otra especie. Está fuertemente relacionada con la esterilidad citoplasmática nucleares y su papel en el aislamiento sexual.

Esta información sobre las bases genéticas de la esterilidad masculina citoplasmática nucleares es generalmente limitada. La esterilidad se encuentra en *S. tuberosum* haploides x *S. stenotomum* o *S. phureja*.

Barrera endospermo

Genéticamente, la constitución nuclear del endospermo difiere del embrión solo en tener un juego extra de cromosomas de la madre. Por lo tanto, el desarrollo del endospermo es dependiente de los mismos genes para explicar los fallos es cruces interespecíficos en *Solanum*, Johnston *Et al.* (1980), ha desarrollado un modelo que se extendió esta proporción de 2:1 genómico. Este modelo se basa en un equilibrio de factores genéticos cualitativos EBN (número de equilibrio endospermo) y no genomas para el desarrollo normal del endospermo, en este modelo, cada especie tiene un genoma específico "numero efectivo " (la EBN), que no es necesariamente una reflexión directa de su ploidía. es la EBN que debe estar en un 2:1 maternal relación paterno en el endospermo híbrido para el desarrollo normal de este tejido y en consecuencia

del embrión híbrido normal, por lo tanto, el éxito de la hibridación interespecífica se produce solo cuando los padres producen gametos del mismo EBN.

Estrada (2000), indica que la diferenciación normal del endospermo depende del nivel de los dos padres. El endospermo se desarrolla normalmente cuando las proporciones de la planta madre, el endospermo formado y el embrión son 2:3:2 o 4:6:4. Si estas proporciones cambian, la diferenciación del endospermo comienzan muy temprano o muy tarde y el embrión no se sincroniza con el endospermo, por lo tanto se forma una semilla plana, estéril.

4.7.5 Creación de variedades en América Latina

Contreras (2008), indican que es paradójico que en área latinoamericana (cuna de la papa), con existencia de una inmensa riqueza de variedades nativas, muchas de estas con información interesante sobre características, se observa que:

En nuestra propia región dichos materiales tienen poco uso, uno porque al parecer nos gusta más lo extranjero que lo propio, y además que recursos y/o privados no se destinan a proyectos de mejoramiento de largo plazo. A pesar de inmensos recursos para proyectos colaborativos, pocos van a la vía del trabajo compartidos entre los países desarrollados con los en vía de desarrollo.

Atenta a ellos el derecho de propiedad impuesto por unión internacional para la protección de las obtenciones vegetales (UPOV), en donde se usa el material de centro de origen pero no se paga por ello ni tampoco se integra a los investigadores de donde están estos recursos, estos son unos de los casos más consecuentes.

4.8 Poliploidia

Santana (1999), indica que es el número de juegos (x) de cromosomas presentes en una célula vegetativa (somática). Las células vegetativas normalmente contienen mínimo dos juegos de cromosomas.

4.8.1 Poliploide en la papa

Contreras (2008), menciona que hay 226 especies silvestres y 8 cultivadas. El número cromosomal es $x=12$ y en estas el 74.6 % son diploides, el 3.8 % son

triploides, el 14.8% son tetraploide, el 1.6% son pentaploides y el 5.5% son hexaploide.

SIOVM (2017), refiere que el potencial de hibridación de la papa dependerá en primera instancia de la ploidia que presente la especie silvestre o cultivada, además del número de balance del endospermo (EBN por sus siglas en inglés), es decir, *Solanum tuberosum*, presenta una ploidia /EBN = 4x(4EBN), y el potencial de hibridación es mayor con las especies 4x(4EBN) (*S. tuberosum subsp. tuberosum*, *S. tuberosum subsp. andigena*) y con las especies 6x(4EBN) (*S. brachycarpum*, *S. demissum*, *S. guerreroense*, *S. hougasii*, *S. iopetalum* y *S. schenckii*), mientras que el potencial de hibridación es menor con especies 4x(2EBN) (*S. agrimoniifolium*, *S. fendleri*, *S. hjertingii*, *S. oxycarpum*, *S. papita*, *S. polytrichon* y *S. stoloniferum*) y con especies 2x(2EBN) como con *S. verrucosum*.

Santana (1999), menciona que *Solanum tuberosum* L., es un tetraploide (2n=48), a la que se considera compuesta por las subespecies *tuberosum* y *andigena*, las mismas que son fértiles entre sí.

Las papas diploides (2n=24) cultivadas corresponden a las especies principalmente; *S. stenotomun*, con tubérculos que requieren periodos de latencia y *S. phureja*, que no tiene periodo de latencia definido.

Las papas triploides (2n=36) cultivados de la especie *S. x chaucha* son posiblemente híbridos generados en forma natural; por cruzamientos entre la especie *andigena*, la *stenotomun* o *phureja*. Otra especie triploide, *S x juzepczukii*, es altamente tolerante a las heladas y puede haberse originado por hibridación natural entre las especies silvestres no tuberifera *S. acuale* (2n=48) y la diploide *S. stenotomun*.

El pentaploide (2n=60) *S. x curtilobum*, se cree haberse originado por hibridación natural de *Solanum acaule* y *Solanum andigena* es altamente tolerante a las heladas.

El hexaploide (2n=72) *Solanum demisum*, ha sido como progenitor para obtener variedades resistente al tizón tardío.

Chávez (2008), indica que se presenta una serie de ploidias que fluctúan desde especies diploides con 24 cromosomas hasta especies Hexaploides con 72 cromosomas.

- las papas diploides ($2n=2x=24=AA$), *S. stenotomun* tiene una enorme variabilidad, cultivada en los andes, *S. goniocalyx* trae muy pocas variedades, ejemplo papa amarilla. La especie *S. phureja*, se caracteriza por la ausencia de una marcada latencia de sus tubérculos y precocidad. La especie *S. ajanhuiri* se cree que proviene de la hibridación interespecifica y natural de *S. stenotomun* x *S. megaracrobium*, la misma que es altamente resistente a las heladas.

Dentro del grupo diploides se puede también considerar las papas haploides o dihaploides con 24 cromosomas. Los haploides no son variedades populares, sino que, son puentes genéticos o progenitores en la hibridación de papa $2x \times 2x$, machos haploides son utilizados en cruzamientos interploideales ($4x-2x$) debido a su producción de gametos no reducidos. Los haploides al grupo tuberosum ($2x$) son puentes excelentes para transferir genes de especies silvestres diploides.

- papas triploides, son papas estériles por su ploidia impar ($2n=3x=36$), que dificulta el apareamiento de cromosomas homólogos en la meiosis. *S. chaucha*, que es resultado de una hibridación natural de *S. tuberosum* ($2n=4x=48$) por la especie diploide *S. stenotomum* ($2n=2x=24$), ejemplo la variedad Huayro. La especie *S. juzepczukii* se originó por hibridación natural de la especie cultivada diploide *S. stenotomun* ($2n=2x=24$) y la especie silvestre *S. acaule* ($2n=4x=48$), los clones o variedades son conocidas como papas amargas debido a su alto contenido de alcaloides solanina.
- papas tetraploides más del 50% de caudal genético de la papa corresponde a variedades tetraploides ($2n=4x=48$), englobadas en dos subespecies: *S. tuberosum ssp. andigena* y *S. tuberosum ssp. tuberosum*, las papas andigenas se caracterizan por su alta variabilidad genética, en cambio el *S. tuberosum* tiene una base genética más angosta
- las papas tetraploide andigena se originaron por ploidinización natural a partir de los diploides, las papas *S. tuberosum* se originaron en el sur de Chile, en su evolución migratoria la papa del grupo andigena se hibridó con la

especie silvestre del chaco boliviano, *S. chacoense*. Así adaptándose a días largos de verano e invierno muy frío de días cortos.

- las papas pentaploides ($2n=5x=60$), la especie *S. curtilobum* forma parte del acervo genético de la papas amargas, se originó a partir de hibridaciones naturales entre la papa tetraploide *S. tuberosum ssp andigena* y la especie triploide *S. juzepczukii*. Las papas pentaploides se caracterizan por tener mayor rendimiento de las triploides.
- las papas hexaploides al igual que los haploides solo existen en bancos de germoplasma y no como variedades o cultivares, estos son *Solanum demisiun* y *S. hougasii* de la serie demisa y el citotipo hexaploide de *S. acaule* ($2n=6x=72$), la especie del noreste de argentina *S. oplocence*.

Santana (1999), indica que el juego básico de cromosomas de la papa, costa de 12 cromosomas, es decir, $x=12$. La papa es básicamente una planta autotetraploide, es decir que cada cromosoma está representado por cuatro cromosomas homólogos, capaces de aparearse y segregarse.

4.8.2 Poliploidización

4.8.2.1 Método conteo del número de cloroplastos en los estomas de las hojas

Huamán (1995), Indica los siguientes procedimientos para la poliploidización.

- se tiene que recolectar los folíolos terminales de varias hojas de la misma planta y mojarlos en alcohol etílico al 70% por una hora, secar un folíolo con papel filtro.
- colocar una parte del folíolo en un vidrio de reloj y añadir una o dos gotas de una solución de yoduro de potasio y yodo (KI-I) por cinco minutos. luego cortar con los dedos el folíolo por el envés en las zonas próximas a las nervaduras para la obtener tejido epidérmicos
- la solución KI - I se prepara mezclando 1 g de yoduro de potasio, 1g de yodo y 100 ml de alcohol al 80%.
- cortar la epidermis sobre un portaobjeto y añada una gota de glicerina. colocar el cubre objeto y observar al microscopio.

- el conteo de cloroplastos se realiza en células guardia de los estomas. su número nos dará una indicación del nivel de ploidía según la siguiente escala.

Cuadro N°02. Nivel de ploidía según número de cloroplasto

ploidia	número de cloroplasto por célula guardada
2x	7- 8
3x *	9 -11
4x**	15 - 16
* Determinación hechas en <i>S. juzepzukii</i> (2n=36)	
** determinaciones hechas en <i>S. curtilibum</i> (2n=60)	

Fuente: Huamán (1995).

Santana (1999), menciona las siguiente formula somática y formula genética.

Cuadro N°03. Formula somática y genética

FORMULA SOMATICA	FORMULA GAMETICA	NOMBRE
x	$1/2 x$	Monoploide
2x	X	Diploide
3x	$1^{1/2} x$	Triploide
4x	2x	Autetraploide
$2x + 2x'$	$x + x'$	Alotetraploide
5x	$2^{1/2} x$	Pentaploide
6x	3x	Hexaploide
$4x + 2x'$	$2x + x'$	Autoalohexaploide
$2x+ 2x' + 2x'$	$x + x' + x''$	Alohexaploide

Fuente: Santana (1999).

4.8.3 Clasificación y número cromosómico de las especies silvestres y cultivadas de papa.

Ochoa (1999), expresa que el número cromosómico de *Solanum bukasovii* es de $2n=2x=24$ y EBN = 2.

Santana (1999), indica el número de cromosomas en los siguientes cuadros.

Cuadro N°04. Número de cromosomas

SERIES	2x	3x
I Juglandifolia	<i>S. juglandifolium</i> <i>S. lycopersicoides</i>	
II Tuberosa	<i>S. brevidens</i> <i>S. etuberosa</i>	
III Morelliformia	<i>S. morelliforme</i>	
IV Bulbocastana	<i>S. bulbocastanum</i> <i>S. clarum</i>	<i>S. bulbocastanum</i>
V Pinnatisecta	<i>S. cardiophyllum</i> <i>S. jamesii</i> <i>S. pinnatisectum</i> <i>S. trifidum</i>	<i>S. cardiophyllum</i> <i>S. jamesii</i>
VI Commersoniana	<i>S. chacoense</i> <i>S. commersonii</i> <i>S. tarijense</i>	<i>S. calvescens</i> <i>S. commersoni</i>
VII Circaeifolia	<i>S. capsicibaccatum</i>	

Fuente: Santana. (1999).

Cuadro N°05. Número de cromosomas

SERIES	2x	3x	4x	5x	6x
VIII Conicitaccata	<i>S. chomatophyllum</i> <i>S. violaceimarmoratum</i>		<i>S. colombianum</i> <i>S. oxycarpum</i>		<i>S. moscopanum</i>
IX Piurana	<i>S. piurae</i>		<i>S. tuquerrense</i>		
X Acaulia			<i>S. acaule</i>	<i>S. acaule</i>	<i>S. acaule</i>
XI Demissa				<i>S. x edinense</i>	<i>S. brachycarpum</i>
				<i>S. x semidemissum</i>	<i>S. demissum</i>
XII Longipedicellata		<i>S. x vallismexici</i>	<i>S. fendleri</i>		
			<i>S. polytricon</i>		
			<i>S. stoloniferum</i>		

Fuente: Santana. (1999).

Cuadro N°06. Número de cromosomas

SERIES	2x	3x
XIII Polyadenia	<i>S. polyadenium</i> <i>S. lesteri</i>	
XIV Cuneoslata	<i>S. infundibuliforme</i>	
XV Megistacrolota	<i>S. boliviense</i> <i>S. megistacrolobum</i> <i>S. raphanifolium</i> <i>S. sanctae – rosae</i> <i>S. toralapanum</i>	<i>S. x bruecheri</i>
XVI Ingaefolia	<i>S. rachialatum</i>	
XVII Olmosiana	<i>S. olmosense</i>	

Fuente: Santana (1999).

Cuadro N°07. Número de cromosomas

SERIES	2x	3x	4x	6x		
XVIII TUBEROSA (Silvestre)	<i>S. x berthaultii</i>			<i>S. oplocense</i>		
	<i>S. x bukasovii</i>					
	<i>S. canasense</i>					
	<i>S. gourlayi</i>				<i>S. gourlayi</i>	
	<i>S. kurtzianum</i>					
	<i>S. leptophyes</i>					
	<i>S. maglia</i>				<i>S. maglia</i>	
	<i>S. microdontum</i>				<i>S. microdontum</i>	
	<i>S. oplocense</i>					<i>S. oplocense</i>
	<i>S. sparsipilum</i>					
	<i>S. spegazzinii</i>					<i>S. sucrensis</i>
	<i>S. vernei</i>					
	<i>S. verrucosum</i>					

Fuente: Santana (1999).

Cuadro N°08. Número de cromosomas

SERIES	2x	3x	4x	5x
XVIII B Tuberosa (cultivada)	<i>S. x ajanjuri</i> <i>S. goniocalyx</i> <i>S. phureja</i> <i>S. stenotomum</i>	<i>S. x chaucha</i> <i>S. x juzepczukii</i>	<i>S. tuberosum</i> <i>subespecie</i> <i>tuberosum</i> <i>S. tuberosum</i> <i>subespecie</i> <i>andigena</i>	<i>S. x curtilobum</i>

Fuente: Santana (1999).

De los cuadros se puede decir que (x) significa la hibridación natural

4.9 Polinización

Pantoja et al. (2014), indican que la polinización es la transferencia de polen desde los estambres hasta el estigma y hace posible la fecundación, y por lo tanto la producción de frutos y semillas. Aunque la polinización puede ser llevada a cabo tanto por vectores bióticos (animales) como abióticos (agua o viento), la gran mayoría de plantas con flores (angiospermas) dependen de los vectores bióticos.

La polinización biótica puede evaluarse comparando la producción de los cultivos mediante tratamientos que incluyan la exclusión de vectores de polen.

FAO (2007), indica que en la naturaleza la gran mayoría de las especies de plantas con flores solo producen semillas si los animales polinizadores mueven el polen de las anteras a los estigmas de las flores, la polinización es fundamental para el mantenimiento general de la biodiversidad. Aproximadamente el 80 % de todas las especies de plantas que florecen esta especializadas para ser polinizadas por animales principalmente insectos.

Meza et al. (2014), mencionan que la papa es una planta predominantemente autógama, de polinización directa, donde el porcentaje de polinización cruzada es muy bajo.

Bravo et al. (2002), dicen que la eficiencia en la polinización libre y dirigida los factores bióticos-abióticos se expresan de la mejor manera en un determinado ambiente, estos determinan la eficiencia de polinización. Si la intervención de

los factores ambientales (viento/insecto) fuera favorable o considerable, cualquier variedad incluyendo a las modificadas genéticamente de la papa, fuera potencialmente eficiente para polinizar a otras especies parentales si en su camino no enfrentan alguna barrera física o genética.

4.9.1 Tipos de polinización

SIOVM (2017), indica que para esta especie se presentan tanto autopolinización y polinización cruzada. Se reporta que la autopolinización se presenta en plantas tetraploides de *Solanum tuberosum*, mientras que la polinización cruzada (por insectos), es propia de plantas diploides, debido a que estas últimas son autoincompatibles.

4.9.1.1 Autopolinización

Lovaton (1988), indica que puede definirse como la transferencia del polen de las anteras al estigma, donde los órganos protagonistas de la polinización tienen la misma constitución genética y se producen en la misma planta.

Así, la autopolinización de las especies autógamas no es sino la transferencia de polen de una antera a un estigma, dentro de la misma flor o al estigma de otra flor en la misma planta.

4.9.1.2 Polinización libre y / o cruzada

Lovaton (1988), indica que la papa es una planta autógama, pero con frecuencia ocurre una polinización cruzada por medio de los insectos (entomófila), la morfología y la fisiología de la flor conducen a una autopolinización en forma natural.

Camadro (2011), menciona que la polinización en las papas es entomófila. La mayoría de las especies diploides poseen un sistema de autoincompatibilidad gametofítica controlada por el locus S, de modo que son alogamas obligadas. Las especies de ploidía mayor son en su mayoría alogamas, pero el fenómeno de "interacción competitiva", disminuye o anula la reacción de autocompatibilidad en granos de polen heterocigóticos para el locus S, permitiendo la autofecundación.

La autoincompatibilidad es consecuencia de la identidad genética mientras que la incompatibilidad cruzada (IC) o incongruencia es el corolario de la divergencia evolutiva.

4.9.2 Dispersión de polen

Warren et al. (2014), mencionan que el olor del polen más probable ha evolucionado como una defensa contra los patógenos y animales que se alimentaban de polen, antes del desarrollo de la polinización animal, a medida que las plantas con flores se volvieron dependientes de animales para la transferencia de polen, no habría habido una creciente presión de selección para el olor del polen.

SIOVM (2017), menciona que los granos de polen son diseminados principalmente por insectos (vectores entomófilos), aunque también son dispersados por el viento, aunque este último proceso es considerado de baja importancia.

Santana (1999), indica que en general la viabilidad del polen puede conservarse a bajas temperaturas y humedad relativa alta.

4.9.2.1 Distancia de dispersión

SIOVM (2017), indica que tiene reportado que la distancia de dispersión por parte de los insectos, no es muy amplia, cuya mayor distancia reportada es de tres kilómetros.

Bravo et al. (2002), mencionan que bajo condiciones naturales de campo y de altura y por la formación de híbridos entre cruzamientos, la dispersión de polen por el viento e insectos (*Bombus spp*) alcanzó los 20m.

4.9.2.2 Vector de transporte

SIOVM (2017), menciona que para esta especie se reconocen vectores entomófilos para el transporte de polen, principalmente especies del género *Apis Robertson* y *Bombus Latreille*.

4.9.3 Polinización controlada (cruzas), emasculación y técnicas

4.9.3.1 Polinización controlada

Sepulveda (2013), menciona que los cruzamientos bajo condiciones de campo, pues el viento, la lluvia, el granizo, las aspersiones y otros factores, tumban las flores y frutos tiernos, de tal manera que la cosecha obtenida no compensa el esfuerzo realizado.

Lovaton (1988), menciona que la polinización controlada se realiza con la intervención del hombre para cuyo efecto se emplean diferentes métodos, como la autopolinización e hibridación.

Santana (1999), indica que la polinización debe efectuarse cuando el estigma sea receptivo; esto puede reconocerse por la apertura de las flores y el completo desarrollo del estigma.

Procedimiento

La polinización se efectúa colectando anteras y esparciendo el polen sobre el estigma receptivo. El tiempo que el polen permanece viable es muy variable; depende de la especie de que se trate, del ambiente y de otros factores. Por ejemplo.

- en altas temperaturas el polen permanece viable unos cuantos minutos (trigo y avena) o unas cuantas horas (de 3-4 para el maíz).
- en óptimas condiciones el polen puede durar 6-10 días (maíz y caña de azúcar).

Sepulveda (2013), refiere que los botones de la inflorescencia se emasculan en estado de botón y la planta se encierra en malla fabricada con orificios de 30 x 40 μm , que no permiten el ingreso del polen del exterior. Cuando se produce la dehiscencia de las flores se toma una mezcla de polen recolectada el mismo día de varias plantas del mismo cultivo, se aplica con ayuda de un pincel hasta que el estigma queda cubierta.

Muthoni et al. (2012), refieren que el mejor momento para la cruce es temprano por la mañana, cuando las temperaturas no son altas antes de

cruzar, los botones florales que son maduros y llenos de pétalos y pistilos listos para separarse son las seleccionadas para la emasculación.

4.9.3.1.1 Control de polinización cruzada

Hinostroza (2015), menciona que se realiza con dos fines principales.

- evitar la polinización cruzada a fin de no tener híbridos indeseables en el material de selección y en la producción de semilla.
- efectuar polinizaciones específicas, a fin de llevar a cabo ciertos cruzamientos o autofecundaciones específicas que se requieren en los diversos tipos de mejoramiento.

4.9.3.2 Emasculación

Hinostroza (2015), indica que la emasculación es la remoción de los órganos reproductivos masculinos o la inhibición de la capacidad de la producción masculina.

Santana (1999), menciona que consiste en la remoción de los órganos masculinos (anteras) de la flor de la planta que se utilizara como hembra.

4.9.3.3 Técnicas de emasculación y procedimiento

Santana (1999), menciona que la polinización para la formación de líneas puras o simplemente híbridos, consiste en colocar el polen funcional sobre los estigmas receptivos en el momento oportuno.

En la autofecundaciones se evitan por medio de la emasculación y los cruzamientos indeseables se evitan utilizando bolsas u otros materiales apropiados para aislarlos de polen extraño. Por lo general, el equipo utilizado en las técnicas de emasculación; por ejemplo, en plantas autógamias se utilizan pinzas, tijeras, pincel, bolsas de papel acerado (glassines), etiquetas, lápiz, clips, lentes de aumento o lupa, etc. En alógamas se emplean glassines, bolsas, lápiz, mandil, engrapadoras, etc.

Muthoni et al. (2012), recalca que para la castración se tiene que elegir la yema que ha desarrollado el color del pétalo, pero que no está abierta. Tirar hacia atrás los pétalos con cuidado para exponer las anteras inmaduras; arrancar cuidadosamente todas las anteras con una punta roma o pinzas.

Para facilitar la castración de las yemas seleccionadas y evitar la contaminación se deben eliminar las yemas restantes y las flores abiertas en la inflorescencia, además la eliminación de las flores adicionales aumenta las posibilidades de que la polinización sea exitosa y reduce la competencia por los fotoasimilados.

En las flores que se va a utilizar como masculino, se busca una flor recién abierta y se saca las anteras con un bisturí romo y luego sumergir el polen en el estigma posteriormente se adjunta la etiqueta de polinización.

La germinación del polen se completa después de 30 minutos, y el ovario se fertiliza en 12 horas.

Santana (1999), indica que se sigue los siguientes procedimientos

- remoción de anteras: se efectúa mediante pinza, succión, u otros medios, antes que se derrame el polen.
- destrucción del polen por medio de calor, frío o alcohol este método se usa en sorgo, arroz y algunas gramíneas forrajeras, trigo y en alfalfa.
- esterilidad masculina genética y citoplasmática. Se usa en investigación y en producción de híbridos comerciales (maíz, sorgo, etc.), es importante conocer el momento adecuado, ya que si se retrasa, se derrama el polen y puede causar autofecundación, si se adelanta, se tienen problemas para eliminar las anteras y puede mutilar al pistilo.
- después de la emasculación, las flores se cubren con bolsas de papel encerado (glassines) para protegerlas de polen extraño.

4.10 Polinizadores

FAO (2007), indica que la diversidad de los polinizadores y los sistemas de polinización es sorprendentemente. La mayor parte de los 25 000 a 30 000 especies de abeja (Hymenoptera: Apidae) son polinizadores efectivos, y junto con las polillas, moscas, avispas, escarabajos y mariposas, constituyen la mayoría de las especies polinizadoras. Polinizadores vertebrados incluyen murciélagos, mamíferos no voladores (varias especies de monos, roedores, lémur, ardilla de árbol, olingo y kinkajú) y aves (colibríes, pájaro sol y algunas especies de loro).

Los polinizadores se vuelven más activos en diferentes momentos del día o en diferentes condiciones climáticas, e incluso entre los años polinizadores más abundante y eficaces de un cultivo pueden cambiar de una a otro polinizador.

Bravo et al. (2002), indican que registrándose así una asociación entre dispersión de polen y distancia. La desimanación de polen es influenciada por factores ambientales del lugar y por *Bombus spp.* (Familia bombinae), que fue la especie vector, más frecuente en la polinización en relación a otros insectos polinizadores como abejas y mariposas.

De Luca et al. (2013), exhortan que la respuesta a la colección de polen por sonificación de las abejas el ejemplo más claro es tal vez las flores de tipo *Solanum sp.* Cuyas anteras tienen filamentos cortos, y dispuestos centralmente en un cono más o menos cerrado, los pétalos y los sépalos están libres o parcialmente unidos, pero rara vez fusionados en un tubo, y a veces se reflejan lejos del cono de la antera que expone los estambres conspicuos, el polen está oculto dentro de la antera, y parece lleno incluso cuando está vacío.

Pantoja et al. (2014), mencionan que los visitantes flores no siempre son polinizadores, muchos organismos son atraídos a las flores, pero no todos son polinizadores, su papel en la polinización de las flores dependerá entre otras cosas de su identidad especie o género tamaño y edad, experiencia previa. Las características de un polinizador son:

- el agente visita a las flores.
- acarrea polen que es coespecífico y viable de la planta que se estudia.
- deposita suficiente polen en la parte correcta y receptiva del estigma en el tiempo correcto de su desarrollo.

De Luca et al. (2013), indican que las flores de *Solanum* tienen anteras porocidas generalmente produce grandes cantidades de granos de polen, y son visitadas por numerosos insectos incluyendo escarabajos y moscas.

Barrientos (2012), mencionan que registró en la variedad Diacol Capiro (R12-negra) en diferentes localidades de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá en octubre de 2010 y julio de 2011 a una Altitud de 2746 a 3280 las especies en polinizadoras de papa. Como *B. atratus*, *B. hortulanus*, *B. rubicundus*, *Thygater aethiops*, *Neocorynura iguaquensis* y *N. muiscae*.

Sepulveda (2013), indica que en el trabajo que realizó en 15 parcelas de cultivos de *S. tuberosum* var. Diacol-Capiro ubicado en el oriente del departamento de Antioquia- Colombia, entre 2110 y 2600 m de altitud en enero del 2008 y junio de 2010 registró especies polinizadoras como: *Apis mellifera*, *Augochloropsis vesta*, *Bombus (Fervidobombus) atratus*, *Bombus (Fervidobombus) excellens*, *Bombus (Robustobombus) hortulanus*, *Neocorynura msp.*, *Lonchopria msp.*, *Paratrigona pacifica*, *Protandrena guarnensis*, *Thygater aethiops*.

Scurrah et al. (2008), mencionan que reportaron en tres departamentos del Perú como Junín a 3250 metros, Cusco a 3600 metros y puno a 3820 metros de altitud a los siguientes visitantes florales *Astylus sp.*, *Anthophora sp.*, *Apis mellifera*, *Bombus baeri*, *Bombus funebris*, *Bombus apifex*, *Lonchopria sp.*, *Megachile sp.*

4.10.1 Comportamiento

Barrientos (2012), menciona que las especializaciones morfológicas en el cuerpo de las abejas contribuyen a la especificidad de su dieta. Por ejemplo, las abejas de lengua larga (Apidae y Megachilidae) pueden coleccionar néctar de flores con corolas largas mientras que las abejas de lengua corta (Halictidae, Andrenidae y Colletidae) restringen sus visitas a plantas con flores abiertas o con corolas cortas; además la nutrición de las abejas depende exclusivamente de recursos florales y para optimizar la colecta de estos recursos las abejas realizan una serie de conductas comprendidas en el pecoreo (conducta de recolección de polen y néctar de la flor). En ambos sexos el néctar es la principal fuente energética y las hembras además, deben visitar las flores en busca de polen que constituye la principal fuente de proteína para la cría.

De Luca et al. (2013), mencionan que el esfuerzo al visitar flores vírgenes una abeja típicamente producirá más zumbidos por visita de flores y visita más tiempo que cuando visitaba flores que han sido visitadas o que ya se vació el polen antes de la visita de la abeja, además las abejas disminuyen la duración del pulso con visitas sucesivas a la misma flor sugiriendo un ajuste dinámico de la conducta en respuesta a disponibilidad de polen.

Warren et al. (2014), indican que el ser más notable que mejora la adhesión del polen, proporciona el color amarillento que atrae visualmente visitantes florales, sirve como una sustancia nutritiva valiosa a los insectos que se alimentan de polen a través de los aceites grasos que contiene, y, lo más importante aquí, el olor polen.

El olor polen en particular varía con la biología reproductiva de cada planta

Pantoja et al. (2014), indican que sobre la actividad de los polinizadores y visitantes influye la disponibilidad de recompensa por ejemplo el número de flores / inflorescencia y su distribución.

Barrientos (2012), menciona que el tiempo promedio de visita por flor fue 13.2 segundos, en los cuales vibraron un promedio de 1.7 veces por flor, además una misma flor pudo recibir varias visitas de la misma abeja o por otras abejas; incluso en muchos casos las abejas dejaron marcas sobre la superficie de los estambres que son útiles para identificar las flores que ya han sido visitadas.

De Luca et al. (2013), indican que las vibraciones producidas por las abejas sonoras pueden ser caracterizadas por tres propiedades: duración, frecuencia, amplitud. Las propiedades vibratorias de los zumbidos tienen medido en solo unas pocas especies de abejas, principalmente en los géneros *Bombus* y *Xylocopa*. Los zumbidos varían ampliamente en duración dentro como entre especies y por lo general duran de 0.1 a unos pocos segundos.

Dentro de una sola secuencia de zumbido, el número de pulsos individuales también varía, que van de 1-17 en segundos.

Cuando múltiples pulsos son producidos, los dos primeros generalmente eliminan la mayoría del polen disponible (hasta 60%), con pulsos sucesivos cada uno eliminando menos del 10%, en el número de pulso sugiere que las abejas ajusten su comportamiento para maximizar recolección de polen por flor mientras se minimiza el zumbido.

Sepulveda (2013), indica que la duración total de las visitas de cada abeja en una flor es entre 1.8 segundos y 4.12 minutos, tiempo durante el cual cada especie de abeja pudo hacer vibrar la flor entre 1 y 7 veces cambiando de antera en la misma flor.

Warren et al. (2014), menciona que en algunas plantas, incluyendo taxones principalmente escarabajos de polinización en el magnoliáceae y ranunculaceae y la abeja de polinización en taxones de solanaceae el aroma floral es producido exclusivamente por el androceo y estas son químicamente distintos de los olores emitidos de otras partes florales, también es posible que algunos de los compuestos volátiles puedan jugar un papel en el reconocimiento de polen-pistilo o inferir con tales interacciones a través de efectos alelopáticos.

4.10.2 Efectividad de la polinización

Pantoja et al. (2014), menciona que la efectividad de la polinización se determina de la siguiente manera:

Efectividad de la polinización (PE)- duración de los polinizadores en el estigma (hora) x tasa absoluta de la visita de los polinizadores – AVR (por hora), donde AVR: número de flores visitadas en de varias especies de polinizadores (NF) x frecuencia media de visita – VF (número de flores visitadas / 1000 flores hora.

Muthoni et al. (2012), indican que hay una superioridad (heterosis) de los híbridos de polinización manual (HP) sobre la progenie de polinización abierta (OP). Esto se debe a que la mayoría de las semillas de polinización abierta en las papas son en realidad autofecundadas y conducen a la reducción de la heterocigosidad y, por lo tanto, a la depresión endogámica las progenies híbridas son más vigorosas, más productivas, tienen una mayor uniformidad de rendimiento de tubérculos que las progenies de polinización abierta.

4.10.3 Riesgos que enfrentan los polinizadores

Barrientos (2012), indica que las actividades antrópicas como la alteración y destrucción de sus hábitats incluyendo la urbanización, intensificación agrícola y prácticas asociadas son las principales amenazas que enfrentan los polinizadores.

Indica también que la destrucción del hábitat para la agricultura reemplaza comunidades naturales de plantas con monocultivos que no logran sostener las poblaciones de polinizadores y el grado de aislamiento de los cultivos en relación a los fragmentos de hábitat natural impacta negativamente su abundancia y riqueza.

4.10.4 Rol de los polinizadores en la agricultura

FAO (2007), explica que la polinizadores como las abejas, aves y murciélagos afectan a un 35 % de la producción agrícola del mundo, el aumento de las 87 de los principales cultivos de alimento en todo el mundo, edemas de muchos medicamentos derivados de plantas en las farmacias. Los aumentos del rendimiento no siempre puede ser la consideración más importante para los productores agrícolas. La polinización debe ser una preocupación de los agricultores desde el punto de vista de la calidad, no solo la cantidad.

La conservación de los polinizadores subraya la importancia de los vínculos entre la conservación de las funciones de los ecosistemas, los sistemas de producción sostenible y reducción de la pobreza.

4.11 Conocimientos tradicionales

CDB (2011), menciona que las comunidades indígenas y locales han ayudado a preservar, mantener e incluso incrementar la diversidad biológica a través de los siglos. Además el conocimiento tradicional es una fuente vital de información para identificar los usos de los recursos genéticos de las cuales la humanidad puede beneficiarse, sin estos conocimientos muchas especies utilizadas en la actualidad en investigación y productos comercializados nunca podrían haber sido identificados.

Valdivia et al. (2014), mencionan que existe una agro biodiversidad evidente de erosión rápida muchos jóvenes agricultores abandonan la agricultura en las tres comunidades (pauchi, queuñapamapa, huancacalla chico), para trabajar en la minas o migrar para buscar opciones de ingreso por lo que hay una pérdida de conocimientos ancestrales.

V DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Tipo de investigación

Explorativa descriptiva porque nos ayudó a analizar un determinado fenómeno y sus componentes mediante la medición.

5.2 Ubicación espacial

5.2.1 Ubicación política

Región : Apurímac
Provincia : Cotabambas
Distrito : Haquira
Comunidad : Huancacalla Chico
Sector : Patabamba

5.2.2 Ubicación geográfica

Altitud : 4134 m
Latitud sur : 14°15'529"
Longitud oeste : 72°17'979"

5.2.3 Ubicación hidrográfica

Cuenca : Santo Tomás
Sub cuenca : Challhuahuacho
Micro cuenca : Huancalla Chico

5.2.4 Ubicación ecológica

Según **HOLDRIDGE, R. (1982)**, la comunidad campesinas Huncacalla Chico distrito de Haquira pertenece a la zona de vida natural "Paramo húmedo montano sub-tropical (ph – MS)".

5.3 Ubicación temporal

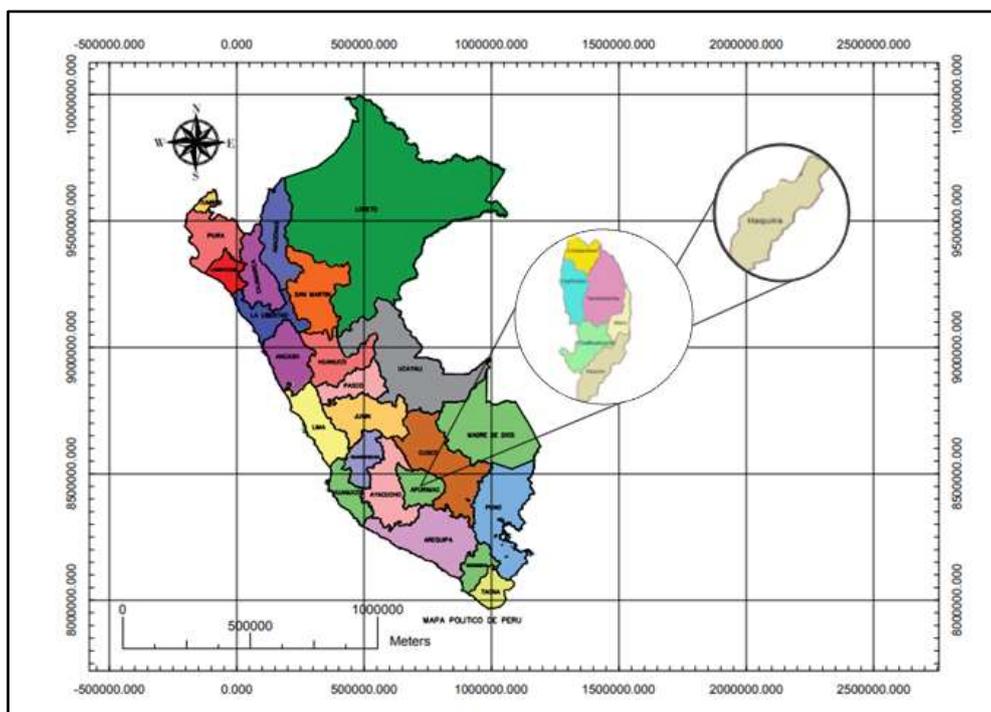
El trabajo se inició el 16 de noviembre campaña 2016 - 2017, en el sector de Patabamba comunidad de Huancacalla Chico distrito de Haquira Provincia de Cotabambas departamento de Apurimac y su culminación fue en junio del 2017, y posteriormente en los meses restantes se realizó en el laboratorio.

Fotografía 01. Vista de la ubicación del experimento



5.3.1 Mapa de ubicación del campo experimental

Figura N° 06. Ubicación del campo experimental



Fuente: Elaboración propia.

5.4 Materiales Y Métodos

5.4.1 Materiales

5.4.1.1 Materiales para identificar cuáles de las variedades de papa nativa y *Solanum bukssovii* Juz. son compatibles para generar semilla.

5.4.1.1.1 Material biológico

La especie silvestres que se utilizó fue *Solanum bukasovii* Juz. Y el material genético de papas nativas fue de la colección de germoplasma del Centro Andino de Educación y Promoción José maría Arguedas (CADEP).

Cuadro N°09. Lista de variedades nativas de papa.

Nº	PAPAS NATIVAS	CODIGO
1	Alqocha Papa	AP
2	Yana Suwa Llulla	YSL
3	Puka Ñawi Pasña	PÑP
4	Yuraq Sunchu	YS
5	Puka Suso	PS
6	Lerccay	LE
7	Yana Suso	YSU
8	Azul Ñawi Pasña	AÑP
9	Yuraq Pitusiray	YP
10	Yana Linli	YL
11	Michi Senqa	MS
12	Yuraq Wachala	YW
13	Makustin	MA
14	Yuraq Khulluna	YK
15	Palta Paullo	PP
16	Yuraq Suso	YUS
17	Sapo Ñinri	SÑ
18	Moro Salamanka	MSA
19	Yana Phoq'oya	YP
20	Puka Khulluna	PK
21	K'ala Ñinri	K'Ñ
22	Puka Isacaña	PI
23	Yana Isacaña	YI
24	Daniel	DA
25	Moro Linli	ML

Nº	PAPAS NATIVAS	CODIGO
26	Puma Maki	PM
27	P'alta Suso	P'S
28	Yana P'utis	YP'
29	Manta Corales	MC
30	Chakiña	CH

5.4.1.1.2 **Materiales para la poliploidización (método de conteo de cloroplastos en hojas)**

- Microscopio alcance 10/0.25, 3.2/0.10 y 40/0.65
- Fijación: glicerina en líquido
- Tinción: tintura de yodo
- Porta objeto de dimensión 76.2 cm x 2.54 cm
- Cubre objeto de dimensión 76 2.2 x 2.2cm
- Muestras de hojas de papas.
- Alfileres de número 3

5.4.1.1.3 **Materiales de Campo**

- Etiquetas y rafia
- Fichas de evaluación.
- Cámara fotográfica digital.
- Bolsas de papel craft
- Marcador indeleble
- Malla tull (bolsas)
- Placas Petri
- Pinzas
- Vibrador xilófono

5.4.1.1.4 **Materiales para la germinación**

- Papel secante
- Bandejas de dimensión 54cm x 30cm con 406 celdas
- Ácido giberélico
- Sustrato de pino pre fabricado N° 03

5.4.1.2 Materiales para determinar la fenología floral de las variedades nativas de papa y *Solanum bukasovii* Juz.

- Calendario de tiempo
- Cámara fotográfica
- Etiqueta y rafia
- Fichas de evaluación, etc.

5.4.1.3 Materiales para identificar los visitantes florales involucrados en el flujo de polen entre las poblaciones de variedades nativas de papa y sus parientes silvestres.

5.4.1.3.1 Materiales para la observación de los visitantes florales

- Filmadoras
- Cámara fotográfica
- Red entomológica
- Caja entomológica
- Frascos de recolección
- Alcohol al 70 % y agua
- Etiquetas y lápices

5.4.1.3.2 Materiales para identificar los visitantes florales

- Estereoscopio
- Microscopio alcance 10/0.25, 3.2/0.10 y 40/0.65
- Especímenes (insectos)
- Pinzas
- Mechero
- Placas Petri
- Claves de identificación para los órdenes Himenóptera, Coleóptera y Díptera, entre otros

5.4.1.4 Materiales para documentar los conocimientos tradicionales de los agricultores

- Fichas de encuesta
- Fichas de entrevistas

- GPS
- Lápiz, cámara fotográfica y grabadores de voz

5.4.1.5 Otros Materiales

Herramientas agrícolas para la siembra, aporque, desmalezado y materiales de escritorio

- Computadora.
- Libreta de apuntes.
- Textos informativos (libros, tesis, afiches, artículos, etc.)
- Pico
- Lampa
- mochila asperjadora de 15 litros marca SOLO
- estiércol de ganado ovino
- abono foliar (biol)
- Cuchillas para anotar el nombre de las variedades nativas de papa al inicio del surco.

5.4.2 Metodología

Para el presente trabajo se dividió la metodología en tres fases:

- a) fase de campo: correspondió en realizar las polinizaciones manuales, filmaciones, toma de datos y recolección de muestras del material biológico necesario para el respectivo análisis en laboratorio.
- b) fase de laboratorio: residió en el análisis de la especiación y poliploidización con el uso de microscopio y otros materiales.
- c) fase de gabinete: consistió en procesar los datos obtenidos en la fase de campo y fase de laboratorio a través del material elaborado, con ayuda de procedimientos compilados en textos de todo tipo e información brindada en internet.

1.- para identificar cuáles de las variedades de papa nativa y *Solanum bukasovii* Juz. son compatibles para generar semilla

Para este objetivo en primera instancia se realizó la poliploidización con la finalidad de determinar las ploidias de las papas nativas y *Solanum bukasovii* juz, el mismo que se realizó en el laboratorio del CRIBA por el método de conteo de cloroplasto según **Huamán (1995)**, con algunas modificaciones al método original.

La polinización o cruza recíprocas se realizó en horas de la mañana; de 2- 12 flores, yemas previamente marcadas y para prevenir agentes adversos a la polinización esperada se cubrió con bolsas de 10 cm x 10 cm de malla tulle.

Después de la polinización correspondiente se recolectaron bayas de las flores que formaron la misma y semilla previamente.

Las semillas después de 6 meses se sembraron para determinar el porcentaje de germinación.

2.- para determinar la fenología floral de las variedades nativas de papa y *Solanum bukasovii* Juz.

Por medio de observaciones directas se obtuvieron datos como el pico o máxima floración y fenología propiamente dicha; en el primer caso se utilizó los parámetros como indica SENAMHI (2015), el segundo caso se empleó con una ficha de elaboración propia ya que no existía o no haber contado con la información para la determinación del parámetro requerido.

3.- para la identificación de los visitantes florales

Para la identificación de visitantes florales se realizaron filmaciones con 6 filmadoras (tres filmadoras para *Solanum bukasovii* Juz. y tres filmadoras para variedades de papas nativas); se filmaron por 4 días consecutivos desde las 5 horas de la mañana hasta las 5 horas de la tarde; después de esta acción los videos se observaron minuciosamente, la información deseada se llevó a una base de datos en Excel 2010 y estos datos se exportaron al paquete

estadístico SPSS V.25, sin embargo para realizar las gráficas y cuadros se utilizó el Excel 2010.

Al mismo tiempo de estar filmando se colectaron los insectos con una red entomológica, estos fueron espiados mediante usos de claves entomológicas.

4.- para documentar los conocimientos tradicionales de los agricultores

Por medio de encuestas semiestructuradas y entrevistas se les preguntó a los agricultores sobre los parientes silvestres; las encuestas y entrevistas fueron realizadas por el método bola de nieve.

5.4.2.1 Establecimiento e instalación del campo experimental

Para el presente trabajo se localizó al pariente silvestre *Solanum bukasovii* juz. en la comunidad de Huancacalla Chico sector Patabamba y se vio por conveniente sembrar variedades de papas nativas cerca a la silvestres, distribuyendo en surcos completamente al azar.

5.4.2.2 Factores de estudio

5.4.2.2.1 Factor independiente

- Poliploidización
- Polinización
- Fenología floral
- Visitantes florales
- Agricultores

5.4.2.2.2 Factor dependiente

Cruzas de variedades nativas y sus parientes silvestres

5.4.2.2.3 Variables e indicadores

- número de estomas
- número de bayas
- número de semilla
- porcentaje de floración
- número de días de floración

- días de antesis
- horas de la antesis
- número de visitantes florales
- condición de visitantes florales
- tiempo y/o duración de visita (segundos)
- horario de visita (9:00 a 11:59; 12:00 a 14:59; 15:00 a 16:59)
- conocimiento tradicionales sobre las especies silvestres

5.5 Conducción del experimento (procedimiento de trabajo en campo)

La siembra se realizó en la campaña 2016 - 2017 el día 16 de noviembre del 2016, las variedades nativas de papa se han distribuido con una densidad de 0.40m entre plantas y 0.90m entre surcos; 5 plantas por variedad nativa con un tubérculo por golpe.

5.5.1 Labores culturales

Deshierbo: no se realizó el deshierbo porque no hubo presencia considerable de plantas arvenses en el campo experimental.

Aporque: esta actividad se procedió el 19 de enero del 2017 a 64 días de la siembra, el cual se efectuó con lampa y tira pie con la finalidad de formar el surco y la formación de tubérculos.

Fertilización: esta labor se hizo el día de la siembra, en la misma que se utilizó estiércol un puñado por golpe (20 gr), además a los 64 de la siembra se aplicó fertilizante abono foliar (biol).

Fotografía N°02. Labores culturales (aporque y aspersion)



5.6 Evaluación de las variables

5.6.1 Poliploidia de las papas para realizar las cruzas

Se recolectaron los folíolos por cada variedad estudiada, dichas muestras fueron trasladadas al laboratorio de la facultad de Ciencias Agrarias, (CRIBA). En donde utilizando un alfiler se cortaron la epidermis por el envés próximo a las nervaduras del folíolo sobre un portaobjeto, luego se añadió dos gotas de una solución de Tintura de Yodo y una gota de glicerina, posteriormente se colocó el cubre objeto por 10 minutos y se observó al microscopio.

El conteo de cloroplastos se realizó en células de los estomas; el número de estas indicaron el nivel de ploidia como menciona **Huamán (1995)**.

5.6.2 Evaluación de polinización (cruzas de variedades nativas de papa nativa y *Solanum bukasovii* Juz.)

La evaluación de polinización de variedades nativas y su pariente silvestre *S. bukasovii* juz., se alcanzó mediante cruzamientos recíprocas, cuyo procedimiento de trabajo de campo fue:

Las flores de variedades nativas y su pariente silvestre *S. bukasovii* juz. se emascularon 2-12 yemas (botones florales jóvenes pero que no estaban abiertas), en donde se eliminaron las anteras con estilete de punta curva; este procedimiento se realizó sin hacer mayor daño, posteriormente se eliminaron las yemas muy jóvenes, así como las flores que estaban por abrir y las abiertas.

Por otro lado el polen se obtuvo manualmente en placas petri por medio de las vibraciones del xilófono de las flores jóvenes con anteras maduras de plantas marcadas previamente en horas de la mañana.

Una vez colocado el polen en las placas Petri se sumergió sobre el estigma de las flores femeninas (emasculadas), las flores polinizadas se les cubrió con bolsas de malla tulle para que no haya interferencia de otros agentes polinizadores, posteriormente se puso una etiqueta donde se anotó el código de la cruce y la fecha.

La cosecha de bayas se llevó a los 25, 40 y 45 días después de la cruce, se quitaron las bolsas y se colocaron en un recipiente y fueron transportados a la ciudad de Cusco. La cosecha de semilla de las bayas se procedió cortándolas en forma transversal, de tal manera la extracción se realizó fácil, luego se procedió a lavar la semilla decantado 4 veces; enseguida se enjuagó con agua limpia y se anotó el número de semilla por cruce.

6 meses después de la obtención de la semilla (F1), se sembraron en bandejas dentro del invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias (CRIBA). Las semillas fueron remojadas en ácido giberélico por 24 horas antes de la siembra.

Las variables evaluadas de cada tratamiento fueron presencia y/o ausencia de frutos, número de semillas por fruto y viabilidad de semilla.

Fotografía N°03. Emasculación de las anteras para la polinización



5.6.3 Evaluación de la fenología floral

La fenología de pariente silvestre *S. bukasovii juz.* y las variedades de papa nativas se obtuvieron por medio de observaciones directas.

Para variedades nativas de papa el tiempo de floración se determinó a los cuantos días después de la siembra florear y en *S. bukasovii juz.* a los cuantos días después de su emergencia llegaron a florear.

Duración de la antesis: se contaron en días

Horas de antesis: se observó desde de la madrugada hasta la puesta del sol, periodo de floración y pico de floración: en este caso se consideraron los siguientes parámetros inicio de floración, floración máxima (pico de floración) y los últimos individuos que tenían flores.

5.6.4 Identificación de los visitantes florales

5.6.4.1 Observaciones sobre el comportamiento de visitantes florales.

Las observaciones se realizaron con videocámaras donde se filmaron con 6 filmadoras desde las 5 horas de la mañana hasta las 5 horas de la tarde por 4 días consecutivas. Los visitantes florales de papa y su pariente silvestres posados en las flores se capturaron con red entomológica, luego se les dio la muerte en frasco letal “cabe recalcar que estas observaciones estuvieron dirigidas a todos los visitantes florales y no solo a las abejas con comportamiento vibratorial”.

Las filmaciones fueron manipuladas para la observación minuciosa en donde se midieron variables de respuesta como: especies visitantes a flores de variedades nativas y sus parientes silvestre, categoría del comportamiento de forrajeo (polinizadoras, robadores de polen y visitantes), duración de visita en segundos por flor, visitas según rango de hora, frecuencia de visitantes por flor, comportamiento de pecoreo según fecha de observación.

Para la identificación taxonómica de los visitantes florales fueron trasladados hasta el laboratorio de entomología de la Facultad de Biología - Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, donde se especieron utilizando claves de **FERNANDEZ et al. (2006)**, **MICHENER (2000)** Y **SILVEIRA et al. (2002)**. Los especímenes se depositaron en una caja entomológica donde se almacenaron en el laboratorio de entomología de la Facultad de Biología.

La información de la base de datos se trasladó a la hoja de cálculo Microsoft Excel 2010 y se exportó al paquete estadístico SPSS V. 25 donde se realizó el análisis descriptivo sobre el comportamiento de los visitantes florales.

Para determinar el horario de actividad se realizó un análisis de varianza (ANOVA). Las gráficas de barras y de líneas se elaboraron con Microsoft Excel 2010.

Fotografía N°04. Filmación de los visitantes florales



5.6.5 Conocimientos tradicionales de los agricultores

Para documentar los conocimientos tradicionales de los agricultores se utilizaron conversaciones no formales, entrevistas semiestructuradas y encuestas a 10 personas de la comunidad de Huancacalla Chico, las preguntas estaban alineadas en el uso y manejo de las especies silvestres. El cuestionario de encuesta se adjunta en el anexo 09 y 10.

Además cabe recalcar que se trabajó solo con el 10 % de la población en cuanto a este objetivo por el método de bola de nieve.

Fotografía N°05. Entrevista a los agricultores de la zona

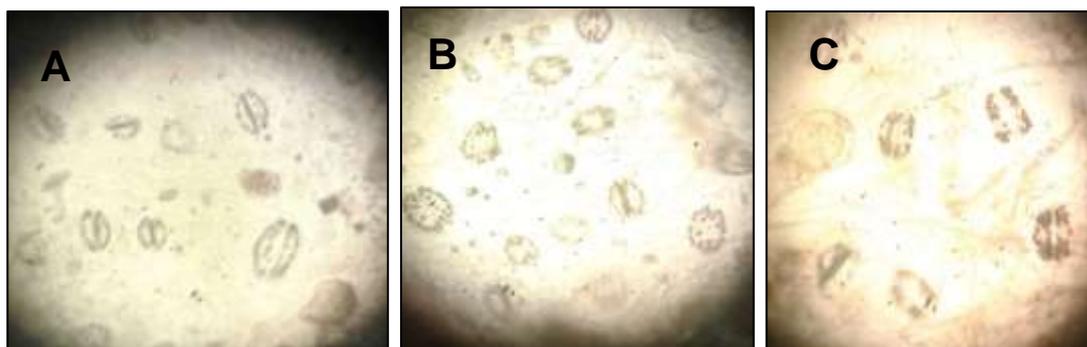


VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Poliploidia de las variedades nativas de papa para la polinización intervenida

Para realizar las cruzas recíprocas de variedades nativas y sus parientes silvestres fue necesario efectuar la poliploidización.

Fotografía N°06. Conteo de cloroplasto.



En la figura 06. **A).** se muestra a la variedad Manta korales con una ploidia de tres (triploide); **B).** tetraploides que corresponde a la variedad Michi Senqa; **C).** Makustin que resultó ser un diploide.

6.1.1 Conteo de cloroplasto en los estomas

Cuadro N°10. Poliploidización de las papas nativas

N°	VARIETADES NATIVAS	CODIGO	PLOIDIA
1	Puka Ñawi P'asña	PÑP	$2n=2x=24$
2	Azul Ñawi P'asña	AÑP	$2n=2x=24$
3	Yuraq Pitusiray	YP	$2n=2x=24$
4	Yana Linli	YL	$2n=2x=24$
5	Makustin	MA	$2n=2x=24$
6	Yuraq Khulluna	YK	$2n=2x=24$
7	Puka Khulluna	PK	$2n=2x=24$
8	K'ala Ñinri	K'Ñ	$2n=2x=24$
9	Puka Isakaña	PI	$2n=2x=24$
10	Manta korales	MC	$2n=3x=36$
11	Yana Suwa Llulla	YSL	$2n=4x=48$
12	Lerccay	LE	$2n=4x=48$
13	Michi Senqa	MS	$2n=4x=48$
14	Moro Salamanka	MSA	$2n=4x=48$
15	Puma Maki	PM	$2n=4x=48$
16	Yana P'utis	YP'	$2n=4x=48$
17	Yana Phoq'oya	YP	$2n=5x=60$

N°	PAPAS NATIVAS	CODIGO	PLOIDIA
18	Alqocha Papa	AP	NI
19	Yuraq Sunc'hu	YS	NI
20	Puka Suso	PS	NI
21	Yana Suso	YSU	NI
22	Yuraq Wachala	YW	NI
23	P'alta Paullo	PP	NI
24	Yuraq Suso	YUS	NI
25	Sapo Ñinri	SÑ	NI
26	Yana Isakaña	YI	NI
27	Daniel	DA	NI
28	Moro Linli	ML	NI
29	P'alta Suso	P'S	NI
30	Chakiña	CH	NI

Las siglas **Nis.** Significan “no identificadas” estas variedades nativas de papa se identificaron, pero debido a que las muestras no estaban bien definidas no se puso su ploidia correspondiente en esta investigación.

Como se observa en el cuadro N°10. Se obtuvo en su mayoría variedades nativas diploides, seguido con ploidia 4 (tetraploides), sin embargo solo se pudo observar una variedad de papa triploide y pentaploide.

Los resultados obtenidos en esta investigación concuerda con el estudio realizados por **Contreras (2008)**, quien indica que de todas las especies silvestres existentes de papa y 8 cultivadas hay un 74.6 % de diploides, el 3.8 % son triploides, el 14.8% son tetraploide, el 1.6% son pentaploides y el 5.5% son hexaploide.

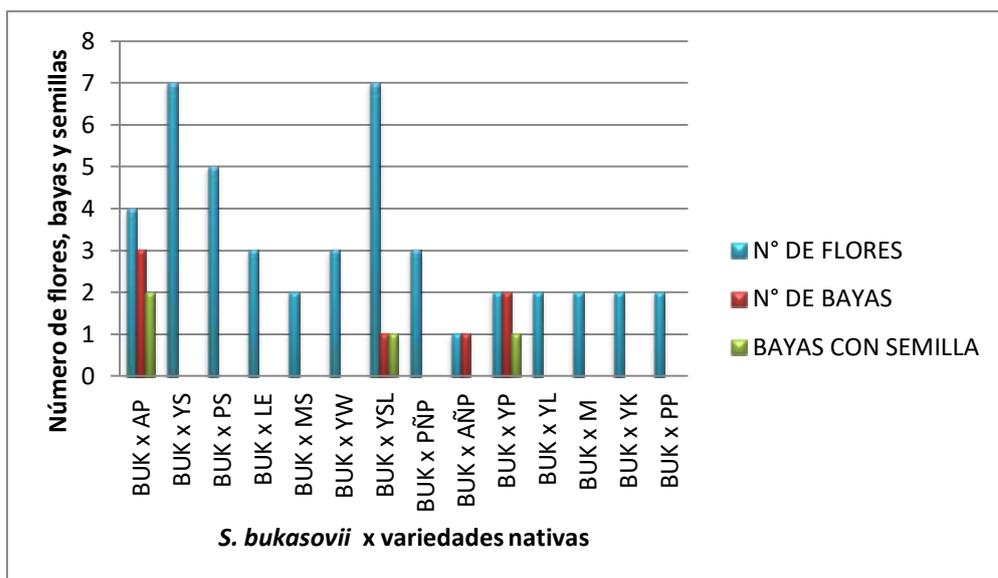
6.2 Evaluación de polinización.

6.2.1 Evaluación de polinización de *S. bukasovii* juz. x variedad nativa (♀ X ♂)

Cuadro N°11. Número de flores, bayas y semillas producto de la polinización intervenida

PLOIDIA	CRUZAMIENTOS	CODIGO (♀ X ♂)	N° DE FLORES	N° DE BAYAS	N° DE SEMILLAS
DIPLOIDE	<i>S. bukasovii</i> juz.x <i>Yana Suwa Llulla</i>	BUK x YSL	7	1	96
DIPLOIDE	<i>S. bukasovii</i> juz. x <i>Yuraq Pitusiray</i>	BUK x YP	2	2	18
DIPLOIDE	<i>S. bukasovii</i> juz.x <i>Puka Ñawi Pasña</i>	BUK x PÑP	3	0	0
DIPLOIDE	<i>S. bukasovii</i> juz.x <i>Azul Ñawi Pasña</i>	BUK x AÑP	2	1	0
DIPLOIDE	<i>S. bukasovii</i> juz. x <i>Yana Linli</i>	BUK x YL	2	0	0
DIPLOIDE	<i>S. bukasovii</i> juz. x <i>Makustin</i>	BUK x M	2	0	0
DIPLOIDE	<i>S. bukasovii</i> juz. x <i>Yuraq Khulluna</i>	BUK x YK	2	0	0
TETRAPLOIDE	<i>S. bukasovii</i> juz. x <i>Alqocha Papa</i>	BUK x AP	4	3	289
TETRAPLOIDE	<i>S. bukasovii</i> juz. x <i>Yuraq Sunchu</i>	BUK x YS	7	0	0
TETRAPLOIDE	<i>S. bukasovii</i> juz. x <i>Puka Suso</i>	BUK x PS	5	0	0
TETRAPLOIDE	<i>S. bukasovii</i> juz. x <i>lerccay</i>	BUK x LE	3	0	0
TETRAPLOIDE	<i>S. bukasovii</i> juz. x <i>Michi Senqa</i>	BUK x MS	2	0	0
TETRAPLOIDE	<i>S. bukasovii</i> juz. x <i>Yuraq Wachala</i>	BUK x YW	3	0	0
NI	<i>S. bukasovii</i> juz. x <i>P'alta Paullo</i>	BUK x PP	2	0	0
TOTAL	-	-	45	7	403

Grafica N°01. Número de flores, bayas y semillas de la polinización *S. bukasovii juz.* x variedades nativas (♀ X ♂).



De la gráfica N°01 cabe mencionar que de 45 flores polinizadas se formaron 7 bayas que corresponde a *S. bukasovii juz.* x Alqocha papa (diploide -NI), de las 4 flores polinizadas se obtuvo 3 bayas de las cuales dos con formación de 289 semillas; *S. bukasovii juz.* x Yana Suwa Llulla (diploide -diploide), de las 7 flores polinizadas solo se formó una baya con 96 semillas; *S. bukasovii juz.* x Azul Ñawi Pasña (diploide - diploide) de dos flores polinizadas se formó una baya con semilla prematura; *S. bukasovii juz.* x Yuraq Pitusiray (diploide - diploide), de dos flores cruzadas formaron 2 bayas, y solo una formó 18 semillas.

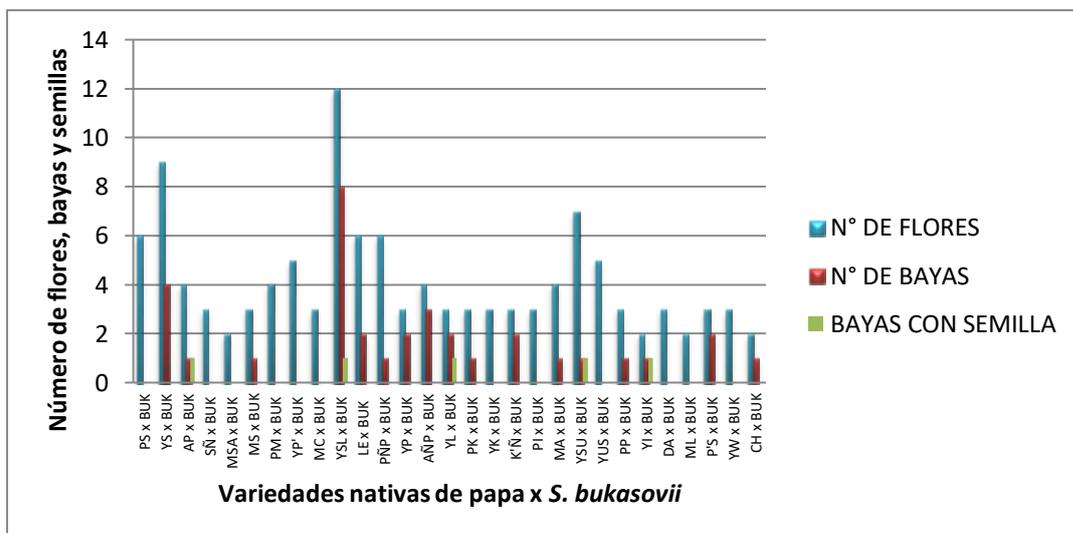
6.2.2 Evaluación de polinización de variedades nativas x *S. bukasovii* juz. (♀X♂)

Cuadro N°12. Número de flores, bayas y semillas producto de la polinización intervenida

PLOIDIA	CRUZAMIENTOS	CODIGO (♀ X ♂)	N° DE FLORES	N° DE BAYAS	N° DE SEMILLAS
DIPLOIDE	<i>Yana Suwa Llulla x S. bukasovii juz.</i>	YSL x BUK	12	8	16
DIPLOIDE	<i>Yana Linli x S. bukasovii juz.</i>	YL x BUK	3	2	61
DIPLOIDE	<i>Azul Ñawi P'asña x S. bukasovii juz.</i>	AÑP x BUK	4	3	0
DIPLOIDE	<i>Lerqay x S. Bukasovii juz.</i>	LE x BUK	6	2	0
DIPLOIDE	<i>Yuraq Pituiray x S. bukasovii juz.</i>	YP x BUK	3	2	0
DIPLOIDE	<i>K'ala Ninri x S. bukasovii juz.</i>	K'Ñ x BUK	3	2	0
DIPLOIDE	<i>Puka Ñawi Pasña x S. bukasovii juz.</i>	PÑP x BUK	6	1	0
DIPLOIDE	<i>Puka Khulluna x S. bukasovii juz.</i>	PK x BUK	3	1	0
DIPLOIDE	<i>Makustin x S. bukasovii juz.</i>	MA x BUK	4	1	0
DIPLOIDE	<i>Yuraq Khulluna x S. bukasovii juz.</i>	YK x BUK	3	0	0
DIPLOIDE	<i>Puka Isakaña x S. bukasovii juz.</i>	PI x BUK	3	0	0
TRIPLOIDES	<i>Manta korales x S. bukasovii juz.</i>	MC x BUK	3	0	0
TETRAPLOIDE	<i>Puka Suso x S. bukasovii juz.</i>	PS x BUK	6	0	0
TETRAPLOIDE	<i>Yurac Suncho x S. bukasovii juz.</i>	YS x BUK	9	4	0
TETRAPLOIDE	<i>Alqocha Papa x S. bukasovii juz.</i>	AP x BUK	4	1	0
TETRAPLOIDE	<i>Sapo Ninri x S. bukasovii juz.</i>	SÑ x BUK	3	0	0
TETRAPLOIDE	<i>Moro Salamanka x S. bukasovii juz.</i>	MSA x BUK	2	0	0
TETRAPLOIDE	<i>Michi Senqa x S. bukasovii juz.</i>	MS x BUK	3	1	0
TETRAPLOIDE	<i>Puma maki x S. bukasovii juz.</i>	PM x BUK	4	0	0
TETRAPLOIDE	<i>Yana p'utis x S. bukasovii juz.</i>	YP' x BUK	5	0	0

PLOIDIA	CRUZAMIENTOS	CODIGO (♀ X ♂)	N° DE FLORES	N° DE BAYAS	N° DE SEMILLAS
PENTAPLOIDE	Yana Phoq'oya x <i>S. bukasovii</i> juz.	YP x BUK	2	0	0
NI	Yana isaKaña x <i>S. bukasovii</i> juz.	YI x BUK	2	1	36
NI	Yana Suso x <i>S. bukasovii</i> juz.	YSU x BUK	7	1	0
NI	Yuraq Suso x <i>S. bukasovii</i> juz.	YUS x BUK	5	0	0
NI	P'alta Paullo x <i>S. bukasovii</i> juz.	PP x BUK	3	1	0
NI	Daniel x <i>S. bukasovii</i> juz.	DA x BUK	3	0	0
NI	Moro linli x <i>S. bukasovii</i> juz.	ML x BUK	2	0	0
NI	P'alta suso x <i>S. bukasovii</i> juz.	P'S x BUK	3	2	0
NI	Yurac wachala x <i>S. bukasovii</i> juz.	YW x BUK	3	0	0
NI	Chakiña x <i>S. bukasovii</i> juz.	CH x BUK	2	1	0
TOTAL	-	-	121	34	113

Grafica N°02. Número de flores, bayas y semillas de la polinización variedades nativas de papa x *S. bukasovii* juz. (♀ X ♂).



De las 121 flores polinizadas 34 flores formaron bayas y solo 5 de ellas con presencia de semilla que corresponden a Yana Suwa Llulla x *S. bukasovii* juz. (diploide-diploide), de 12 flores cruzadas 8 de ellas formaron bayas y solo una con presencia de semilla (n°=16); Lerqay x *S. bukasovii* juz.(diploide - diploide), de las 6 flores cruzadas se logró dos bayas con semillas prematuras; Yana Suso x *S. bukasovii* juz. (NI - diploide) con 7 flores polinizadas y una baya con semilla prematura; Yurac Suncho x *S. bukasovii* juz.(NI - diploide), de 9 flores cruzadas formaron 4 bayas con semilla prematura; Alqocha Papa x *S. bukasovii* juz.(NI - diploide), de 4 flores cruzadas solo se formó una baya con semilla prematura; Puka Ñawi Pasña x *S. bukasovii* juz.(diploide - diploide), de 6 flores cruzadas solo se obtuvo una baya con semilla prematura; Yuraq Pitusiray x *S. bukasovii* juz.(diploide - diploide), de 3 flores polinizadas solo se obtuvo 2 bayas con semilla prematura; azul Ñawi P'asña x *S. bukasovii* juz. (diploide - diploide) el número de flores polinizadas fue 4 y 3 bayas con presencia de semilla prematura; Yana Linli x *S. bukasovii* juz.(diploide - diploide), se polinizaron 3 flores y formaron 2 bayas, y una baya con 61 semillas; Michi Senq'a x *S. bukasovii* juz.(tetraploide -diploide) con tres flores cruzadas y una baya con semilla prematura; Puka Khulluna x *S. bukasovii* juz. (diploide - diploide),de 3 flores polinizadas se obtuvo solo 1 baya con semilla prematura; K'ala Ñinri x *S. bukasovii* juz.(diploide - diploide), de las 3 flores

polinizadas solo 2 de ellas formaron bayas con semillas prematuras; P'alta Paullo x *S. bukasovii juz.*(NI - diploide), de las 3 flores cruzadas solo se obtuvieron una baya con semilla prematura; Yana Isakaña x *S. bukasovii juz.* (NI - diploide), de las 2 flores polinizadas solo se obtuvo 1 baya con semilla (n°=36); P'alta Suso x *S. bukasovii juz.*(NI - diploide 2), de 3 flores cruzadas se obtuvo 2 bayas con semilla prematura; Makustin x *S. bukasovii juz.*(diploide - diploide), de las 4 flores polinizadas solos se formó una sola baya con semillas prematuras; Chakiña x *S. bukasovii juz.*(NI- diploide), de 2 flores cruzadas se logró solo una baya con semillas prematuras.

En los resultados obtenidos las variedades nativas de papa las tetraploides y diploides si realizan cruzas con sus parientes silvestres; sin embargo en algunas de estas no formaron semillas debido a que hubo abortos a los 20 días por la presencia de heladas negras (helada agronómica), que ocurrió por dos días consecutivas.

En el caso de las triploides y pentaploides no hubo formaciones de baya.

De acuerdo a la revisión bibliográfica concuerda con los demostrados por **Muthoni, et al. (2012)**, quien dice que en general los poliploides pares son fértiles mientras que los poliploides impares son masculinos estériles, los hexaploides y tetraploides son poliploides autocompatibles. Así mismo el movimiento de genes puede producir sí las poblaciones de plantas tiene periodos de floración que se solapan y están a una distancia adecuada, **Papa et al. (2004)**, la distribución geográfica, presencia de barreras estilares que prevengan el crecimiento de tubos polínicos **SIOVM (2017)**, barreras externas tales como: espaciales, temporales, y ecológicas, entre otras, estas reforzadas por barreras internas pre y post- cigóticas. **Camadro (2011)**, en las cruzas interespecificas (sp. Cultivadas – sp. Silvestres). Aquí rol importante juega la ploidia, compatibilidad, consanguinidad, balance de endospermo (EBN), **Contreras (2008)**, la temperatura es el principal factor que determina la floración y la fructificación en la papa. **Muthoni et al. (2012)**, temperatura media de unos 18° C y humedad relativa ambiental relativamente alta son las condiciones favorables en el campo, **Santana (1999)**.

En esta investigación los cruza o polinizaciones reciprocas se puede observar que cuando las especies silvestres son como femeninas por más que hay una cantidad menor de flores cruzadas con respecto en el cuadro N° 11 y cuadro N° 12 son mayores se debe a que quizá haya ocurrido por la misma evolución. Al respecto **Papa, R. et al. (2004)**, mencionan que el movimiento de genes en las poblaciones silvestres es aproximadamente 3 - 4 veces más alta que en dirección opuesta. En este caso, la migración de una sola vía puede ser promovida por la presencia de diferencias en los tamaños de población entre las poblaciones silvestres y domesticadas porque los genes domesticados se incrementará gradualmente en las poblaciones silvestres, mientras que la poblaciones domesticadas, se diluirá los pocos genes inmigrantes, en consecuencia los eventos de hibridación serán más frecuentes cuando las plantas silvestres son los padres de la madre que cuando son los padres.

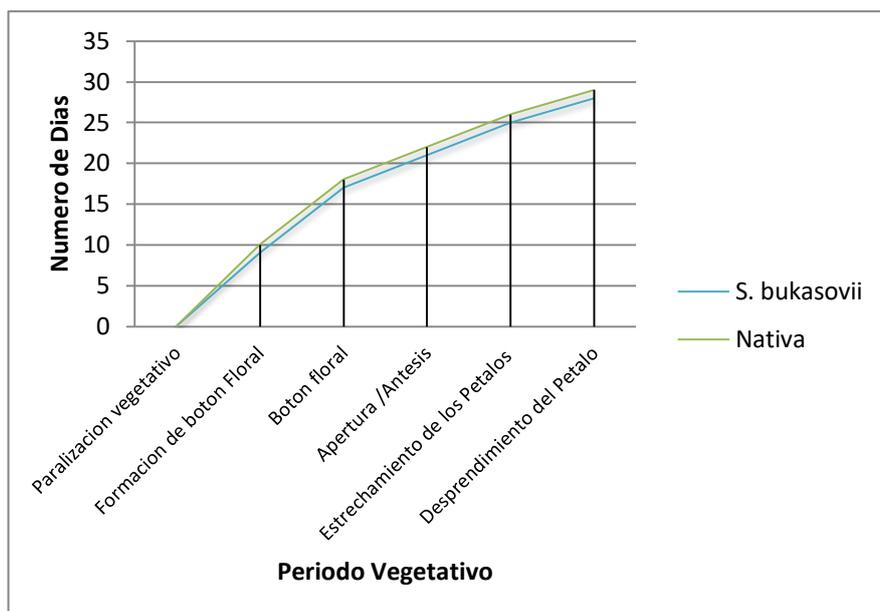
En este trabajo de investigación se determinó el porcentaje de germinación donde se obtuvo el 100 % de germinación de las bayas con semilla a los 20 días después de haberse sembrado. Solo en la cruza de *S. bukasovii* x Azul Ñawi Pasña poder germinación fue 0%.

6.3 Evaluación de la fenología floral

6.3.1 Periodo de floración

- Periodo de floración de *Solanum bukasovii* Juz. y variedades de papa nativas.

GRAFICA N° 03. Periodo de floración de variedades nativas de papa y *Solanum bukasovii* Juz



Se observó que desde la paralización vegetativa hasta el desprendimiento del pétalo ocurrió en un periodo de 27- 29 días en *S.bucasovii juz.*, en las variedades nativas el periodo de floración es desde 25 – 29 días.

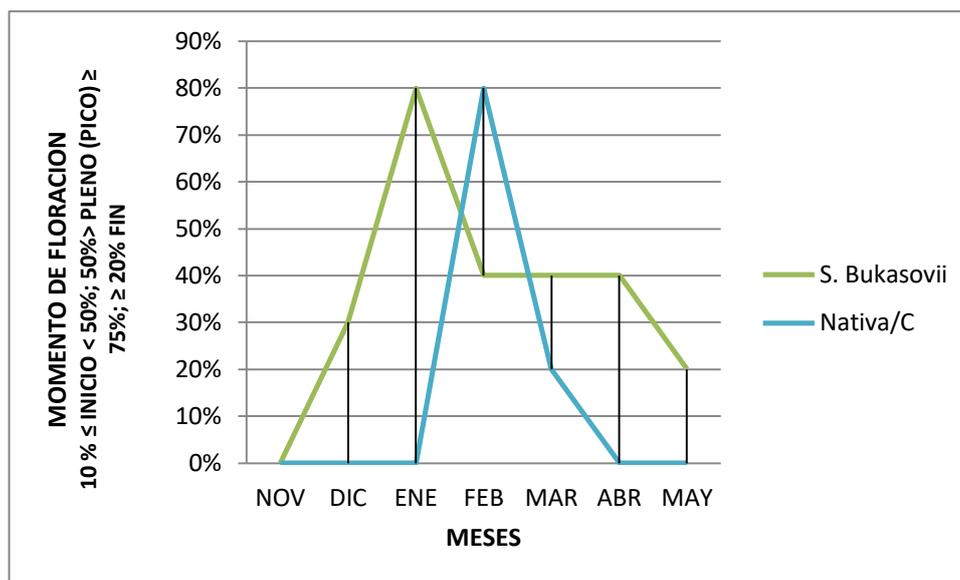
La duración de la antesis en las especies nativas y su pariente silvestre fue de 4-5 días, las horas de antesis comienza por la mañana.

Los resultados obtenidos fueron análogas con **Barrientos (2012)**, quien menciona que las flores de *Solanum sp.*, se caracterizan por presentar antesis previa o al amanecer, así mismo, **Meza et al. (2014)**, dicen que la duración de la antesis es de 4 días. Y la hora de antesis comienza de 6:45 a.m. a 8:00 a.m., **Sepulveda (2013)**.

6.3.2 Pico floración y/o máxima floración

- Pico de floración de *Solanum bukasovii* Juz. y de las variedades nativas.

Grafica N°04. Meses y picos de floración de variedades nativas de papa y sus parientes silvestres.



El inicio de floración en las variedades nativas ocurrió a los 78 días después de la siembra, en el caso de *S. bucasovii juz.* empezó a florear a los 45 días después de la emergencia. El pico o máxima floración (periodo de mayor intensidad de floración), se observó en las variedades nativas a los 92 días después de la siembra, en el caso del *S. bucasovii juz.* se observó que el pico de floración fue a los 63 días después de su emergencia, cabe recalcar que hubo sequías prolongadas después de la siembra (noviembre – diciembre), además en los meses de enero, febrero e inicios de marzo hubo presencia de nevadas y granizadas intensas, a finales de marzo hubo presencia de heladas negras; la campaña 2016- 2017 fue un año atípico por la presencia de el niño costero.

Los resultados obtenidos fueron afines con la investigación de **Ladrón de Guevara (2005)**, quien menciona que la aparición de los botones florales y primeras flores es a los 68 días hasta los 84 días después de la siembra, sin embargo **Meza et al. (2014)**, dice que el inicio de la floración ocurre a los 55 días después de la siembra y el periodo de mayor intensidad de floración ocurre a los 60 días y se caracteriza por mostrar flores de cerca de 90% de las plantas; así mismo para *S. tuberosum* var. Paysandú el tiempo de siembra a plena floración (75% de plantas con flor) fue a los 53 días, **Sepulveda (2013)**, **Román et al. (2002)**, indican que la floración comienza en variedades

precoces, en 30 días después de la siembra; en variedades intermedias, entre los 35 días a 45 días y en las tardías entre 50- 60 días.

Sin embargo en estas investigaciones realizadas no existe reportes para la especie silvestre *S.bukasovii* juz.

6.4 Identificación de los visitantes florales

Cuadro N°13. Visitantes florales

Nº	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE
1	Himenóptera	Apidae	Bombus	<i>Bombus sp.</i>
2			Kelita	<i>Kelita sp.</i>
3			Bombus	<i>Bombus funebris</i> Smith, 1854
4			Bombus	<i>Bombus opifex</i> Smith, 1854
5		Halictidae	Ruizanthedella	<i>Ruizanthedella sp.</i>
6	coleóptera	Melyridae	Astylus	<i>Astylus subannulatus</i> Pic,1903
7		Meloidea	Tetragonix	<i>Tetragonix sp</i>
8			Epicauta	<i>Epicauta zishkai</i> Martínez, 1955
9	Díptera	Syrphidae	Allograptia	<i>Allograptia sp.</i>
10		Sarcophagidae	—	—

Fuente: Yabar (2018), constancia en el anexo 15.

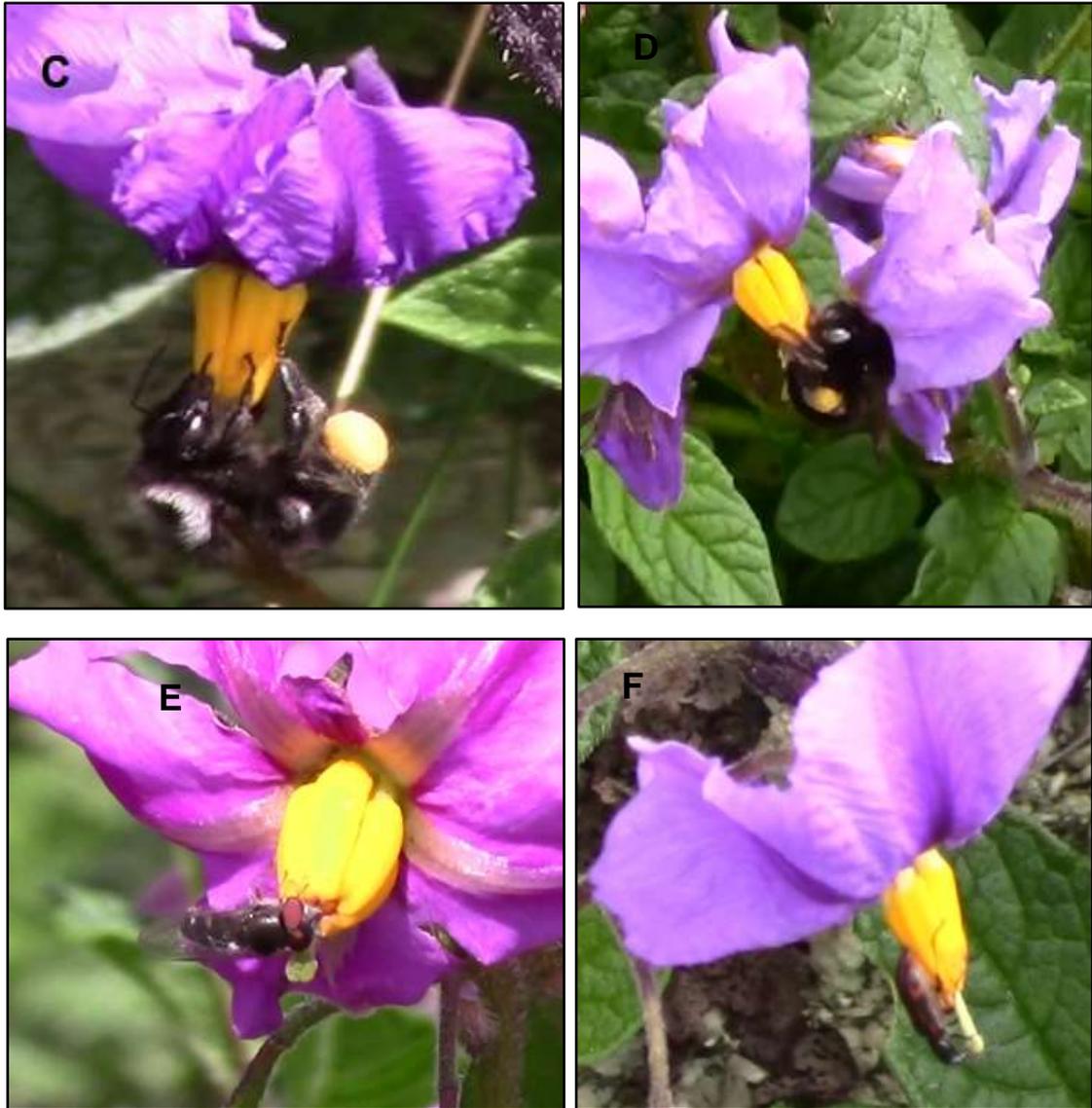
Se capturaron 38 ejemplares de visitantes florales de los cuales 8 fueron identificadas; 3 a nivel específico, 4 se identificaron hasta género y 1 a nivel de familia, como se muestra en el cuadro N° 13, en los análisis de comportamiento de forrajeo no se tomaron en cuenta a *Bombus opifex* y *Tetragonix sp.* ya que estos no aparecieron durante las filmaciones dentro de las 6 filmadoras.

En las investigaciones respecto a esta cuestión, mencionan que la mayor parte de los 25 000 a 30 000 especies de abeja (Hymenoptera: Apidae) son polinizadores efectivos, y junto con las polillas, moscas, avispa, escarabajos y mariposas, constituyen la mayoría de las especies polinizadoras, **FAO (2007)**; las flores de *Solanum* tienen anteras porocidas generalmente produce grandes cantidades de granos de polen, y son visitadas por numerosos insectos incluyendo escarabajos y moscas, **De Luca et al. (2013)**; sin embargo para la especie *Solanum tuberosum* se reconocen vectores entomófilos para el transporte de polen, principalmente especies del género *Apis robertson* y

Bombus latreille. **SIOVM (2017)**, del mismo modo, bajo condiciones naturales de campo y de altura y por la formación de híbridos entre cruzamientos la desimanación de polen es influenciada por factores ambientales del lugar y por *Bombus spp.* (Familia bombinae), que fue la especie vector, más frecuente en la polinización en relación a otros insectos polinizadores como abejas y mariposas, **Bravo (2002)**, así mismo en la variedad Diacol Capiro (R12-negra) en diferentes localidades de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá en a una altitud de 2746 a 3280 las especies de abejas de las cuales las especies polinizadoras de papa son *B. atratus*, *B. hortulanus*, *B. rubicundus*, *Thygater aethiops*, *Neocorynura iguaquensis* y *Neocorynura muiscae*, **Barrientos (2012)**, *Apis mellifera*, *Augochloropsis vesta*, *Bombus atratus*, *Bombus excellens*, *Bombus hortulanus*, *Neocorynura msp.*, *Lonchopria msp.*, *Paratrigona pacifica*, *Protandrena guarnensis* , *Thygater aethiops*, fueron reportados en el oriente del departamento de Antioquia- Colombia, entre 2110 y 2600 mts de altitud en enero del 2008 y junio de 2010, **Sepulveda (2013)**; sin embargo en Perú, **Scurrah et al. (2008)**, mencionan que en el departamento de Junín a 3250 m, Cusco a 3600 m y puno a 3820 m de altitud en las var. De papa Yungay, var. Revolucion y sus parientes silvestres los siguientes visitantes florales como: *Astylus sp.*, *Anthophora sp.*, *Apis mellifera*, *Bombus baeri*, *Bombus funebris*, *Bombus opifex*, *Lonchopria sp.*, *Megachile sp.*

Fotografía N°07. Visitantes florales.





En la fotografía N° 08. A) y B) se observa a *Kelita sp.* forrajeando con el cuerpo encorvado sobre las anteras y estigama de la flor, C). *bombus funebris*, se observa al igual que la anterior con el cuerpo encorvado forma **C**, sin embargo la forma de recolección de polen se aprecia en forma de una bola, D). *bombus sp.*, el comportamiento de forrajeo es igual que las anteriores, E). *Allopcraptia sp.*, como se muestra el comportamiento de este díptero es recolectar polen en la parte interna del torax, F). *Astylus sp.*, esta especie solo se reporta como plaga de las plantas, sin embargo en esta Investigación no se observó masticando, sino más bien lamiendo el polen.

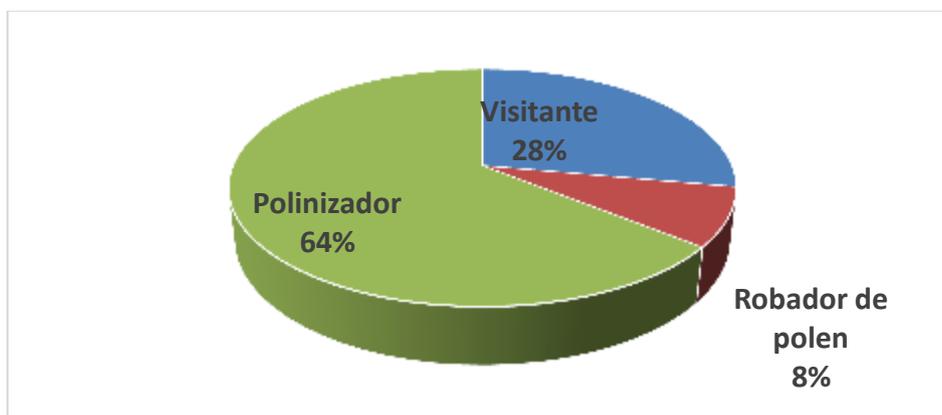
6.4.1 Comportamiento de forrajeo

Cuadro N°14. Categoría del comportamiento de forrajeo (polinizadoras, robadores de polen y visitantes).

Categoría	F*	%
Visitante	56	27.9%
Robador de polen	16	8.0%
Polinizador	129	64.2%
Total	201	100.0%

* Donde **F** es frecuencia.

Grafica N°05. Categoría del comportamiento de forrajeo



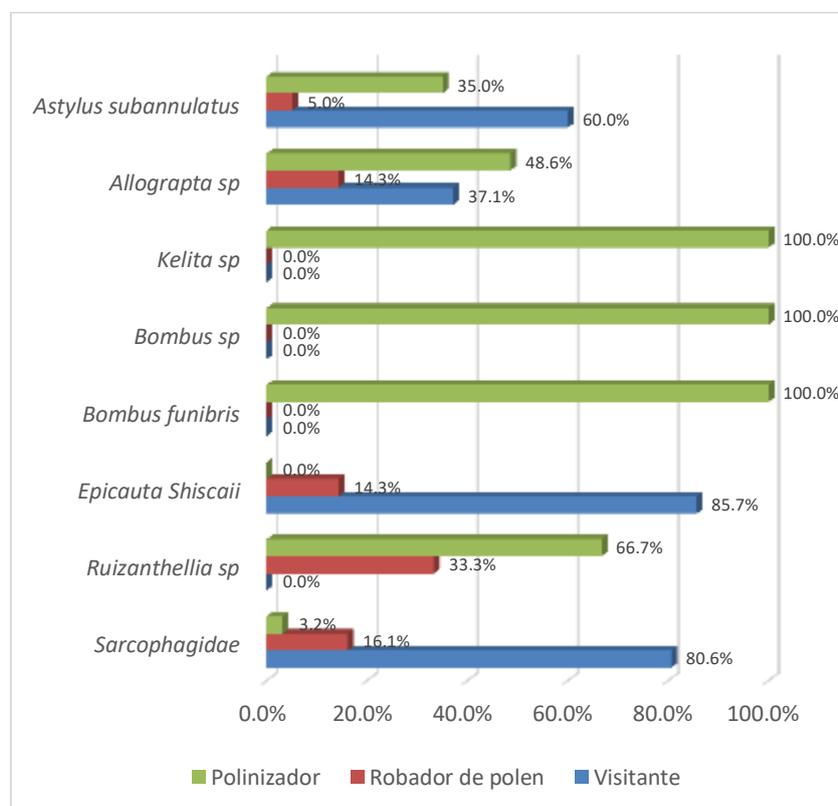
De la gráfica N° 05. Se puede mostrar que su compartimento de todos los visitantes florales fue de 64% como polinizador, seguido de 28% de visitante y un 8% de robadores de polen.

Con respecto a este resultado **Pantoja et al. (2014)**, menciona que los visitantes flores no siempre son polinizadores, muchos organismos son atraídos a las flores, pero no todos son polinizadores, su papel en la polinización de las flores dependerá entre otras cosas de su identidad especie o genero tamaño y edad, experiencia previa. Las características de un polinizador son: el agente visita las flores, acarrea polen que es coespecífico y viable de la planta que se estudia, deposita suficiente polen en la parte correcta y receptiva del estigma en el tiempo correcto de su desarrollo.

Cuadro N°15. Categoría del comportamiento de forrajeo (polinizadoras, robadores de polen y visitantes).

<i>Categoría</i>	Visitante		Robador de polen		Polinizador		Total
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	
<i>Sarcophagidae</i>	25	80.6%	5	16.1%	1	3.2%	31
<i>Ruizanthellia sp</i>	0	0.0%	4	33.3%	8	66.7%	12
<i>Epicauta zischkai</i>	6	85.7%	1	14.3%	0	0.0%	7
<i>Bombus funebris</i>	0	0.0%	0	0.0%	30	100.0%	30
<i>Bombus sp</i>	0	0.0%	0	0.0%	23	100.0%	23
<i>Kelita sp</i>	0	0.0%	0	0.0%	43	100.0%	43
<i>Allograpta sp</i>	13	37.1%	5	14.3%	17	48.6%	35
<i>Astylus subannulatus</i>	12	60.0%	1	5.0%	7	35.0%	20

Grafica N°06. Categoría del comportamiento de forrajeo (polinizadoras, robadores de polen y visitantes)

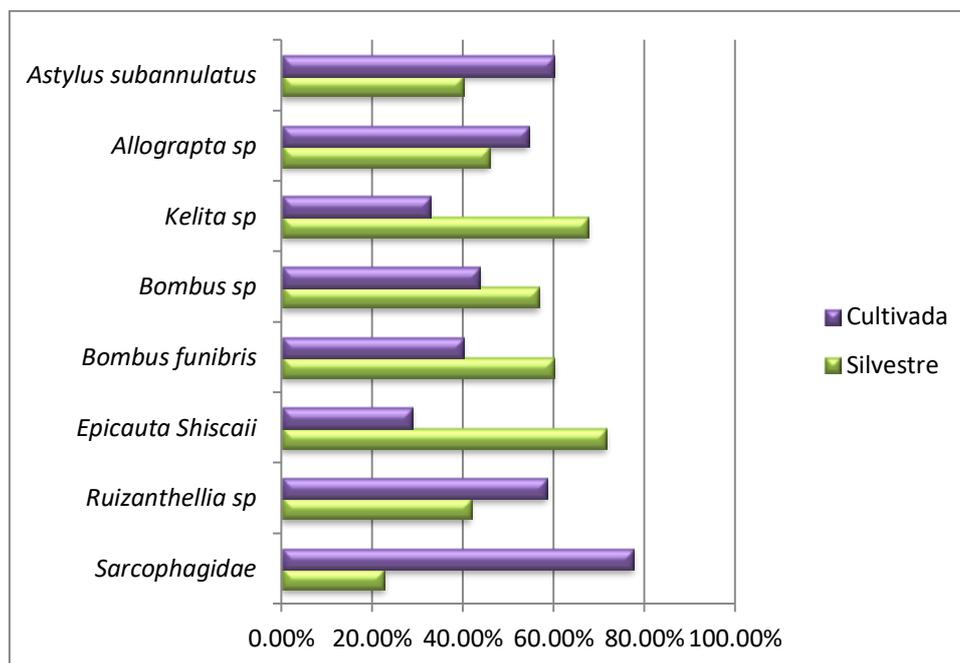


Kelita sp., *Bombus sp.*, *Bombus funibris*, acarrean el polen por ende son polinizadores al 100%, *Ruizathellia sp.* Su comportamiento es de 66.7% de polinizador, 33.33% de robador de polen; *Allograpta sp.* Su actividad es de 48.6% de polinizador, 37.1 % como visitante y 14.3% de robador de polen, *Astylus subannulatus* su comportamiento fue de un 35% de polinizador, 5% de robador de polen y 60% como visitador, *Epicauta shiscaili* 0% de polinizador, 14.3% robador de polen y 85.7% visitador; sarcophagidae es 3% polinizador, 16.1 robador de polen y 80.6% visitante.

Cuadro N°16. Visitantes florares en especies silvestres y variedades nativas de papa

<i>Categoría</i>	<i>Silvestre</i>		<i>Cultivada</i>		<i>Tipo</i>
	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>f</i>	<i>%</i>	
<i>Sarcophagidae</i>	7	22.58%	24	77.41%	Compartidos
<i>Ruizanthellia sp</i>	5	41.67%	7	58.33%	Compartidos
<i>Epicauta zischkai</i>	5	71.43%	2	28.57%	Compartidos
<i>Bombus funebris</i>	18	60.00%	12	40.00%	Compartidos
<i>Bombus sp</i>	13	56.53%	10	43.47%	Compartidos
<i>Kelita sp</i>	29	67.44%	14	32.56%	Compartidos
<i>Allograpta sp</i>	16	45.71%	19	54.29%	Compartidos
<i>Astylus subannulatus</i>	8	40.00%	12	60.00%	Compartidos

Grafica N° 07. Visitantes florales en especies silvestres y variedades nativa de papa



Se observó en esta investigación que no hay polinizadoras exclusivos, los visitantes florales son compartidos entre especies de papa cultivada y su pariente silvestres. Sin embargo existe mayor frecuencia de los especies polinizadoras como *Bombus funebris*, *Bombus sp* y *Kelita sp* en los parientes silvestres de papa, esto tal vez es debido a que las especies silvestres emanen mayor olor o contengan mayor cantidad de polen.

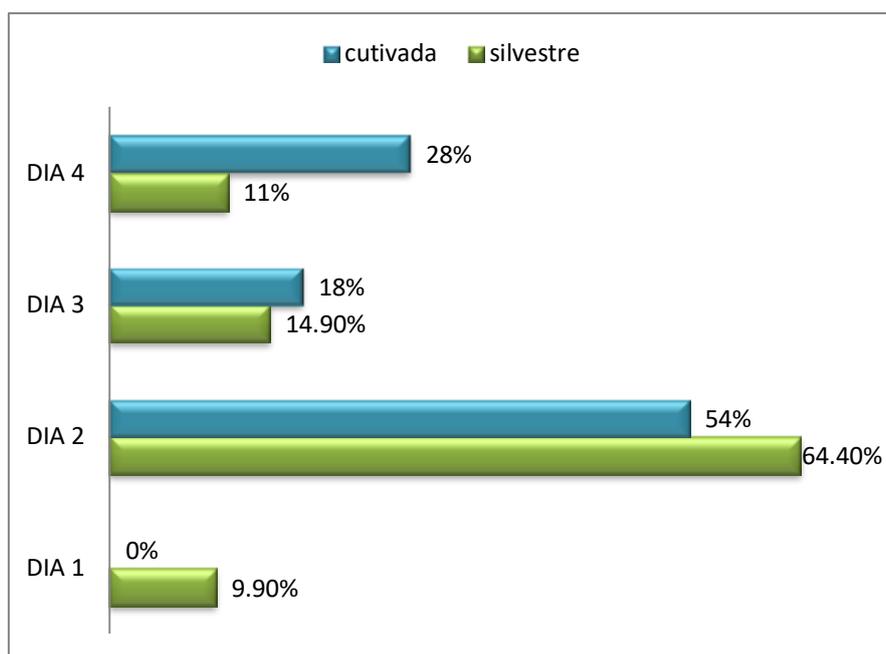
Con respecto a este resultado exponen, que el olor del polen en particular varía con la biología reproductiva de cada planta y producido exclusivamente por el androceo y estas son químicamente distintos, **Warren et al. (2014)**, parece que algunas morfologías florales tipo *Solanum* han evolucionado específicamente en respuesta a la colección de polen cuyas anteras tienen filamentos cortos, y dispuestos centralmente en un cono más o menos cerrado, los pétalos y los sépalos están libres o parcialmente unidos, pero rara vez fusionados en un tubo, y a veces se reflejan lejos del cono de la antera que expone los estambres conspicuos, el polen está oculto dentro de la antera, y parece lleno incluso cuando está vacío esto es ejemplo notable evolución convergente, **De Luca et al. (2013)**.

6.4.2 Actividad de forrajeo por día

Cuadro N°17. Actividad de forrajeo según fecha de conservación

Categoría	DIA 1		DIA 2		DIA 3		DIA 4		Total
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	
silvestre	10	9.9%	65	64.4%	15	14.9%	11	11%	101
cultivada	0	0%	54	54%	18	18%	28	28%	100
Total	10		119		33		39		201

Grafica N°08. Actividad de forrajeo según fecha de observación



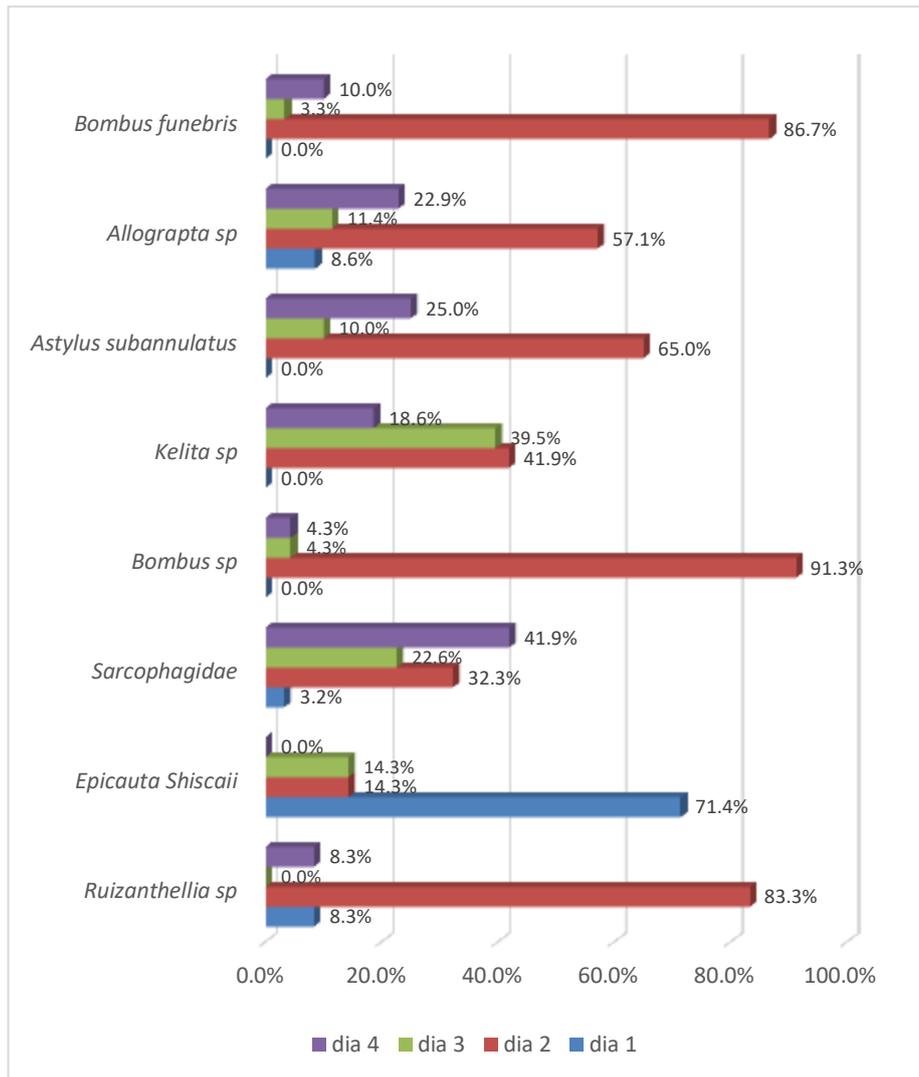
El primer día hubo 9.9% de visitantes florales a especies silvestres de papa y 0% a las variedades nativas, probablemente sea a que el escenario climático fue muy inestable con lluvias torrenciales y con muy poco brillo solar; por el contrario el día 2 las condiciones climáticas fue más favorable con mucho brillo solar esto posiblemente es referente a que haya aumentado la actividad de los visitantes en las especies silvestres que fue 64.40% y en las variedades nativas un 54%; el día tres hubo 14.90% de vista en especies silvestres y un 18% en las papas nativas; en día cuatro hubo un 11% de visita en las especies silvestres de papa y 28% de visitas en papas nativas; sin embargo se observa en el gráfico N° 22 el día tres y cuatro el contexto fue similar al día 2 a pesar de esta no hubo considerable presencias de visitantes florales tal vez sea que la disponibilidad del polen fue poca o muy poca.

Sobre este resultado mencionan los siguientes postulados; los polinizadores se vuelven más activos en diferentes condiciones climáticas, **FAO (2007)**, además la duración de pulsos disminuyen con visitas sucesivas a la misma flor sugiriendo un ajuste dinámico de la conducta en respuesta a disponibilidad de polen, **DE LUCA et al. (2013)**, el número de flores/ inflorescencia y su distribución, **PANTOJA et al. (2014)**.

Cuadro N° 18. Actividad de forrajeo según fecha de observación

<i>Categoría</i>	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Total
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	
<i>Ruizanthellia sp</i>	1	8.3%	10	83.3%	0	0.0%	1	8.3%	12
<i>Epicauta zischkai</i>	5	71.4%	1	14.3%	1	14.3%	0	0.0%	7
<i>Sarcophagidae</i>	1	3.2%	10	32.3%	7	22.6%	13	41.9%	31
<i>Bombus sp</i>	0	0.0%	21	91.3%	1	4.3%	1	4.3%	23
<i>Kelita sp</i>	0	0.0%	18	41.9%	17	39.5%	8	18.6%	43
<i>Astylus subannulatus</i>	0	0.0%	13	65.0%	2	10.0%	5	25.0%	20
<i>Allograpta sp</i>	3	8.6%	20	57.1%	4	11.4%	8	22.9%	35
<i>Bombus funebris</i>	0	0.0%	26	86.7%	1	3.3%	3	10.0%	30

Grafica N°09. Actividad de forrajeo según fecha de observación



Bombus funebris el día uno no visitó a las flores de variedades nativas ni a su pariente silvestres, el día dos hizo una visita de 86.7%, el día tres visitó un 3.3% y el día 4 con un 10.0%; *Bombus sp* el día uno no visitó a ninguna flor sin embargo el día dos fue su mayor cantidad de visita con un 91.3%, día tres la visita fue 4.3% y el día cuatro un 4.3%; *Kelita sp.* el día uno no visitó a ninguna flor, el día dos hizo una visita de 41.9%, día 3 visitó con 39.5% y el cuarto día un 18.6%; *Ruizanthellia sp.* a pesar de las inclemencias del tiempo (día nublado con lluvias), hizo una visita de 8.3%, el día 2 con 83.3%, sin embargo el día tres no visitó a ninguna flor, pero el día cuatro tuvo una visita de 8.3%; *Allograpta sp.* el primer día hubo una visita de 8.6%, pero el segundo día aumentó en un 57.1%, el tercer día fue de 11.4% y finalmente el cuarto día hubo una visita de 22.9%; *Astylus subannulatus* al igual que los polinizadores

no visitó a ninguna flor, sin embargo el día dos hubo una visita de 65.0%, bajando la visita el día tres en un 10.0% y el día cuatro con 25.0%; *Epicauta Shiscaii*, a pesar de las inclemencias del clima el día uno visitó con un porcentaje mayor que los demás días, la misma que fue de 71.4% y el segundo y tercer día con un 14.3%; *Sarcophagidae* el primer día su visita fue de 3.2%, el segundo día visitó con un 32.3% así mismo el 22.6% visitó el tercer día y cuarto día fue de un 41.9%.

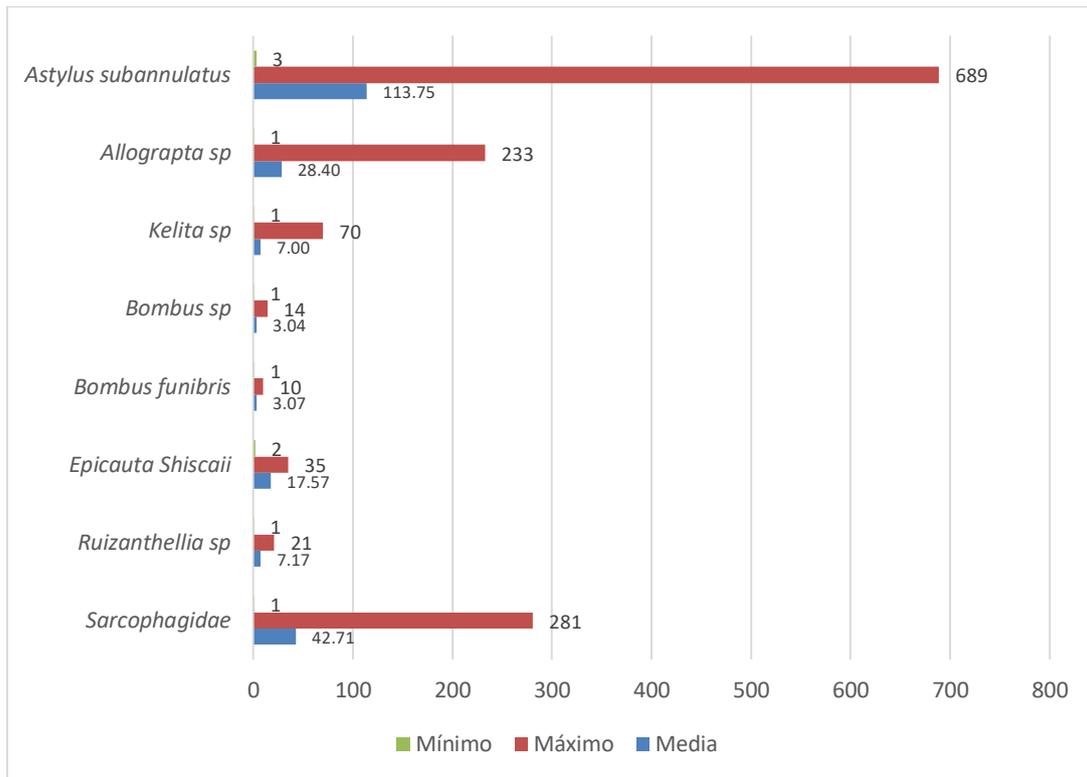
Con respecto a este resultado **De Luca et al (2013)**, menciona que cuando hay múltiples pulsos son producidos, los dos primeros generalmente eliminan la mayoría del polen disponible (hasta 60%), con pulsos sucesivos cada uno eliminando menos del 10%, en el número de pulso sugiere que las abejas ajusten su comportamiento para maximizar recolección de polen por flor mientras se minimiza el zumbido.

6.4.3 Duración de visita

Cuadro N°19. Duración de visita por flor (estadísticos descriptivos en segundos)

<i>Categoría</i>	Estadístico			
	Media	Máximo	Mínimo	n
<i>Sarcophagidae</i>	42.71	281	1	31
<i>Ruizanthellia sp.</i>	7.17	21	1	12
<i>Epicauta shiscaii</i>	17.57	35	2	7
<i>Bombus funebris</i>	3.07	10	1	30
<i>Bombus sp.</i>	3.04	14	1	23
<i>Kelita sp.</i>	7.00	70	1	43
<i>Allograpta sp.</i>	28.40	233	1	35
<i>Astylus subannulatus</i>	113.75	689	3	20
General	26.19	689	1	201

Grafica N°10. Duración de visita por flor (estadísticos descriptivos en segundos)



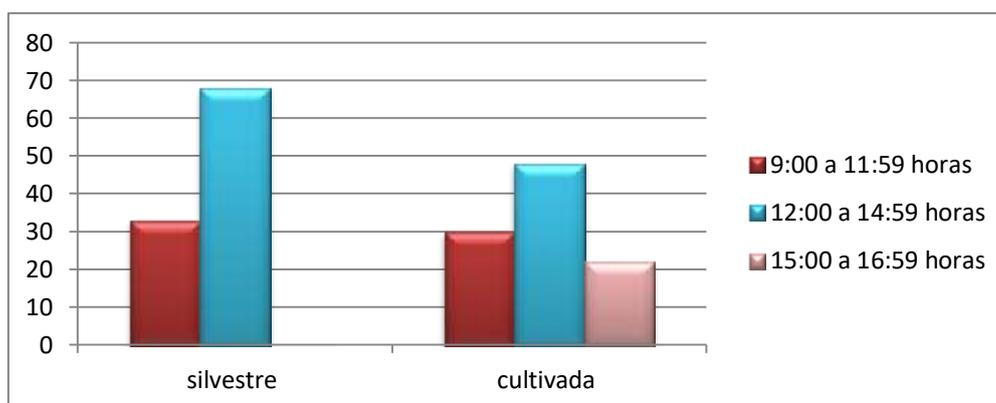
El promedio de la duración de vista a las flores fue 3.04 segundos para *Bombus sp.*, *Bombus funebris* es de 3.07 segundos, *Kelita sp* fue de 7.00 segundo, *Ruizanthellia sp.* es de 7.17 segundo, *Allograpta sp.* Es de 28.40 segundo y *Astylus subannulatus* con un promedio de 113.75 segundos; con relación a este resultado en los polinizadores, es semejante con la mención de **De Luca et al. (2013)**, quien menciona que las abejas principalmente en los géneros *Bombus* y *Xylocopa* los zumbidos varían ampliamente en duración dentro como entre especies y por lo general duran de 0.1 a unos pocos segundos, dentro de una sola secuencia de zumbido, el número de pulsos individuales también varía, que van de 1- 17 en segundos, sin embargo **Barrientos (2012)**, dice que por cada sesión de pecoreo las abejas invierten 13.2 segundos por flor, así mismo, **Sepulveda (2013)**, menciona que la duración total de las visitas de cada abeja en una flor es entre 1.8 segundos y 4.12 minutos, tiempo durante el cual cada especie de abeja pudo hacer vibrar la flor entre 1 y 7 veces cambiando de antera en la misma flor.

6.4.4 Horario de actividad

Cuadro N°20. Horario de actividad

Categoría	9:00 a 11:59 horas		12:00 a 14:59 horas		15:00 a 16:59 horas		Total
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	
silvestre	33	32.67%	68	67.33%	0	0.00%	101
cultivada	30	30.00%	48	48.00%	22	22.00%	100
TOTAL	63	31.3%	116	57.7%	22	10.9%	201

Grafica N°11 horario de actividad



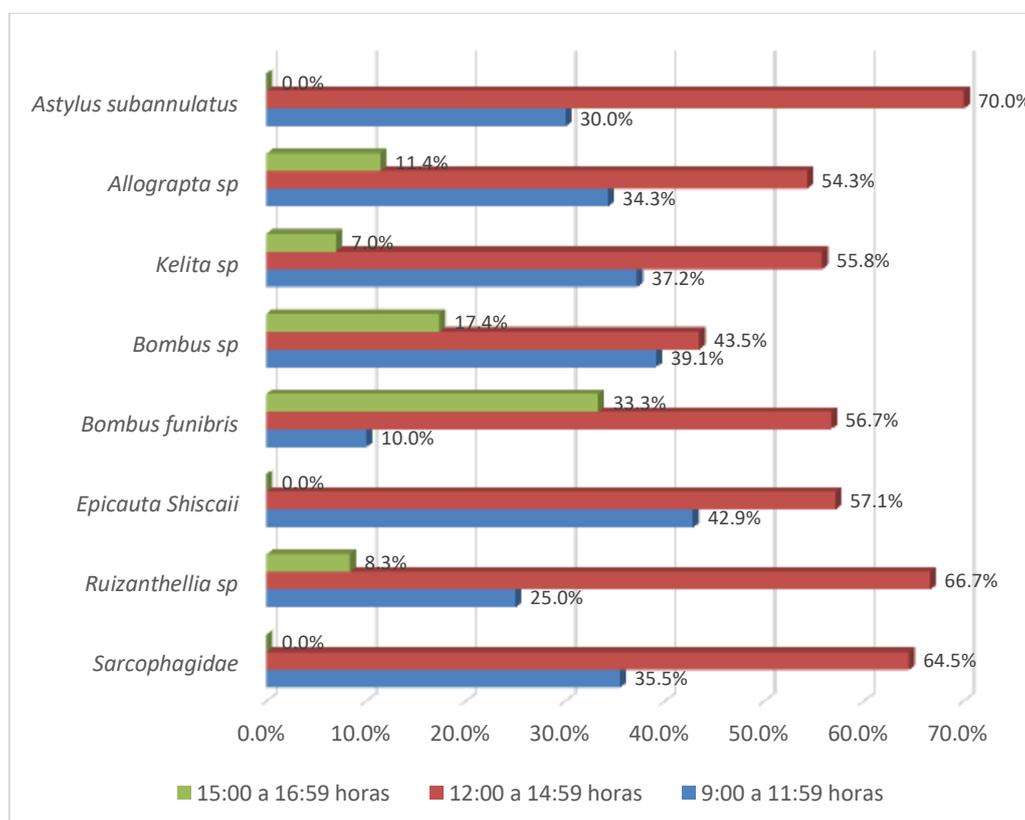
En el horario de actividad se realizó un ANOVA donde se observó que no hay diferencias estadísticamente significativas, $(P)=0.865$ en los diferentes rangos de horas (9:00 a 11:59; 12:00 a 14:59; 15:00 a 16:59); pese a esto; en las observaciones arbitrarias el horario de actividad con mayor frecuencia de visita fue de 12:00 a 14:59 con total de 57.7% (en silvestres con un 32.67% y en las cultivadas con un 30.00% respectivamente), seguido de 9:00 a 11:59 horas con un 31.3% (en silvestre con un 67.33% y 48.00% en cultivadas), disminuyendo por la tarde a 10.9% (en silvestre con 0.00% y cultivada con un 22.00%), en las investigaciones en cuanto concierne en este resultado se menciona que, los polinizadores se vuelven más activos en diferentes momentos del día o incluso entre los años polinizadores más abundante y eficaces de un cultivo pueden cambiar de una a otro polinizador, **FAO (2007)**, la mayor cantidad de abejas forrajeando (46.7%) se registró entre las 10:00 y 12:00 horas. Se presentaron diferencias estadísticamente significativas $(P=0.0096)$ entre las horas de recolección, siendo el periodo entre 14 y 16 horas el de menor actividad, **Sepúlveda (2013)**, la actividad de las abejas asociadas a los cultivos de papa

no presentó diferencias significativas a lo largo del tiempo de muestro (comprendido entre las 10 a.m. y las 4 p.m.)(Kruskal- Wallis: P=0.229); sin embargo, en términos absolutos, el rango en el cual se colectó la mayor cantidad de individuos fue entre las 10 y 12 am; además se observó una disminución progresiva hacia las horas de la tarde, **Barrientos (2012)**.

Cuadro N°21. Horario de actividad

Categoría	9:00 a 11:59 horas		12:00 a 14:59 horas		15:00 a 16:59 horas		Total
	f	%	f	%	f	%	
<i>Sarcophagidae</i>	11	35.5%	20	64.5%	0	0.0%	31
<i>Ruizanthellia sp</i>	3	25.0%	8	66.7%	1	8.3%	12
<i>Epicauta Shiscaii</i>	3	42.9%	4	57.1%	0	0.0%	7
<i>Bombus funibris</i>	3	10.0%	17	56.7%	10	33.3%	30
<i>Bombus sp</i>	9	39.1%	10	43.5%	4	17.4%	23
<i>Kelita sp</i>	16	37.2%	24	55.8%	3	7.0%	43
<i>Allograpta sp</i>	12	34.3%	19	54.3%	4	11.4%	35
<i>Astylus subannulatus</i>	6	30.0%	14	70.0%	0	0.0%	20

Grafica N°12. Horario de actividad



Su actividad de forrajeo para *Bombus sp.* Fue 39.1 % en horas de la mañana y el pico de visita fue al mediodía con 43.5% disminuyendo en horas de la tarde con 17.4%; en el caso de *Bombus funebris* el pico de visita fue con 56.7% al medio día, 33.3% en horas de tarde y 10% de visita por la mañana. *Kelita sp* tuvo el pico de vista de 55.8% al medio día y 37.2% en horas de la maña disminuyendo en horas de la tarde con un 7%; el pico de visita para *Allograpta sp.* Fue 54.3% de 12:00 a 14:59 horas de 9:00 a 11:59 fue 34.3% y disminuyendo 11.4% en horas de la tarde. *Astylus subannulatus* de las 12:00 a 14:59 horas fue el pico de visita con un 70 % y 30% en horas de la mañana disminuyendo en horas de la tarde y en el caso de la familia *Sarcophagidae* 64.5% al mediodía y 35.5% por la mañana.

En esta investigación también se pudo apreciar que una flor puede recibir más de un visitante floral ya sea de la misma especie o distinta, esto coincide con **Barrientos (2012)**, quien dice que una misma flor pudo recibir varias visitas de la misma abeja o por otras abejas; incluso, en muchos casos las abejas dejan marcas sobre la superficie de los estambres que son útiles para identificar las flores que ya han sido visitadas.

6.5 Conocimientos tradicionales

Cuadro N°22. Agricultores entrevistados

N°	NOMBRE	LOCALIDAD	EDAD	PUNTO DE UBICACIÓN	
1	Juvenal Sarmiento Peñalba	Patabamba	56	14°15'529"	72°17'979"
2	Fausto Chumbe Saldivar	Patabamba	29	14°15'529"	72°17'979"
3	Victoria Chumbes	Patabamba	58	14°15'529"	72°17'979"
4	Ciro samiento	Patabamba	62	14°10'122"	72°10'509"
5	William Parejo Mataca	Patabamba	-	14°09'401"	72°10'769"
6	Criminaldo Parejo Huacho	Patabamba	-	14°15'529"	72°17'979"
7	Dina Alfaro Jauja	Patabamba	35	14°09'942"	72°10'607"
8	Luis Sarmiento Pinares	Patabamba	55	14°10'629"	72°10'476"
9	Rosa Ccosco Yucha	Patabamba	-	14°10'629"	72°17'979"
10	Hilario Parejo Huacho	Patabamba	-	14°10'629"	72°17'979"

El total de personas entrevistadas fueron 10 agricultores, de los cuales todos tienen conocimiento sobre los parientes silvestres de la papa, oca, mashua y

olluco; Juvenal Sarmiento Peñalba, Fausto Chumbe Saldivar, Victoria Chumbes, Ciro Sarmiento, William Parejo Machaca, Grimaldo Parejo Huacho, Luis Sarmiento Pinares mencionan que la ubicación de estos parientes silvestres es en medio de las rocas, pircas, corrales de oveja, alrededor de la chacra e ichu (*stipa ichu*), pero Rosa Ccosco Yucha, Hilario Parejo Huacho y Dina Alfaro Jauja indican que se desarrollan también en medio de la chacra y alrededor de chacra donde dejan desarrollar, sin embargo en medio de la chacra no dejan que prospere la planta por motivos de competencia de nutrientes entre cultivadas y silvestres; asimismo dijeron que las épocas que empiezan a emerger estas especies silvestres es cuando empieza la lluvia “época de siembra”.

Los beneficios que obtienen los agricultores: Juvenal Sarmiento Peñalba, Fausto Chumbe Saldivar, Victoria Chumbes, Ciro sarmiento, Grimaldo Parejo Huacho e Hilario Parejo Huacho es medicinal, el cual, lo aprendieron de los vecinos, la radio, padres y abuelos; así mismo Rosa Ccosco Yucra emplea para cuajar la leche y cuenta que sus ancestros utilizaron como alimento en épocas de hambruna además de medicina y para rituales (pago a la tierra). Ninguno de los agricultores encuestados utiliza en su dieta alimenticia.

La actividad de propagación de las especies silvestres de papa según algunos agricultores se efectúa mediante su excreta de algunos animales de ganado equino (caballos y mula), y algunas aves de la zona como el zorzal Chiguanco (*Turdus chiguanco*).

No obstante sobre la pregunta de introducción de las especies silvestres de papa a la zona; don Ciro sarmiento relata: “cuando yo era aún niño ya vi las papas atoq y su uso era para los niños que solían roncar, mis abuelos y padres no hacían ningún tipo de manejo”; entonces se puede sugerir que las especies silvestres lo mantienen cerca de sus chacras a fin de que lo usen como medicina, mas, no como alimento u otro tipo de usos y cabe mencionar que no realizan ningún tipo de manejo.

En cuanto a la pregunta sobre la planta en sí, los agricultores encuestados manifiestan que el desarrollo de los parientes silvestres tiende a crecer con el

mismo vigor que las cultivadas y su época de floración es coincidente con las cultivadas y no observaron alguna enfermedad que ataque a las plantas.

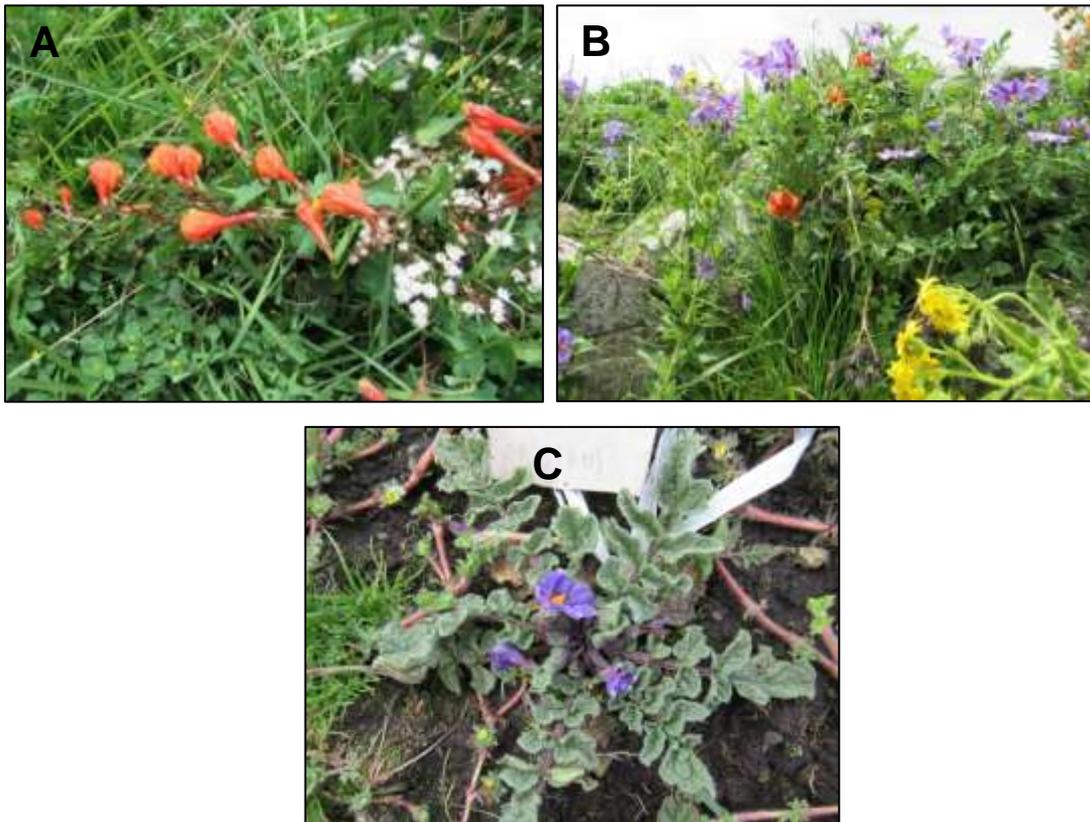
En cuanto a este contenido se señala que el conocimiento tradicional es una fuente vital de información para identificar los usos de los recursos genéticos de las cuales la humanidad puede beneficiarse, sin estos conocimientos muchas especies utilizadas en la actualidad en investigación y productos comercializados nunca podrían haber sido identificados, **CDB (2011)**, sin embargo señalan que existe una agrobiodiversidad evidente de erosión rápida muchos jóvenes agricultores abandonan la agricultura en las tres comunidades (pauchi, queuñapamapa, huancacalla chico), para trabajar en la minas o migrar para buscar opciones de ingreso por lo que hay una pérdida de conocimientos ancestrales, **Valdivia et al. (2014)**.

6.6 Uso de parientes silvestres

Cuadro N°23. Uso de parientes silvestres

Nombre Vulgar	Categoría de uso	Parte de la planta	Forma de empleo	Propiedades
Atoq papa, waña papa (acaule)	Medicina y Otros	<ul style="list-style-type: none"> • tubérculo • tubérculo • baya • tubérculo 	<ul style="list-style-type: none"> • Infusión y jugo • Tostado y sancochado • Cuajo de leche y Emplasto 	<ul style="list-style-type: none"> • Gastritis • Ronquido de los niños • Obtención de queso y Golpes
Atoq ollaq'o, atoq lisas, k'ita lisas	Medicinal	Hoja y tubérculo	Emplasto	golpes
Q'ita añu	Medicinal	Flores y hojas	Mate, infusión	próstata

Fotografía N°08. Especies silvestres de cultivos andinos existentes en la zona de estudio.



En la fotografía N°08 se observa: A). pariente silvestre de la mashua, B) y C). Pariente silvestre de papa.

VII CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

Conclusiones

1.- con referencia a cuáles de las variedades de papa nativa y *Solanum bukasovii* Juz. son compatibles para generar semilla.

En las cruzas recíprocas de variedades nativas y *S.bukasovii juz.* se lograron las cruzas con éxito en papas que tenían su ploidía pares (diploide y tetraploide).

- Las cruzas de *S.bukasovii juz.* x variedad nativa (♀ x ♂) fue exitosa en:

S. Bukasovii x Alqocha Papa (diploide - NI), *S. bukasovii* x Yana suwa llulla (diploide - diploide), y el poder germinativo fue 100%, *S. bukasovii* x Azul Ñawi Pasña (diploide - diploide), el poder germinación fue 0%.

- En las cruzas de variedades nativas x *S.bukasovii* (♀ x ♂) fue exitosa en:

Yana Suwa Llulla x *S. bukasovii* (diploide - diploide), Yana Linli x *S. bukasovii* (diploide - diploide), Yana Isakaña x *S. bukasovii* (NI-diploide), y el poder germinativo fue de 100%.

2.- con referencia a la fenología floral de las variedades nativas de papa y *Solanum bukasovii* Juz.

- Desde la paralización vegetativa hasta el desprendimiento del pétalo ocurrió de 27- 29 días en *S.bucasovii*, en el caso de las variedades nativas el periodo de floración fue de 25 - 29 días. La duración de la antesis fue de 4 - 5 días, las horas de antesis comenzó en la mañana.
- la floración en las variedades nativas ocurrió a los 78 días de la siembra, en el caso de *S. bukasovii* empezó a florear a 45 días de la emergencia. El periodo de mayor intensidad de floración fue a los 92 días de la siembra, en el caso del *S. bukasovii* fue a los 63 días de su emergencia.

3.- con respecto a los visitantes florales involucrados en el flujo de polen entre las poblaciones de variedades nativas de papa y sus parientes silvestres.

Los visitantes florales de las variedades nativas y sus parientes silvestres Fueron: *Bombus funebris*, *Bombus sp*, *Bombus opifex*, *Kelita sp.*, *Ruizanthedella sp.*, *Astylus subannulatus*, *Tetragonix sp* y *Epicauta shiscai*.

Estos visitantes florales son compartidos entre especies de papas nativas y su pariente silvestres. La categoría del comportamiento de forrajeo fue 64% de polinizadores, seguido en 28% de visitantes y un 8% de robadores de polen y la duración de visita en *Bombus sp.*, fue 3.04 s, *Bombus funibris* 3.07 s, *Kelita sp* 7.00 s, *Ruizathellia sp* 7.17 s, *Allograpta sp.* 28.40 s y *Astylus subannulatus* con un promedio de 113.75 s; además cabe señalar en el horario de actividad no hubo diferencias estadísticamente significativas, (P) = 0.865; en las diferentes rangos de horas (9:00 a 11:59; 12:00 a 14:59; 15:00 a 16:59), pese a esto, en las observaciones arbitrarias el horario de actividad con mayor frecuencia de visita fue al medio día, seguido en horas de la mañana y disminuyendo en horas de la tarde; cabe recalcar que, las condiciones climáticas fueron un factor muy importante para las actividades de forrajeo en los visitantes florales

4.- con relación conocimientos tradicionales de los agricultores de la comunidad de Huancacalla Chico acerca de los parientes silvestres de papa.

Todos los agricultores entrevistados tienen conocimiento sobre los parientes silvestres de la papa y espacio de localización, sin embargo no realizan ningún tipo de actividad de propagación, pero mencionan que esta actividad lo realizan los caballos, mula y zorzal Chiguanco (*Turdus chiguanco*), asimismo los beneficios que obtienen en su mayoría son medicinales, cuajo de leche y cuentan también que sus ancestros utilizaron como alimento en épocas de hambruna y para rituales (pago a la tierra). Ninguno de los agricultores encuestados utiliza en su dieta alimenticia.

Sugerencias

- Continuar con indagaciones en lo que respecta al comportamiento de los polinizadores potenciales en *Solanun sp.*
- Se sugiere que se continúe investigando sobre la fenología floral de los parientes silvestres existentes en a nivel local y del país.
- Se recomienda hacer un inventario de todas las especies silvestres existentes en la zona, de ser necesario estudiarlas su morfo tipo de cada una de ellas.
- Profundizar en la línea de estudios genéticos para determinar si existe una retrogresión genética en las especies silvestres de papa.
- Hacer de conocimiento de que los agricultores son la principal vía de la protección de las especies silvestres y variedades nativas de papa por lo que tendría que haber algún tipo de incentivo mediante proyectos que ayuden a su desarrollo personal y comunal

VIII BIBLIOGRAFÍA

1. A DE LUCA, P., & VALLEJO - MARIN, M. (2013). What's the 'buzz' about? The Ecology and Evolutionary Significance of buzz- Pollination. *Current Opinion in Plant Biology*, 1-7.
2. BARRIENTOS RESTREPO , E. (2012). Abejas Visitantes de Papa (Solamun Tuberosum L.), en tres Agroecosistemas de los Departamentos de Cundinamarca y Boyaca. *Tesis:Magister en Ciencia - Entomologia Universidad Nacional de Colombia*. COLOMBIA.
3. BLANCO, M. (1990). Evaluacion de la Resistencia a Heladas en 81 Hibridos Interspecificos, Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco-Peru
4. BOZA BARDUCCI, T. (1937). El Mejoramiento de la Papa. *Direccion de Agricultura, Ganaderia y Colonizacion*, 89 - 99.
5. BRADEEN, J., & HAYNES, K. (2011). Introduction to Potato. en J. Bradeen, & C. Kole, *Genetics Genomics And Breeding of Potato* (Págs. 1 - 19). EEUU: Science Publishers.
6. BRAVO, W., FRANCO, J., MAIN, G., CARRASCO, E., & GABRIEL, J. (2002). Evaluacion de la Dispersion de Polen como Medida de Bioseguridad para la Liberacion de Plantas Transgenicas de Papa a Campo. *Revista Latinoamericana De La Papa, Proimpa (Promocion e Investigacion de Productos Andinos - BOLIVIA*, 95-103.
7. CABRERA, V., DOTTORI, N., & COSA, M. (2010). Germinacion, Exito Reproductivo y Fenologia Reproductiva de Solanum chenopodiodes (Solanaceae). *Bol.Soc.Argent.Bot.45(1-2)*, 73 - 80.
8. CAMADRO L, E. (2011). Hibridacion y Flujo Genetico en Especies Silvestres de Papa de la Argentina. *Journal of Basic and Applied Nenetics*, 1 - 4.
9. CAMADRO, E., CARPUTO, D., & PELOQUIN, J. (2004). Substitutes for Genome Differentiation in Tuber-Bearing Solanum Interspecific Pollen -

- Pistil Incompatibility Nuclear - Cytoplasmic Male Sterility , And Endosperm. *Theor Appl Genet*, 1369 - 1376.
10. CASAS FERNANDEZ, A., & PARRA RONDINEL, F. (2007). Agrobiodiversidad, Parientes Silvestres y Cultura Leisa . *Agroecologia*, Varias Paginas.
 11. CASSERES, E. (1984). *Produccion De Hortalizas*. Costa Rica: Talleres Graficos de Tregos.
 12. CASTILLO, E., & CASTELLVI , S. (2001). *Agro Meteorologia* . España: Mundi Prensa Libros S.A MP.
 13. CDB. (2011). Conocimiento Tradicional. *Comvenio sobre la Diversidad Biologica* , 1-5.
 14. CDB. (2008). *Convenio sobre la Biodiversidad Biologica*. Recuperado el 12 de 05 de 2018, de www.cbd.int/traditional
 15. CHAVEZ ALFARO, R. (2008). Sobre el Origen, Evolucion y Diversidad Genetica de la Papa Cultivada y Silvestre. *Ciencia y Desarrollo*, <http://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/CYD/article/viewFile/313/267>.
 16. CHOQUE CCASA, B. (2007). Caracterizacion Agrobotanica de Ocheta y Tres Variedades de Papas Nativas en la Provincia de Acomayo. *Tesis Ing. Agronomia. FCA - UNSAAC*. Cusco, Peru.
 17. CIP. (2015). Adaptacion De La Agricultura Al Cambio Climatico Recoleccion, Proteccion y Preparacion de Los Parientes Silvestres de los Cultivos. *Centro Internacional de la Papa*.
 18. CONTRERAS MENDEZ, A. (2008). Uso de Especies Silvestres y Cultivadas en el Mejoramiento de la Papa. *Agro Sur*, 115 - 129.
 19. COSIO CUENTAS, P. (2004). Variabilidad de Papas Nativas en seis Comunidades de Calca y Urubamba. *Arariwa*.

20. COSIO CUENTAS, P., & CASTELO HERMOZA, G. (1981). Clasificación Sistemática de Plantas Según Cronquist. *Copia Mimeografiada FCA - UNSAAC*. Cusco, Perú.
21. EGUSQUIZA BAYONA, R. P. (2000). *La Papa, Producción, Transformación y Comercialización*. Lima - Perú.
22. ERNESTO RODRIGUEZ, L. (2010). Origen y Evolución de la Papa Cultivada. *Agronomía Colombiana*, 9 - 17.
23. ESTRADA RAMOS, N. (1986). Utilización de Especies Silvestres Diploides Cultivadas de Papa a fin de Transferir Resistencia a las Heladas a Papa Común Cultivada (*Solanum tuberosum* L.). *ICA (Instituto Colombiano Agropecuario)*, 39- 62.
24. ESTRADA RAMOS, N. (2000). La Biodiversidad en el Mejoramiento Genético de la Papa. *CIP (Centro Internacional de la Papa), IPGRI (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos), PRACIPA (Programa Andino Cooperativo de Investigación en Papa), COSUDE (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación), CID y IBTA*.
25. ESTRADA RAMOS, N. (2000). *La biodiversidad y el mejoramiento genético de la papa*. Bolivia: PROINPA (Fundación, Promoción e Investigación de los Productos Andinos), CID (Centro de investigación para el Desarrollo), CIP (Centro Internacional de la Papa).
26. FAO. (1996). Plan de Acción Mundial para la Conservación de la Biodiversidad. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*, Varias Páginas.
27. FAO. (2007). *Polinizadoras: la Biodiversidad de Importancia para Descuidada Alimentación y Agricultura*. ROMA: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
28. FAO. (2008). LA PAPA. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*, varias p.

29. FAO. (2011). *Segundo Informe Sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura en el Mundo*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
30. FERNANDEZ, F., & SHARKEY, M. e. (2006). Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. *Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia D.C*, 894.
31. GABRIEL, J., HERBAS, J., SALAZAR, M., & THIELE, G. (2002). Manual Técnico de Mejoramiento Participativo para Obtener Nuevas Variedades de papa. *PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos)*, 1-3.
32. GRANT, V. (1989). *Especiación Vegetal*. México: Linusa.
33. GUTIERREZ, R. (2008). *Papas Nativas Desafiando al Cambio Climático*. Perú: Soluciones Prácticas ITDG.
34. HINOSTROZA MIRANDA, I. (2015). Producción de Tubérculos a partir de Semilla Sexual de Papa (*Solanum tuberosum* L.), Obtenida de los Tercios de la Planta de dos Variedades de Polinización Abierta. *TESIS: Universidad Nacional del Centro del Perú, FA de Agronomía*. El
35. HOLDRIDGE, R. (1982). Escala de Holdridge regiones y zonas ecológicas en el Perú. Lima.
36. HUAMAN, Z. (1986). Botánica Sistemática y Morfología de la Papa. *CIP (Centro Internacional de la Papa)*, 1-22.
37. HUAMAN, Z. (1995). Técnicas Citológicas Para Determinar el Número Cromosómico y la Fertilidad de las Papas. *Guía de Investigación, CIP (Centro Internacional de la Papa)*, 1-18.
38. INFORESOURCES. (2008). La Papa y el Cambio Climático. *InfoResources*, 1-16.

39. INIEA. (2006). Manual para Caracterización In Situ de Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres. *Instituto Nacional de Investigaciones y Extensión Agraria*, Varias páginas.
40. INOSTROZA FARIÑA, J. (2009). Botánica y Morfología de la Papa. En J.
41. INOSTROZA, P. MENDEZ, L. SOTOMAYOR, & INIA CARILLANACA, *Manual de Papa para Araucanía Manejo y Planificación* (págs. 7 - 13). Chile: Instituto de Investigación Agropecuarias, Ministerio de Agricultura Centro Regional Carillanca Temuco, Chile.
42. LADRON DE GUEVARA RODRIGUEZ, O. (2005). *Introducción a la Climatología y la Fenología Agrícola*. Cusco - Perú: Universitaria - UNSAAC.
43. LE ROUX, V., CAMPAN, E., DUBOIS, F., VINCENT, C., & GIORDANENGO, P. (2007). Screening for Resistance Against *Myzus persicae* and *Macrosiphum Euphorbiae* Among Wild Solanum. *Annals of Applied Biology* ISSN 0003- 4746, 83- 88.
44. LINCOLN, J., BOXSHALL, A., & CLARK, F. (2009). *Diccionario de Ecología, Evolución y Taxonomía*. México: Fondo de Cultura Económica.
45. LOVATON LUQUE, G. (1988). Segregación Genética de las Papas Del Grupo Qompis (*S.tuberosum* ssp. andigena), Con Fines de Propagación por Semilla Botánica. *TESIS De Ing.Agronomo,Fca, Universidad Nacional San Antonio Abad De Cusco*. Cusco, Perú.
46. MARTINEZ REINOSO, F. (2009). Caracterización Morfológica e Inventario de Conocimientos Colectivos de Variedades Nativas (*Solanum tuberosum*.L) en la Provincia de Chimborazo. *Tesis Ing.Agronomo.Facultad de Recursos Naturales,Escuela de Ingeniería Agronomica*. Riobamba , Ecuador.
47. MASUELLI, R., CAMADRO, E., ERAZZU, L., BEDOGNI, M., & MARFIL, C. (2009). Homoploid Hybridization in the Origin and Evolution of Wild Diploid Potato Species. *Plant Syst Evol*, 143-151.

- 48.MENDOZA Z, H., & MOSQUERA G, V. (2011). SELECCION DE VARIETADES DE PAPA "Metodologia para Evaluacion de Material Genetico Abanzado". *PROYECTO:UNALM- INCACRO - CIP*, 1 - 100.
- 49.MEZA, N., DABOIN, B., & CORASPE, H. (2014). Aspecto de la Biologia Floral en Papa (*Solanum tuberosum* L.) Bajo Condiciones de Invernadero. *Fac. Agron.(LUZ)*, 75 - 84.
- 50.MICHENER, C. (2000). The Bees of the World. *The Johns Hopkins University Press,Blatimore and Londo*, 913.
- 51.MONTALVO, A. (1984). *Cultivo de la Papa y Mejoramiento*. Costa Rica: IICA San Jose.
- 52.MUTHONI, J., SHIMELIS, H., MELIS, R., & KABIRA, J. (2012). Reproductive Biology and Early Generations Selection in Conventional Potato Breeding. *Australian Journal of Crop Science*, 488 - 497.
- 53.OCHOA M, C. (1999). *Las Papas de Sudamerica*. Lima- Peru: Allen Press.
- 54.ORRILLO, M., & BONIERBALE, M. (2009). Biología Reproductiva y Citogenética de la papa. *Red LatinPapa-Centro Internacional de la Papa (CIP)* , 1-20.
- 55.PANTOJA, A., PARDO, A., GARCIA, A., SAENZ, A., & ROJAS, F. (2014). Principios y Avances Sobre la Polinizacion como Servicio Ambiental para la Agricultura en Paises Latinoamericana y el Caribe . *FAO(Organizacion de las Naciones Unidas Para la Alimentacion y la Agricultura)*, 1-50.
- 56.PANTOJA, A., PARDO, A., GARCIA, A., SAENZ, A., & ROJAS, F. (2014). Principios y Avances Sobre Polinizacion como Servicio Ambiental para la Agricultura Sostenible en Paises de Latinoamerica y el Caribe. *FAO"Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion*, 1-50.

57. PAPA, R., & GEPTS, P. (2004). Gene Flow Between and Their Wild Progenitors. *Encyclopedia and crop science*, 488 - 491.
58. QUILCA, N. (2007). Caracterización Física, Morfológica, Ornoleptica, Química y Funcional de Papas Nativas para Orientar sus Usos Futuros. *TESIS:Ing. Agroforestal, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
59. ROBLES, R. (1982). *Terminología Genética y Citogenética*. Colombia: Trillas Editorial.
60. ROMAN, M., & HURTADO, G. (2002). *GUIA TECNICA CULTIVO DE PAPA*. EL SALVADOR: CENTA "Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.
61. SANTANA CHARLES, G. (MAYO de 1999). Métodos de Mejoramiento Genético más usado en Papa (*Solanum tuberosum* L.) . *Monografía:Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*. Saltillo, Coahuila, Mexico.
62. SCURRAH, M., CELIS - GAMBOA, C., CHUMBIACA, S., SALAS, A., & VISSER, R. G. (2008). Hybridization Between Wild and Cultivated Potato Species in the Peruvian Andes and Biosafety Implications for Deployment of gm Potatoes. *Euphytica*, 164(3), 881-892.
63. SENAMHI. (2015). *Manual de Observaciones Fenológicas*. Obtenido de www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/manual_fenologico.pdf
64. SEPULVEDA CANO, P. (2013). Diversidad de Abejas (Hymenoptera:Apoidea:Anthophila), en el Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L.) y su Efecto en la Polinización . *Tesis:Ing. Agronomía Msc.en Entomología*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
65. SEVILLA, R., & HOLLE, M. (2004). *Recursos Genéticos Vegetales*. Lima - Peru: Torre Azul.

66. SILVEIRA, F., MELO, G., & ALMEIDA, E. (2002). *Abelhas Brasileiras: Sistemática e identificación. Belo Horizonte* , 253.
67. SIOVM. (2017). *Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados*. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de www.conabio.gob.mx/conocimiento/biosecuridad/pdf/20914_sg7.pdf
68. SOUKUPS , J. (1939). Clasificación de las Papas Del Departamento de Puno. *Instituto de Altos Estudios Agrícolas del Perú, Estación Experimental la Molina, Lima*, 72.
69. SPOONER, D. (23 de 05 de 2018). Perú Cuenta con 91 de las 191 Especies de Papas Silvestres Reconocidas en el Mundo. *MINAGRI - AGRARIA.PE*.
70. SPOONER, D., MGLEAN, K., RAMSAY, G., WAUGH, R., & BRYAN, G. (2005). A Single Domestication For Potato Based on Multilocus Amplified Fragment Length Polymorphism Genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 14694-14699.
71. TAPIA, M. (1993). *Agrobiodiversidad en los Andes*. Lima - Perú: Friedrich Ebert Stiftungl.
72. TAPIA, M. (1993). *Semillas Andinas: del Blanco de Oro*. Lima - Perú: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología .
73. TAPIA, M., & FRIES, A. (2007). Guía de Campo de Cultivos Andinos. *FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) Y ANPE (Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú)*, Varias Páginas.
74. URRUNAGA SORIA, R. (2002). Estudio Etnobotánico de los Parientes Silvestres de la Papa, Oca, Olluco Y Passifloras En Cusco. *Proyecto: Conservación In Situ de cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres* .

75. VALDIVIA, M., DE LOS ANGELES, M., & POLREICH, S. (2014). Knowing Native Potatoes: Finding Local Experts Through Innovative Methods In the Peruvian Andes. *Gaia Scientia* , 79-92.
76. WARREN, G. A., & HAL, C. (2014). On the Comparative Allocation of Biomass, and Nutrients in Plants. *The Ecological Society of America*, 982 - 991.

ANEXO

Anexo 01. cuadro de frecuencia del comportamiento de forrajeo (polinizadores, robadores de polen y visitantes).

		tipo2			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Visitante	56	27,9	27,9	27,9
	Robador de polen	16	8,0	8,0	35,8
	Polinizador	129	64,2	64,2	100,0
	Total	201	100,0	100,0	

Anexo 02. Cuadro de frecuencia del comportamiento de forrajeo (polinizadores, robadores de polen y visitantes).

Tabla cruzada insecto*tipo2

Recuento

		tipo2			
		Visitante	Robador de polen	Polinizador	Total
insecto	Ruizanthellia sp	0	4	8	12
	Epicauta Shiscaii	6	1	0	7
	Sarcophagidae	25	5	1	31
	Bombus sp	0	0	23	23
	Kelita sp	0	0	43	43
	Astylus subannulatus	12	1	7	20
	Allograpta sp	13	5	17	35
	Bombus funebris	0	0	30	30
	Total	56	16	129	201

Anexo 03. Cuadro de frecuencia del comportamiento de forrajeo (polinizadores, robadores de polen y visitantes por visitante floral).

		insecto			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ruizanthellia sp	12	6,0	6,0	6,0
	Epicauta Shiscaii	7	3,5	3,5	9,5
	Sarcophagidae	31	15,4	15,4	24,9
	Bombus sp	23	11,4	11,4	36,3

Kelita sp	43	21,4	21,4	57,7
Astylus subannulatus	20	10,0	10,0	67,7
Allograpta sp	35	17,4	17,4	85,1
Bombus funebris	30	14,9	14,9	100,0
Total	201	100,0	100,0	

Anexo 04. Actividad de forrajeo según fecha de observación

Tabla cruzada insecto*sp_papa*fecha

Recuento

fecha			sp_papa		Total
			Silvestre	Cultivada	
Día 1	insecto	Ruizanthellia sp	1		1
		Epicauta Shiscai	5		5
		Sarcophagidae	1		1
		Allograpta sp	3		3
		Total	10		10
Día 2	insecto	Ruizanthellia sp	4	6	10
		Epicauta Shiscai	0	1	1
		Sarcophagidae	2	8	10
		Bombus sp	13	8	21
		Kelita sp	15	3	18
		Astylus subannulatus	3	10	13
		Allograpta sp	13	7	20
		Bombus funebris	15	11	26
Total	65	54	119		
Día 3	insecto	Epicauta Shiscai	0	1	1
		Sarcophagidae	4	3	7
		Bombus sp	0	1	1
		Kelita sp	11	6	17
		Astylus subannulatus	0	2	2
		Allograpta sp	0	4	4
		Bombus funebris	0	1	1
Total	15	18	33		
Día 4	insecto	Ruizanthellia sp	0	1	1
		Sarcophagidae	0	13	13
		Bombus sp	0	1	1
		Kelita sp	3	5	8
		Astylus subannulatus	5	0	5
		Allograpta sp	0	8	8
		Bombus funebris	3	0	3

	Total		11	28	39
Total	insecto	Ruizanthellia sp	5	7	12
		Epicauta Shiscai	5	2	7
		Sarcophagidae	7	24	31
		Bombus sp	13	10	23
		Kelita sp	29	14	43
		Astylus subannulatus	8	12	20
		Allograpta sp	16	19	35
		Bombus funebris	18	12	30
	Total		101	100	201

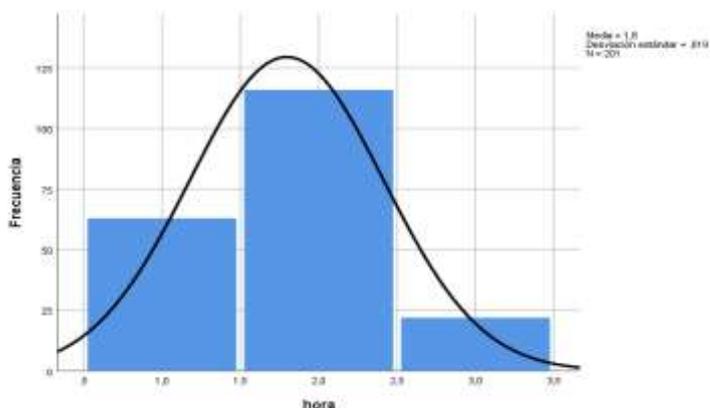
Anexo 05. Prueba de normalidad para realizar el ANOVA (horario de actividad de forrajeo).

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		hora
N		201
Parámetros normales ^{a,b}	Media	1,80
	Desv. Desviación	,619
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,316
	Positivo	,261
	Negativo	-,316
Estadístico de prueba		,316
Sig. asintótica(bilateral)		,000 ^c

- La distribución de prueba es normal.
- Se calcula a partir de datos.
- Corrección de significación de Lilliefors.

Anexo 06. Grafica de normalidad para realizar el ANOVA (horario de actividad de forrajeo).



Anexo 07. ANOVA de horario de actividad de forrajeo.

ANOVA

insecto

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2,257	2	1,129	,145	,865
Dentro de grupos	1542,499	198	7,790		
Total	1544,756	200			

Anexo 08. Cuadro de horario de actividad de forrajeo

Tabla cruzada insecto*sp_papa*hora

Recuento

hora	insecto	sp_papa	sp_papa		Total
			Silvestre	Cultivada	
9:00 a 11:59 horas	Ruizanthellia sp		1	2	3
	Epicauta Shiscaii		2	1	3
	Sarcophagidae		4	7	11
	Bombus sp		8	1	9
	Kelita sp		10	6	16
	Astylus subannulatus		1	5	6
	Allograptia sp		5	7	12
	Bombus funebris		2	1	3
	Total		33	30	63
12:00 a 14:59 horas	Ruizanthellia sp		4	4	8
	Epicauta Shiscaii		3	1	4
	Sarcophagidae		3	17	20
	Bombus sp		5	5	10
	Kelita sp		19	5	24
	Astylus subannulatus		7	7	14
	Allograptia sp		11	8	19
	Bombus funebris		16	1	17
	Total		68	48	116
15:00 a 16:59 horas	Ruizanthellia sp			1	1
	Bombus sp			4	4
	Kelita sp			3	3
	Allograptia sp			4	4
	Bombus funebris			10	10

	Total			22	22
Total	insecto	Ruizanthellia sp	5	7	12
		Epicauta Shiscaii	5	2	7
		Sarcophagidae	7	24	31
		Bombus sp	13	10	23
		Kelita sp	29	14	43
		Astylus subannulatus	8	12	20
		Allograpta sp	16	19	35
		Bombus funebris	18	12	30
	Total		101	100	201

Anexo 09. Formato de preguntas de la entrevista.

Datos personales:

Fecha:

Nombre: _____ Edad _____

Sexo: _____ Lugar de nacimiento _____

Localidad _____

Conocimientos tradicionales de los agricultores

Para documentar los conocimientos tradicionales de los agricultores se realizarán entrevistas y encuestas de la **siguiente manera**.

Entrevista tradicional del manejo agrícola

Localización

Identificación de los lugares donde existe la población de especies silvestres.

Procedimiento: Revisar previamente, estudios previos si encaso existiera de las zonas donde posiblemente hay estas especies silvestres dentro de la zona de estudio.

Marcar puntos con GPS donde se observan especies silvestres

Las preguntas se realizarán en el siguiente contexto

FILOLOGÍA QUECHUA NOMBRES LOCALES:

¿Cuál es forma de expresión y nomenclatura de las especies silvestres?

Uso

¿Por qué lo conservan?, ¿para qué lo usan?, si son para rituales, alimenticio u otro, ¿cundo recurren a ellos? ¿de quién lo aprendieron su uso? ¿hace cuánto tiempo lo mantienen a lado de sus chacra?

La población de especies silvestres de papa es la misma cantidad de años atrás.

En las Chacras, cada año hay la misma cantidad de población de las especies silvestres, ¿A qué se debe la disminución de población?

Uso de parientes silvestres

nombre vulgar	Categoría de uso	parte de la planta	forma de empleo	propiedades
	Medicina		Infusión	

Manejo

Como se introdujeron las especies silvestres, porque lo mantienen cerca de sus chacras.

Si se desarrollan con el mismo vigor que las cultivadas, la época de floración son las mismas, si les ataca alguna enfermedad.

Anexo 10. Formato de preguntas de la encuestas

Datos personales:

Fecha:

Nombre: _____ Edad _____

Sexo: _____ Lugar de nacimiento _____

Localidad _____

1.-¿Tiene algún conocimiento de las especies silvestres de tubérculos andinos en la zona?

a) Si

b) No

2.-¿Cuáles?

.....

3.- ¿en qué lugar cresen?

a) en las pircas

b) en medio de las chacras

c) en las rocas

d) otros

Especifique.....

4.- Cuando crese en medio o a lado de la chacra dejas que se desarrolle?

a) SI

b) No

¿Por qué?

.....

5.-¿en qué época del año empiezan a crecer?

a) época de barbecho

b) cuando empiezan a sembrar

c) temporadas de aporque

d) otros

Especifique.....

6.- ¿qué beneficio obtienes al dejar que se desarrollen?

a) medicinal

b) alimenticio

c) rituales

d) otros

Especifique.....

7.-¿UD realiza alguna actividad de propagación?

a) si

b) no

¿Por qué?

8.-¿cree UD la cantidad de especies silvestres a disminuido hasta la fecha?

a) si

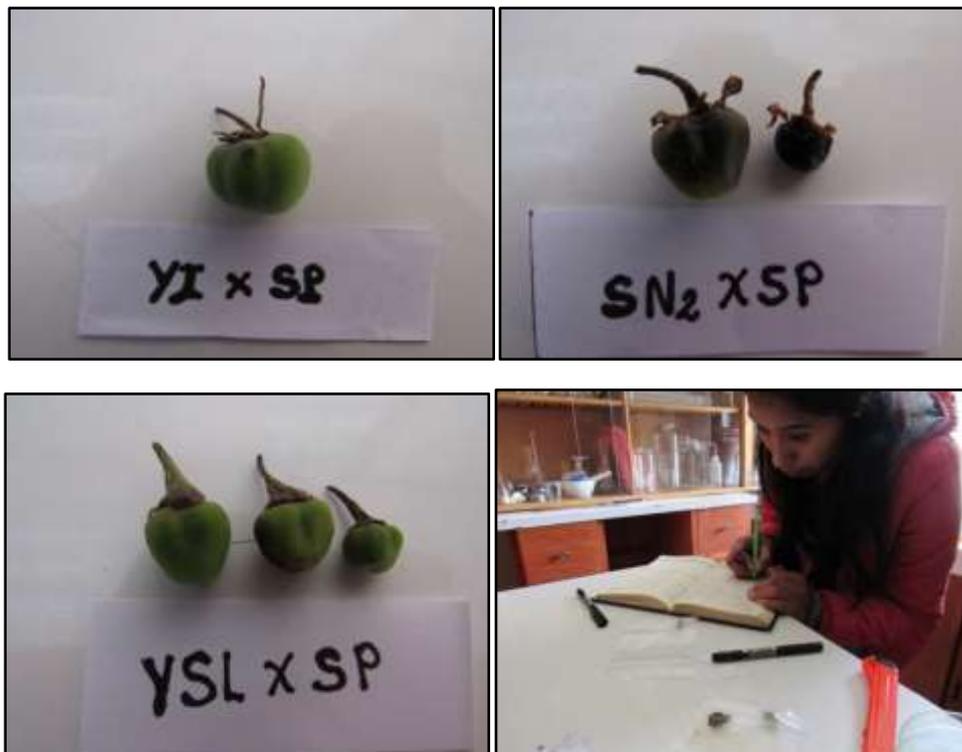
b) no

¿Por qué cree UD?.....

Anexo 11. Fotografía de los embolsados después de la cruce de variedades nativas y sus parientas silvestres.



Anexo 12. Fotografía de los embolsados después de la cruce de variedades nativas y sus parientas silvestres.





Anexo 13. Fotografía de obtención de semilla después de la cruce de variedades nativas y sus parientas silvestres.

