



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Viceministerio de Desarrollo
Estratégico de los Recursos
Naturales

Dirección General de Diversidad
Biológica

INFORME FINAL

CONTRATO N° 003-2017-MINAM-OGA

Servicio de consultoría para la elaboración del mapa, análisis socioeconómico y de organismos y microorganismos de aire y suelo y lineamientos para la conservación de la diversidad genética de la papa

31 de agosto del 2017

Equipo técnico de la consultoría

Nombre y Cargo

- Raúl José Anguiz Chuquichanca, Jefe de Equipo Técnico
- Hermenegildo Huaquisto Ccapa, Especialista en Entomología
- Mercy Paoli Rojas Moreno, Especialista Microbiología

Equipo de Apoyo

- Ing. Luis Abraham Gomero Osorio, Asesor Producción Ecológica
- Ing. Celfia Obregón, Asesora Cadenas Productivas
- Dr. Alfonso Del Río, Especialista en Mejoramiento Genético y Taxonomía
- Econ. Roger Benigno Flores Rojas, Cadenas productivas y Planes de negocios

ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS

ABSPI: Agricultural Biotechnology Support Project I, EEUU
ABSPII: Agricultural Biotechnology Support Project II, EEUU
ADERS-Perú: Asociación para el Desarrollo Sostenible del Perú
AGERI: Agricultural Genetic Engineering Research Institute, Egipto
Andes: Asociación Andes
Arariwa: Asociación Arariwa, Perú
ARC-VOPI: Agricultural Research Council -
Vegetable and Ornamental Plant Institute,
Sudáfrica
BARI: Bangladesh Agricultural Research Institute, Bangladesh
BASF: Baden Aniline and Soda Factory, Alemania
BBSRC: Biotechnology & Biological Sciences Research Council, Reino Unido
ESP026: Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros
Agrónomos. Banco de Germoplasma
CCTA: Coordinadora de Ciencia y Tecnología en los Andes
CEDINCO: Centro de Desarrollo Integral de Comunidades
CENAGRO: Censo Nacional Agropecuario
CGN: Center for Genetic Resources, Holanda
CIB: Corporación de investigaciones biológicas, Colombia
CIP: Centro Internacional de la papa, Perú
CONABI: Comisión Nacional Asesora en Biotecnología Agropecuaria, Argentina
CONAM: Consejo Nacional del Medio Ambiente, Perú
CONICET: Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular
Argentina
CPC: Colección de Papa de la Nación del Instituto James Hutton, Perú
CPRI: Central Potato Research Institute, India
CSIRO: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia
CRIBA: Centro Regional de Investigación de la Biodiversidad Andina
CZE027: Potato Research Institute Havlickuv Brod Ltd.
DGDB: Dirección General de Diversidad Biológica del Ministerio, Perú
DEU159: External Branch North of the Department Genebank, IPK, Potato Collection in
Gross-Luesewitz
DEU146: Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research-Genebank
DRA: Dirección Regional de Agricultura, Perú
DuRPh: Durable Resistance against Phytophthora, Holanda
IAARD: Indonesian Agency for Agricultural Research and Development, Indonesia
ICABIOGRAD: Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources
Research and Development, Indonesia
ICAR: Indian Council of Agricultural Research, India
INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática
INIA: Instituto Nacional de Innovación Agraria, Perú
INIA: Instituto Nacional de Investigación Agraria, Chile
INIA: Instituto Nacional de Investigación Agraria, Perú
IPACA: Instituto de Papa y Cultivos Andinos
IVEGRI: Indonesian Vegetable Research Institute, Indonesia
MIDIS: Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social
MINAGRI: Ministerio de Agricultura y Riego
MINAM: Ministerio del Ambiente, Perú
MSU: Michigan State University, EEUU

NLD037: Centre for Genetic Resources, the Netherlands Plant Research International
NLD020: Botanical Garden, University of Nijmegen
NRSP-6: Potato Germplasm Introduction Station, USDA-ARS, EEUU
ONG: Organismos No Gubernamentales
OVM: Organismo Vivo Genéticamente Modificado
PICTIPAPA: International Potato Late Blight Testing Program, Mexico
PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PROINPA: Programa de Investigación de la Papa, Bolivia
RNPNP: Registro Nacional de Papa Nativa Peruana, Perú
RUS001: Vavilov All-Russian Scientific Research Institute of Plant Industry
SCRI: Scottish Crop Research Institute, Reino Unido
SENASA: Servicio Nacional de Sanidad Agraria, Perú
SERNAMP: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Perú
SMC: Sathguru Management Consultants Pvt. Ltd., India
UNALM: Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú
UNAS: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Perú
UNASAM: Universidad Nacional Santiago Atunéz de Mayolo de Ancash, Perú
UNC: Universidad Nacional de Cajamarca, Perú
UNC: Universidad Nacional de Colombia, Colombia
UNCP: Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú
UNDAC: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Perú
UNFV: Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú
UNH: Universidad Nacional de Huancavelica, Perú
UNHEVAL: Universidad Nacional de Huánuco Hermilio Valdizán, Perú
UNMSM: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú
UNP: Universidad Nacional de Piura, Perú
UNPRG: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú
UNSAAC: Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco, Perú
UNSCH: Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga, Perú
UNT: Universidad Nacional de Trujillo, Perú
USAID: United States Agency for International Development, EEUU
USA004: Potato Germplasm Introduction Station, USDA-ARS
UW: University of Wisconsin-Madison, EEUU
VIR: Instituto de Investigación de Industria Vegetal Vavilov, Perú
YANAPAI: Grupo Yanapai

Índice

	Pag.
RESUMEN EJECUTIVO	10
1. INTRODUCCIÓN	16
2. ANTECEDENTES	17
3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	19
4. ENFOQUE Y ALCANCE DEL ESTUDIO	19
5. ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA	19
6. RESULTADOS FINALES OBTENIDOS	22
6.1. BIOLOGIA Y BIODIVERSIDAD	22
TAXONOMIA DE LA BIODIVERSIDAD DE ESPECIES DE PAPA.....	23
6.2. PRODUCCION TRADICIONAL, CONVENCIONAL, ORGANICA Y OTROS ..	62
6.3. ESTUDIO DE ORGANISMOS BLANCO Y NO BLANCO	77
6.4. ECOLOGIA Y AGROECOLOGIA	104
6.5. FLUJO DE GENES	114
6.6. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	124
6.7. ORGANISMOS VIVOS MODIFICADOS	133
7. MARCO CONCEPTUAL	141
7.1. BIOLOGIA Y BIODIVERSIDAD	141
7.2. PRODUCCION TRADICIONAL, CONVENCIONAL, ORGANICA Y OTROS ..	142
7.3. ESTUDIO DE ORGANISMOS BLANCO Y NO BLANCO	142
7.4. ECOLOGIA Y AGROECOLOGIA	144
7.5. FLUJO DE GENES.....	145
7.6. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	146
7.7. ORGANISMOS VIVOS MODIFICADOS	147
8. LINEAMIENTOS CONSERVACION BIODIVERSIDAD PAPA.....	149
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	164
10. GLOSARIO	169
11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	171

Indice de cuadros

	Pag.
Cuadro N° 01: Distribución de regiones, provincias y distritos para la toma de muestras en campo	19
Cuadro N° 02: Resumen de la clasificación taxonómica de las especies cultivadas de papa.	26
Cuadro N° 03: Lista de especies silvestres del género <i>Solanum</i> . Hawkes 1990.	28
Cuadro N° 03A: Lista de especies silvestres endémicas de Perú del género <i>Solanum</i> . Hawkes 1990.	38
Cuadro N° 03B: Lista de especies silvestres del género <i>Solanum</i> . Hawkes 1990. Perú y otros.	42
Cuadro N° 04: Lista de especies cultivadas del género <i>Solanum</i> . Hawkes 1990.	43
Cuadro N° 05: Lista de especies cultivadas endémicas de Perú del género <i>Solanum</i> . Hawkes 1990	43
Cuadro N° 06: Comunidades que participan en ferias regionales y nacionales de Papa Nativa. 2017.	47
Cuadro N° 07: Relación de variedades nativas registradas en RNPNP.	49
Cuadro N° 08: Localidades de la Región Cusco con mayor diversidad de Papas Nativas.	51
Cuadro N° 09: Localidades en las Regiones Cajamarca, Ancash, Huánuco, Pasco, Junin, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac y Puno con mayor diversidad de Papas Nativas.	53
Cuadro N° 10: Técnicas tradicionales identificadas en la producción de papas nativas en los andes del Perú.	63
Cuadro N° 11: Producción tradicional-prácticas agrícolas identificadas.	65
Cuadro N° 12: Producción convencional-prácticas agrícolas identificadas.	67
Cuadro N° 13: Variedades de papa mas comerciales en el Perú.	68
Cuadro N° 14: Descripción de Iso sistemas de producción orgánica de papa en Pazos-Huancavelica	70
Cuadro N° 15: Consolidado de SGP en las regiones. Periodo 2016-2017	72
Cuadro N° 16: Consolidado de Ecoferias por región. 2017.	73
Cuadro N° 17: Ecoferias promovidas en Lima Metropolitana -ANPE 2017	74
Cuadro N° 18: Plagas que afectan al cultivo de papa en la región andina-Perú.	78
Cuadro N° 19: Resumen de las plagas identificadas en la evaluación de campo	86

Cuadro N° 20: Enfermedades frecuentes en la región andina y medidas de control	88
Cuadro N° 21: Resumen de enfermedades identificadas en la evaluación de campo	89
Cuadro N° 22: Resumen de organismos blanco y no blanco en contrados en las cinco regiones muestreadas	92
Cuadro N° 23: Valores promedio de las características fisicoquímicas de los suelos de las cinco regiones muestreadas	93
Cuadro N°24: Población promedio de mohos, actinomicetos, <i>Pseudomonas</i> sp. en la rizósfera de la papa y población promedio de mohos y levaduras, actinomicetos y <i>Bacillus</i> sp. En hojas de papa procedentes de cinco regiones	94
Cuadro N° 25: Listado de géneros de bacterias, actinomicetos y hongos presentes en el proceso de compostaje	100
Cuadro N° 26: Clasificación ecológica de los puntos de muestreo de papa.	104
Cuadro N° 27: Zonas agroecológicas de producción de papa.	165
Cuadro N° 28: Relación de papas transgénicas por variedad	134
Cuadro N° 29: Relación de líneas transgénicas de papas comerciales y lugares de evaluación.	134
Cuadro N° 30: Países con eventos OVM de papa autorizadas para consumo y/o procesamiento..	137
Cuadro N° 31: Clasificación taxonómica y principales capacidades los grupos bacterianos aislados en las cinco regiones.	143
Cuadro N° 32: Clasificación taxonómica y principales capacidades los grupos de hongos aislados en las cinco regiones	144

Indice de gráficos

	Pag.
Grafico N° 01: Flujograma del proceso de actividades	20
Grafico N° 02: Estacionalidad de la producción de papa 2012-2016	125
Grafico N° 03: Producción de papa por regiones.	126
Grafico N° 04: Rendimiento promedio por hectarea	126
Grafico N° 05: Precio promedio en chacra de la papa e índice 2012-2016	127
Grafico N° 06: Características de la papa OVM	136
Grafico N° 07: Características de la papa OVM en el mercado	137

Indice de Mapas

	Pag.
Mapa N° 01: Zonas de mayor distribución de <i>Solanum</i> spp. por departamento.	46
Mapa N° 02: Zonas de mayor distribución de especies silvestres y cultivadas por departamento.	47
Mapa N° 03: Zonas de mayor distribución de especies silvestres endémicas de <i>Solanum</i> por departamento	48
Mapa N° 04: Zonas/localidades de mayor distribución de Papas Nativas por departamento.	57
Mapa N° 05: Distribución altitudinal de las Papas Nativas en el Perú	58
Mapa N° 06: Distribución de papas silvestres y nativas en el Perú.	59
Mapa N° 07: Distribución de enfermedades identificadas en las cinco regiones en estudio contrastadas con la información oficial del SENASA	91

Anexos*

Anexo 01: Acta de reuniones realizadas

Anexo 02: Base de datos y mapas especies silvestres cultivadas papa

Anexo 03: Base de datos de fotografías y archivo fotográfico

Anexo 04: Formato de encuestas realizados

Anexo 05: Fichas de las encuestas realizadas por región

Anexo 06: Ficha de recolección de especímenes de insectos y microorganismos

Anexo 07: Acta de entrega y recepción de los especímenes recolectados a museos o laboratorios de reconocido prestigio.

Anexo 08: Archivo en PPT de la exposición de resultados de la consultoría.

Anexo 10: Base de datos mapas senasa plagas enfermedades papa.

Anexo 11: Base de datos mapas resultados microbiológicos.

Anexo 12: Base de datos mapas papa nativa.

Anexo 13: Videos entrevistas regiones.

*Los anexos se adjuntan en formato digital.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento es el Informe Final del “*Servicio de consultoría para la elaboración del mapa de análisis socioeconómico y de organismos y microorganismos del aire y suelo y lineamientos para la conservación de la diversidad genética de la papa*” que tiene como área usuaria a la Dirección General de Diversidad Biológica (DGDB), dentro del marco de la Ley N° 29811 que establece la Moratoria al Ingreso y Producción de Organismos Vivos Modificados al Territorio Nacional por un Período de 10 años y su Reglamento; específicamente dentro de lo estipulado por el Art. 2 que define la finalidad de “fortalecer las capacidades nacionales, desarrollar la infraestructura y generar las líneas de base respecto de la biodiversidad nativa”.

El estudio es a nivel nacional y se ha revisado toda la información existente sobre papa respecto a: Biología y biodiversidad, Sistemas de producción de papa, Organismos blancos y no blancos, Ecología y agroecología, Flujo de genes, Caracterización socioeconómica – cultural y Organismos vivos modificados, sobre esta información secundaria se ha actualizado hasta la fecha la información disponible en las diferentes bases de información.

Así también se incluye la información primaria obtenida de campo en 05 regiones del país, contrastadas con información secundaria, las cuales fueron seleccionadas considerando los siguientes criterios: regiones reconocidas y documentadas como centros de agrobiodiversidad de papa, con diferentes sistemas de producción y articuladas al mercado en cadenas productivas de papas comerciales y nativas, estas son: Cajamarca, Huánuco, Huancavelica, Lima y Puno. En esta etapa de la Consultoría se desarrolló cinco temas: Sistemas de producción de papa, Organismos blancos y no blancos, Ecología y agroecología, Caracterización socioeconómica – cultural y Organismos vivos modificados. En lo referente a los temas de: Biología y biodiversidad y Flujo de Genes, sólo se presenta la información secundaria contrastada con lo observado sobre estos temas en las zonas del ámbito de esta Consultoría.

Mayor información sobre los temas, base de datos, mapas, bibliografía y actividades desarrolladas en la presente Consultoría se encuentran en forma digital en los Anexos correspondientes a cada Tema así como la Base de Datos Fotográficos y Videos de las inspecciones y reuniones técnicas (Taller, reuniones y entrevistas con especialistas y autoridades regionales y locales, etc).

1. Biología y Biodiversidad. La lista de mecanismos adaptativos que tienen las especies de *Solanum* expresados como tolerancias a estreses abióticos y como resistencias a plagas y enfermedades es muy abundante. Es claro que los hábitats donde la papa existe en forma natural o donde las variedades nativas fueron domesticadas, están sujetas a diversos tipos de presión selectiva. En naturaleza hay una dinámica co-evolutiva donde hospederos y patógenos luchan constantemente por superar los mecanismos defensivos o por desarrollar variantes en los modos de infección o infestación. Esta información es muy importante en los esfuerzos de protección y conservación ya que ayudaría a establecer estrategias adecuadas en conservación de recursos biológicos (Bamberg y del Rio 2005). Por ello es crítico tener conocimiento actual de la capacidad de adaptación de especies cultivadas y silvestres de papa. Un aspecto importante recae en los rangos y limitaciones de la capacidad de adaptación en cada uno de estos grupos de especies. La posibilidad de encontrar variación genética extrema en especies silvestres o dicho de otro modo, de encontrar variación genética con impacto en su capacidad de adaptación así como con importancia en usos económicos, ha hecho que

científicos a nivel global hayan puesto esfuerzos para entender los mecanismos biológicos, genéticos, fisiológicos, etc. detrás de estas variaciones genéticas.

Por fines prácticos de consistencia con la clasificación taxonómica de bancos y herbarios del Perú se usará la clasificación de Hawkes (1990) por ser la más reconocida y aceptada a nivel académico global, además toda la información de fuentes de resistencia a estreses bióticos y abióticos han sido en especies silvestres identificadas y caracterizadas mediante la Taxonomía de Hawkes.

2. Sistemas de producción de papa. En nuestro país existen alrededor de 54 tecnologías tradicionales en la cadena productiva de la papa. Estas tecnologías son conservadas principalmente por pequeños agricultores de subsistencia, quienes carecen de recursos económicos o no tienen acceso a mercados donde puedan adquirir los insumos externos (J.Caycho – Ronco et al, 2007, Estudio de sistemas de producción tradicional de papa en los andes de Perú, Bolivia y Ecuador). La agricultura moderna o convencional, en el Perú, se inició por los años 50 con cambios tecnológicos en forma acelerada para la producción comercial de las variedades modernas de papa, a través de sus paquetes tecnológicos, se desarrolló principalmente en la costa y valles interandinos de nuestro país, desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm. La agricultura orgánica es la conjunción de prácticas ancestrales- como el cultivo mixto, el manejo de los pisos ecológicos, la rotación y descanso de las tierras de cultivo (con la finalidad de conservar los suelos fértiles), abono orgánico, entre otros, vinculadas a tecnologías como el biol, el manejo fisiotécnico de suelos, el compost, entre otros (CATIE, et. al, 2013). Desde el 2005, la Asociación Nacional de Productores Ecológico del Perú – ANPE viene implementando en el país el Sistema de Garantía Participativa (SGP), como una opción alternativa para asegurar el carácter orgánico de la producción en toda la cadena agroeconómica, entre estas las papas nativas y modernas. Es reciente contar con campos de papa nativa con certificación orgánica, un ejemplo al respecto es AGROPIA en Pazos Huancavelica, que como cooperativa cuenta con certificación orgánica en la Producción, Transformación y Comercialización de hojuelas de papas nativas de color, los certificó ECOCERT.

De los tres tipos de producción reportadas, en las 05 regiones, el mayor porcentaje es del sistema tradicional seguida del convencional y escasamente de producción orgánica, existe una tendencia en la producción bajo el Sistema de Garantía Participativa (SGP).

a) Producción bajo sistema tradicional, este sistema se encontró en las comunidades visitadas del distrito de llave en la provincia del Collao y en San José en Azángaro en Puno; por otra parte, también se encontró en las comunidades de los distritos de Paucará en la provincia de Acobamba y Pazos en Tayacaja en Huancavelica, en ambas regiones la biodiversidad de las papas nativas se siembra mayormente de 3,500 a 4,200 m.s.n.m., bajo enfoque agroecológico sin uso de insumos externos.

b) Producción orgánica de papa nativa certificada, se constató *in situ* sólo en las comunidades de Pazos en Tayacaja-Huancavelica, donde están involucrados 120 productores organizados en la Cooperativa Agraria AGROPIA Ltda. Sin embargo, a través del ANPE existe un creciente interés y esfuerzo en integrar a los agricultores en el Sistema de Garantía Participativas (SGP) para el mercado nacional así como promocionar el consumo de papas nativas mediante Ecoferias tanto en las regiones como en Lima.

c) En cuanto a la producción convencional, en las comunidades visitadas en Puno, Huancavelica, Huánuco y Cajamarca se encontró en las zonas bajas, donde utilizan variedades comerciales nativas y modernas, predomina el uso de fertilizantes y agroquímicos para el control de plagas y enfermedades. Para el caso de la Región Lima este tipo de producción es la única que encontramos.

3. Organismos blanco y no blanco. De acuerdo al compendio de enfermedades de papa de Hooker, W. (Ed.) existen 82 patógenos que afectan al cultivo de papa. De acuerdo a Alata (1973) los insectos registrados en el cultivo de papa son 86.

Según la base de datos del SENASA (2017) sobre Plagas y Enfermedades en el cultivo de papa en Perú no refleja la real situación fitosanitaria del cultivo de papa y no está actualizada, por ejemplo, en los departamentos de Puno y Huancavelica se reportan 648 registros (579 y 69 respectivamente). En Puno del total de registros que son 579: 427 son de nemátodos, 114 plagas insectiles, 26 hongos fitopatógenos, 10 virus y 02 malezas. Para el caso de Huancavelica son 69 registros de los cuales 61 corresponden a nemátodos, 06 hongos fitopatógenos y 02 virus, no hay registro de plagas insectiles. Un caso notorio es para el departamento de Lima donde sólo está registrado el problema de Virosis y nemátodos, mas no los problemas de patógenos fungosos.

Las plagas insectiles más frecuentes en las regiones de sierra fueron: *Premotrypes* spp., *Phthorimaea operculella* y *Epitrix* spp., la población de controladores fue muy baja se observó con mayor frecuencia en los campos con papa nativa la presencia de polinizadores (abejorros y abejas). Las medidas de control fueron mayormente culturales (rotación de cultivo, barbecho, aporques altos, etc) y escasamente el control químico. Para el caso de la Región de Lima el problema principal fue *Prodiplosis longifila* y las medidas de control son mayormente con insecticidas.

Para el caso de enfermedades, se observó en las cuatro regiones de sierra problemas en el follaje con manchas foliares causadas por *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*, y en suelo problemas en los tubérculos afectados por *Synchytrium endobioticum*. Cabe resaltar la presencia de Roya *Aecidium cantense* observada sólo en la localidad de Chorrera, Celendin-Cajamarca causando serios problemas al cultivo de papa. Las medidas de control más utilizadas, dependiendo si el problema se presenta en estado vegetativos o floración para el caso de manchas foliares, fue el uso de fungicidas y para problemas en los tubérculos fue la rotación y barbecho.

Para el caso de microorganismos del suelo y aire (follaje) se analizaron por grupos de micororganismos que fueron bacterias, actinomicetos y mohos/levaduras. De los microorganismos de suelo son más importantes las bacterias y los actinomicetos por ser los más abundantes y que son responsables de la mayor parte de la descomposición inicial de la materia orgánica. En la mayoría de los casos, **predominan las bacterias** (*Bacillus*, *Pseudomonas* y *Actinomicetos*). La cantidad de bacterias que se van a encontrar depende de muchos factores como son: la temporada, el tipo de suelo, la vegetación, el contenido de humedad, el tipo de labranza y fertilización.

El componente microbiano del suelo es importante para la salud de los ecosistemas. Los procesos agrícolas, así como el manejo de los recursos vegetales inciden sobre este componente afectando tanto a su biodiversidad como a la densidad de las poblaciones

microbianas implicadas; los resultados a mediano y largo plazo pueden ser la pérdida de fertilidad de los suelos y su progresiva degradación (Calvo et. al, 2008).

Los resultados obtenidos demuestran que existe una gran biodiversidad interespecifica de estos grupos microbianos, ya que se pudo encontrar los mismos grupos en las cinco regiones diferentes del Perú. Además se comprobó que la población y composición de la misma, fue alterada drásticamente en función al Sistema de producción del cultivo de papa, en campos con producción tradicional fue mayor y compleja la composición de estos grupos de microorganismos y macrofauna, que los campos de producción convencional tanto en sierra como en costa, especialmente debido a la aplicación frecuente de fertilizantes sintéticos y plaguicidas químicos al suelo así como al follaje de las plantas de papa.

4. Ecología y Agroecología. Sobre el análisis ecológico o de ecosistemas, la papa (*Solanum tuberosum*) en el Perú se cultiva en las regiones de costa y sierra entre los 0 y 4,200 msnm (MINAGRI 2017). En el presente estudio se ha evaluado y recolectado información de campos de papa desde los 60 msnm hasta los 4,200 msnm.

Según la clasificación de Pulgar Vidal, en el punto de recolección de papas más bajo en un rango altitudinal de 60 hasta 140 msnm, corresponde al piso ecológico de la región costa o chala, correspondiente a la zona de vida de desierto – Subtropical (d-S).

En cuanto al agroecosistema o zona agroecológica donde se ubica el cultivo y las plantas de papa, se ha considerado la clasificación agroecológica que hace Tapia M. (1996), en sub regiones. La zonificación agroecológica de la Sierra considera seis subregiones (SR) se basa en definir variables no modificables como la ubicación geográfica, latitud, fisiografía y la orientación. Cuando se incluyen parámetros como la altitud, el índice de precipitación, características topográficas y la principal vocación agropecuaria, se pueden diferenciar 18 zonas agroecológicas (ZAE); estas pueden ser modificadas y variar en su productividad (Tapia, 2013).

Se identifican las zonas agroecológicas de producción de papas, en la zona de muestreo, se puede reconocer que en la zona de costa o región chala (Cañete y valle de Chillón) se realiza una producción convencional de papas y el nivel tecnológico es alto. Mientras que en las zonas agroecológicas de Cajamarca el nivel de tecnología para la producción de papas es medio, se produce una producción tradicional orientada al mercado y autoconsumo. En Huancavelica y Puno se ha registrado un nivel de tecnología de bajo a medio en la producción de papa y se encuentra generalmente ligado a la conservación de la diversidad de papa.

5. Flujo de Genes. Investigaciones en papa han mostrado que el flujo de genes entre especies cultivadas y silvestres puede ocurrir a lo largo del tiempo. El flujo de genes entre cultivares mejorados fértiles, cultivos tradicionales y papas silvestres es biológicamente posible dado que las barreras interespecificas son permeables en el genoma de la papa, y que en varios lugares papas mejoradas co-existen con nativas y silvestres. Sin embargo, no se sabe mucho sobre las condiciones y escenarios que pueden llevar a la naturalización exitosa posterior al flujo de genes. Se requiere de: (1) germinación de semilla botánica, (2) establecimiento inicial de híbridos, (3) sobrevivencia de híbridos, (4) incorporación en la población de cultivares por los agricultores. La capacidad de sobrevivencia de un híbrido es una función de su capacidad de competir con la flora endógena (poblaciones maleza) y de adaptación al ambiente (clima, suelo, manejo). El potencial impacto de los cultivos transgénicos sobre la biodiversidad, por medio del cruzamiento con variedades nativas, introducidas y agrícolas sexualmente compatibles, es

una de las principales preocupaciones que se abordan en las evaluaciones de riesgo ambiental que llevan a cabo los países antes de permitir el uso de estos cultivos.

6. Caracterización socioeconómica – cultural. Los productores encuestados en las comunidades de las regiones altoandinas de Puno, Huancavelica, Huánuco y Cajamarca, manifestaron sus puntos de vista en relación a la valoración económica, social, cultural y sobre potencial productivo de la diversidad de papas cultivadas y sus parientes silvestres, en especial de las papas nativas en los siguientes aspectos: a) Las papas nativas forman parte del modo de vida de todos los días pasados, presente y del futuro del poblador andino, b) Las papas nativas forma parte de eventos festivos y culturales, ya que se hacen rituales en la siembra y cosecha, ahora se va perdiendo esta costumbre en la población joven, c) Las papas nativas forma parte de la dieta diaria de la familia campesina, d) La biodiversidad de las papas nativas es riqueza. Aquel productor con mayor cantidad de variedades es respetado y valorado por la comunidad, e) Las papas nativas forman parte de la cultura culinaria y alimenticia de la población andina ya de miles de años, f) Las papas nativas radican en sus cualidades culinarias, como el sabor agradable y textura, este valor supera a las papas modernas. g) Muchos de las papas nativas y silvestres lo utilizan como medicina natural, h) En los últimos años, por su valor nutritivo, natural, culinario y diversidad, consideran una esperanza de vida mejor, ya que en los mercados va incrementando la demanda.

En las localidades encuestadas en las cuatro regiones de Sierra (Puno, Huancavelica, Huánuco y Cajamarca) el agricultor papero se caracteriza mayormente por el uso de un sistema de producción tradicional, insumos locales, herramienta tradicional, variedades locales o nativas, minifundista con parcelas repartidas en diferentes lugares sumando en total de 2 a 3 has, produce para autoconsumo, tiene una arraigada costumbre de “conservar” las diferentes variedades de papas nativas, nivel educativo bajo, algunos cuentan con servicios básicos, no recibe asistencia técnica, alta expectativa en un mercado creciente en demanda de papas nativas y el reconocimiento que se les da en especial por la gastronomía y recientemente como conservadores de la biodiversidad de la papa.

En contraste con la región de costa (Lima) donde el sistema de producción es Convencional, que se caracteriza por el uso de mecanización agrícola, uso de variedades modernas, uso de agroquímicos, articulado al mercado, nivel educativo medio a alto, cuenta con los servicios básicos y reciben asistencia técnica por las compañías de agroquímicos.

7. Organismos Vivos Modificados. La importancia de la diversidad de variedades nativas de papa en la Región de Origen no sólo es biológica en el sentido que representa una fuente importante de material genético. Sino también, tiene una importancia socio económica muy relevante que influye en la dinámica económica, relaciones sociales (p.e. selección de cónyuge), seguridad y soberanía alimentaria (autoconsumo), participación de la mujer en la producción e incluso organización comunitaria. El valor socioeconómico y cultural de las variedades de papa nativa tiene una influencia muy importante en la conservación genética (Iriarte et al., 1999). En cuanto al conocimiento de los OVM, en las comunidades de los distritos encuestados en las cinco regiones desconocen lo que son las semillas transgénicas y la consecuencia de su uso. Entre las percepciones recogidas, a partir de los entrevistados están: a) Podrían contaminar su semilla de papa y perderse con el tiempo, b) Papas artificiales, como las modernas que no son como nuestras nativas, c) Desconocemos los impactos que pueden tener en nuestra biodiversidad y salud, por lo tanto es riesgoso introducirlo, d) Para

qué necesitamos semillas transgénicas, si tenemos gran biodiversidad de papas nativas para desarrollar, sólo nos falta mercado.

1. INTRODUCCIÓN

La posibilidad de la liberación al ambiente de OVM con fines de crianza o cultivo ha generado una serie de investigaciones que incluyen no sólo el efecto en el cultivo sino también en su entorno biológico y socioeconómico. Esta preocupación es mayor en aquellos Centros de origen y/o diversidad genética de especies vegetales que son muy importantes en la alimentación humana, como es el caso de la papa.

En el país, el MINAM tiene como Política Nacional del Ambiente dentro de uno de sus objetivos es la bioseguridad para asegurar mecanismos de usos responsable y seguro de la biotecnología moderna y sus productos derivados, así como garantizar la protección de la salud humana, el ambiente y la diversidad biológica durante el desarrollo, uso y aplicación de bienes y servicios de la biotecnológica moderna en el Perú, así como establecer mecanismos para regular, bajo parámetros científicos, toda actividad que involucre el uso de Organismos Vivos Modificados (OVM); asimismo, los lineamientos de política en materia de recursos genéticos incluye impulsar la identificación y protección de las zonas del territorio nacional de elevada diversidad genética.

En este posible escenario es importante elaborar la línea de base de las especies de papa cultivada y sus parientes silvestres que permita una adecuada evaluación, prevención y gestión de los impactos potenciales sobre la biodiversidad nativa de la especie *Solanum*, organismos y microorganismos presentes en estos ecosistemas así como su impacto socioeconómico por la liberación al ambiente de OVM con fines de crianza o cultivo una vez concluida la Ley 29811, Ley que establece la moratoria al ingreso y producción de OVM en el territorio nacional por un periodo de 10 años.

En el presente Informe Final se presenta la información final de los resultados de las cinco regiones consideradas en la Consultoría, contrastando los obtenidos con la información secundaria disponible referidas a los siete temas validando algunas metodología de producción, complementando información fitosanitaria que es dispersa y en algunos casos ausente y reforzando o difundiendo el conocimiento tradicional de los conservacionistas de la papa. Los resultados de los organismos blancos y no blanco es una información de suma importancia y en especial los resultados microbiológicos que es poco conocida y son escasas o ausentes estudios sobre la población de microorganismos del aire (hoja) presentes en la planta de papa. Se presentan propuestas de Taxonomía y Lineamientos de Conservación de la Diversidad de papa enfatizando en las colecciones peruanas de la papa y sus parientes silvestres. Con la información y resultados obtenidos podemos decir que contamos con información relevante y actualizada para el mejor conocimiento de la Línea de base de la Papa en nuestro país.

2. ANTECEDENTES.

La presente consultoría para la “*Elaboración del mapa de análisis socioeconómico y de organismos y microorganismos del aire y suelo y lineamientos para la conservación de la diversidad genética de la papa*” esta siendo ejecutada por la Red de Acción en Agricultura Alternativa - RAAA (Contrato N° 003-2017-OGA), la misma que fue convocada por la Dirección General de Diversidad Biológica (DGDB) del Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM). La consultoría se ejecutará en 150 días calendario habiéndose iniciado el 10 de febrero y concluyendo el 10 de julio del 2017.

El Ministerio del Ambiente es el organismo del Poder Ejecutivo, cuya función general es diseñar, establecer, ejecutar y supervisar la política nacional y sectorial ambiental, asumiendo la rectoría con respecto a ella (Decreto Legislativo N° 1013). Así mismo, como parte de su función de identificar y monitorear los potenciales conflictos socio-ambientales y proponer estrategias de actuación es el encargado de hacer los estudios de base para los cultivos de mayor relevancia en nuestro país que manda la Ley 29811. Esta ley impide el ingreso y producción de organismos vivos modificados al territorio nacional del Perú con fines de cultivo o crianza, incluidos los acuáticos, a ser liberados en el ambiente, por un período de 10 años del 2012 al 2022 de manera que se cuente con información suficiente con la cual tomar decisiones respecto a la liberación de organismos vivos genéticamente modificados al ambiente.

El Perú, además se ha suscrito a varios compromisos internacionales, entre ellos está el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), ratificado por el Perú el 30 de abril de 1993 con Resolución Legislativa N° 261181, que entró en vigencia en 1994. Este convenio es un acuerdo mundial que incluye todos los niveles de diversidad: recursos genéticos, especies y ecosistemas con el objetivo de conservar la biodiversidad, fomentar el uso sostenible de sus componentes y la distribución equitativa de los beneficios provenientes del uso de los recursos genéticos.

Como lo indica el Término de Referencia (TDR) la presente consultoría tiene por Finalidad Pública. Elaborar la línea de base de las especies de papa cultivada y sus parientes silvestres que permita una adecuada evaluación, prevención y gestión de los impactos potenciales sobre la biodiversidad nativa por la liberación al ambiente de Organismos Vivos Modificados (OVM) con fines de crianza o cultivo una vez concluida la Ley 29811, Ley que establece la moratoria al ingreso y producción de OVM al territorio nacional por un periodo de 10 años. Los sectores, instituciones, funcionarios, servidores, investigadores, docentes y estudiantes de todo nivel se verán beneficiados al disponer de información sobre la línea de base de las especies de papa cultivada y sus parientes silvestres, porque permitirá tomar decisiones informadas, así como elaborar propuestas, planes, programas y proyectos de toda índole relacionadas a la papa y sus parientes silvestres, con información relevante.

En el marco de la consultoría el 20 Febrero del 2017 se realizó una reunión con los representantes de la DGDB para exponer el Plan de Trabajo, debidamente calendarizado y organizado. En esta reunión se levantó un Acta de Aprobación del Plan de Trabajo el mismo que luego fue presentado a la DGDB. Así también el 04 de julio se realizó el Taller “Lineamientos para la Conservación de la Diversidad de Papa” con el objetivo de analizar

el marco legal, identificar actores claves, rol y función de las instituciones para definir los Lineamientos para la conservación de la diversidad de la papa cultivada y sus parientes silvestres en el Perú. Posteriormente el 20 de julio, se realizó la presentación de los resultados de la Consultoría al Grupo Técnico de Agrobiodiversidad en el Auditorio del INIA-La Molina. Las Actas respectivas se adjuntan en el Anexo N° 01.

3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

3.1. Objetivo General

Establecer la línea de base de la papa en el Perú, en concordancia con la ley 29811 y su reglamento^a.

3.2. Objetivos Específicos

- a) Conocer aspectos biológicos de capacidad de adaptación de las especies cultivadas y silvestres de la papa, inventario e identificación de las variedades de papa nativa, y actualización de las zonas de elevado nivel de agrobiodiversidad de papa del país.
- b) Identificar y caracterizar tipologías de agricultura de la papa, como la producción tradicional, convencional, orgánica y otras que se pueda identificar con evidencia científica y criterios tecnológicos.
- c) Identificar y caracterizar a los organismos blanco y no blanco asociados al cultivo de papa.
- d) Documentar y analizar información sobre la cruzabilidad o flujo de genes en papas cultivadas y silvestres.
- e) Descripción y caracterización de los ecosistemas donde crecen los parientes silvestres de la papa, también sobre los agroecosistemas donde se cultiva papa en el Perú. Incluyendo estudios sobre la adaptación al cambio climático y estudios sobre escenarios climáticos futuros relacionados al cultivo de papa.
- f) Caracterización socioeconómica y cultural de los productores (agricultores) según la tipología de producción identificada y descrita en el objetivo b.
- g) Reunir y conocer información sobre aspectos técnicos, bioseguridad, efectos directos y de la tecnología asociada al uso de OVM en el cultivo de papa.
- h) Proponer lineamientos para la conservación de la diversidad genética de las especies de papa cultivada y sus parientes silvestres en el Perú.

4. ENFOQUE Y ALCANCE DEL ESTUDIO

El estudio es a nivel nacional para lo que se esta revisando toda la información existente sobre papa respecto a: Biología y biodiversidad, Sistemas de producción de papa, Organismos blancos y no blancos, Ecología y agroecología, Flujo de genes, Caracterización socioeconomica – cultural y organismos vivos modificados. De acuerdo a lo planificado también se levantará información de campo en 05 regiones productoras de papa: Cajamarca, Huánuco, Huancavelica, Lima y Puno.

5. ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA

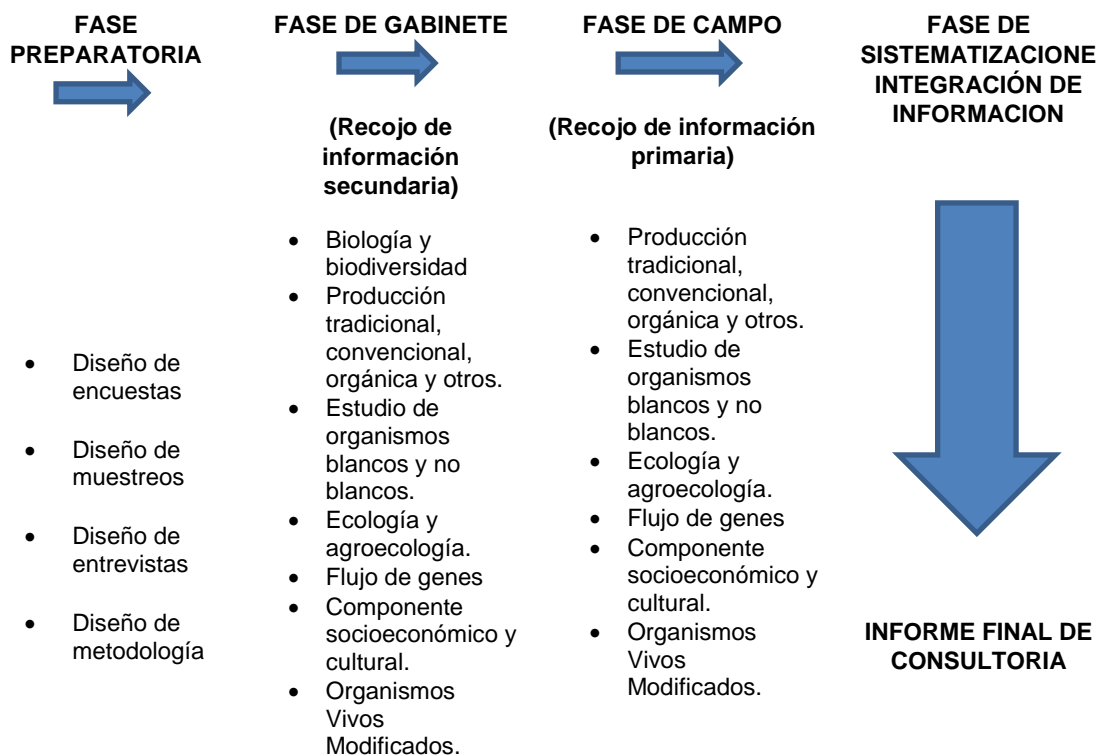
La consultoría comprendió cuatro fases en las cuales en las dos primeras fases se revisaron, sistematizaron y analizaron la información secundaria de las temáticas consideradas en el estudio y posteriormente se tomaron información y datos de las zonas

^a<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29811.pdf>

en estudio generando la información primaria. Finalmente, la fase de sistematización e integración de la información recabada en todo el proceso que tiene como producto el Informe Final de la Consultoría. Ver Flujograma adjunto y Cuadro 1.

Todas las fases se realizaron mediante un proceso transversal y dialogante con los actores claves involucrados en las temáticas de diversidad genética, ecosistemas, sistemas de producción, aspectos socioeconómicos y culturales entre otros. Para el trabajo de campo se seleccionaron 05 regiones que cumplen los sgtes criterios: regiones reconocidas y documentadas como centros de agrobiodiversidad de papa, con diferentes sistemas de producción y articuladas al mercado en cadenas productivas de papas comerciales y nativas, estas regiones son: Cajamarca, Huánuco, Huancavelica, Lima y Puno. En campo se realizaron encuestas y se tomaron muestras de campos con papa y sin papa. Además, en estas regiones se identificaron familias conservacionistas de papa nativa así como diversas instituciones públicas y privadas relacionadas a este cultivo.

Gráfico N° 1. Flujograma del proceso de actividades



Cuadro N° 01: Distribución de regiones, provincias y distritos para la toma de muestras en campo

AGROECOSISTEMA	REGIONES	PROVINCIA	DISTRITO	NÚMERO DE ENCUESTAS	MUESTREO DE SUELOS CON PAPA	MUESTREO DE SUELOS SIN PAPA	MUESTREO DE HOJAS	MUESTREO DE HOJAS PARA ANÁLISIS	MUESTREO DE INSECTOS
SIERRA NORTE	CAJAMARCA	Cajamarca	Encañada	30	5	1	5	5	5
		Cajamarca	Cajamarca	30	5	1	5	5	5
COSTA CENTRO	LIMA	Canta	Santa Rosa de Quives	30	5	1	5	5	5
		Cañete	San Vicente	30	5	1	5	5	5
SIERRA CENTRO	HUANCAVELICA	Acobamba	Paucará	30	5	1	5	5	5
		Tayacaja	Pazos	30	5	1	5	5	5
	HUANUCO	Huánuco	Quisqui	30	5	1	5	5	5
		Pachitea	Molino	30	5	1	5	5	5
SIERRA SUR	PUNO	El Collao	Ilave	30	5	1	5	5	5
		Puno	Capachica	30	5	1	5	5	5
4 Agroecosistemas	5 Regiones	9 provincias	10 Distritos	300 encuestas	50 muestras de suelo con papa	10 muestras de suelo sin papa	50 muestras de hoja	50 Muestras de hojas para análisis	50 muestras de insectos

6. RESULTADOS FINALES OBTENIDOS.

En el presente informe se presenta los resultados e integración de la información secundaria y primaria de los siete ejes temáticos de la presente consultoría como: Biología y biodiversidad, Sistemas de producción, Estudio de organismos blanco y no blanco, Ecología y agroecología, Flujo de genes, Aspecto socioeconómico - cultural y Organismos vivos modificados. Así también se presenta la propuesta de la Línea de base de la diversidad de la papa y sus parientes silvestres en el Perú con fines de bioseguridad.

A continuación, damos cuenta sobre los resultados e integración de resultados por cada eje temático.

6.1. BIOLOGIA Y BIODIVERSIDAD

Hay un consenso generalizado que hoy existen mayores riesgos para la extinción de especies y que los recursos logísticos y económicos para hacer frente a esta crisis son limitados. Lo cual está impactando los métodos de planificación y de estrategias de conservación tanto en organizaciones gubernamentales como en no gubernamentales, así como en entes académicos e investigación. En un aspecto más específico, la diversidad genética expresada en los cultivos ha ofrecido históricamente la posibilidad de promover seguridad alimentaria dentro de las sociedades. También la diversidad genética ofrece soluciones alternativas para el futuro ya que es posible utilizarla para la creación de nuevas formas mejor adaptadas a las nuevas condiciones causadas por el cambio climático.

En agricultura, los casos de erosión genética y pérdida de recursos naturales son generalmente atribuidos a la adopción de monocultivos asociados a las preferencias del mercado (Brush, 2000, 2004; Drucker et al., 2005). Sin embargo, históricamente los pequeños agricultores a nivel global han jugado un rol muy importante en la conservación de diversidad. Por ejemplo, la preservación de prácticas agrícolas tradicionales donde tener la mayor diversidad de cultivares posibles en los campos es la preferencia; ello ha servido para conservar y perpetuar diversidad (Brush, 2000, Bellon, 2004, Isakson, 2011) lo cual lo hemos comprobado en las zonas altoandinas de mayor diversidad de variedades nativas están en manos de pequeños agricultores o conservacionistas.

En el caso de papa la gran mayoría de esta diversidad se presenta en la forma de miles de variedades nativas originadas por domesticación en los Andes. Estas formas nativas son valiosas para los agricultores no solo por sus características culinarias únicas sino también por su adaptación a las condiciones locales y la historia detrás de ellas (Harlan, 1975). Sin embargo, estas variedades nativas no han podido tener presencia en los mercados desarrollados lo que ha hecho que ellas hayan sido subutilizadas y en algunos casos perdidas (Drucker et al., 2005, Lockie y Carpenter, 2010). Por otro lado, poco se conoce sobre la diversidad genética de las formas silvestres de papa y el estado de los hábitats naturales donde ellas se desarrollan. Las especies silvestres poseen variación genética extrema la cual puede ser utilizada efectivamente en los programas de mejoramiento o en investigación básica. Es por ello importante que investigación sea promovida para conocer estos aspectos tanto dentro de la cadena de valor de papa en el Perú así como en la

distribución eco-geográfica de diversidad de las especies silvestres. Una visión amplia en estos rubros podría ayudar a entender con más claridad el estado presente y las proyecciones futuras respecto a la conservación de la diversidad genética de papa y el establecimiento de prioridades.

Reconocido como uno de los *hotspots* de biodiversidad (Myers et al., 2000), el Perú se presenta como un modelo óptimo para estudiar e investigar la concurrencia de aspectos en la cadena productiva con aspectos en la conservación de papa. Las papas nativas son parte fundamental en las sociedades Andinas ya que representan uno de los medios de subsistencia para pequeños agricultores y sus familias. Estos, que a pesar de ser reconocidos como los guardianes de diversidad (por mantener más de 4000 variedades), sufren de pobreza persistente y niveles serios de desnutrición (Zimmerer, 1996, Meinzen-Dick et al., 2009).

Así también, esta revisión de estudios es entonces una iniciativa para compilar información sobre los conceptos conocidos en conservación de diversidad en papa desde una perspectiva amplia pero que permita elevar la percepción de esta realidad y los avances hechos para entenderla. Así también uno de los puntos críticos para un mejor ordenamiento y estandarización de la nomenclatura y clasificación taxonómica de la papa, en especial de las accesiones de papa silvestre y cultivada del país, es definir cual es la Clasificación Taxonómica más reconocida y utilizada globalmente, razón por la cual a continuación presentamos el análisis de este componente.

6.1.1. TAXONOMIA DE LA BIODIVERSIDAD DE ESPECIES DE PAPA

Controversias en taxonomía

La papa cultivada y sus especies silvestres pertenecen al género *Solanum*, este es el género más grande dentro de la familia Solanaceae. Las especies de este género que son capaces de producir tubérculos son agrupadas dentro de la sección *Petota* y esta incluye además un grupo genético secundario extremadamente grande que consiste de especies silvestres relacionadas.

Existe controversia sobre la conveniencia de clasificar la papa como varias especies, bajo la clasificación propuesta por Linneaus (1753) y adoptada por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN-*International Code of Botanical Nomenclature*), o como única especie con diferentes grupos cultivados ubicados dentro de *S. tuberosum*, utilizando la nomenclatura propuesta por el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (Icncp-*International Code of Nomenclature of Cultivated Plants*) (Spooner y Hettterscheid, 2005).

La clasificación y organización taxonómica de papa ha sido un tema de estudio durante muchos años. Existen especies que son claramente diferenciadas y han mantenido consistencia en su identificación y clasificación. Sin embargo, existen también formas intermedias que han causado discrepancias y diferencias de opinión sobre su identidad y su ubicación en la clasificación taxonómica (Spooner y Bamberg 1994). Por ello es común

encontrar en la literatura investigadores con diferencias en sus tratados taxonómicos (Huamán y Spooner 2002, Ovchinnikova *et al.*, 2011, Spooner y Hijmans 2001). Es así que, la taxonomía ha sido un tema de estudio importante ya que ella puede definir los niveles de diversidad existente en el pool genético. Bajo esa perspectiva, la taxonomía busca mantener consistencia de los nombres asignados a las especies y en taxa superiores, así como, la clasificación clara y sistemática de las especies en base a sus distancias genéticas (Spooner y Bamberg 1994). Cuadro 2.

Las complicaciones encontradas en la taxonomía de la sección *Petota* pueden tener orígenes simples como la variación morfológica debido a plasticidad fenotípica o debido a eventos biológicos más complicados como introgresión o hibridación inter-específica. Estos últimos provocados por la alta compatibilidad sexual inter-específica encontrada entre muchas especies. Otro motivo puede ser la posibilidad de una divergencia reciente (durante el proceso de especiación), lo cual también puede explicar en algunos casos similitud morfológica entre especies (Spooner 2009, Spooner y Bamberg 1994).

El rango amplio de ocurrencia de la papa, desde suroeste de los Estados Unidos hasta el sur de Chile ha generado muchos tratamientos regionales o parciales, que muchas veces no documentan o consideran la variabilidad de las especies en todo su rango de ocurrencia. Otro aspecto importante es la plasticidad fenotípica dentro de las especies, que en muchos casos no ha sido documentada o considerada. Es así que muchos investigadores han sugerido que en el caso de la papa se use un concepto más amplio de especies (Correll, 1962; Hawkes, 1990; Ochoa, 1990). En otros casos se observa que algunas taxa han sido definidas por caracteres menores y frecuentemente con estados que se sobreponen. De todas maneras, cabe señalar que, en estudios posteriores, algunos de ellos han sido confirmados por análisis multivariados (Spooner y van den Berg, 1992). En algunos casos, al describir nuevas especies, no se ha realizado una comparación extensiva o detallada de las diferencias o similitudes con especies morfológicamente similares. Otro punto importante a considerar es que, algunas clasificaciones han sido hechas basándose en muestras de herbario y/o entradas mantenidas en bancos de germoplasma. Esto trae algunos problemas debido a que se está dando mucho peso a la clasificación original hecha por el colector y la toma de la muestra de la población. Finalmente cabe mencionar como un ejemplo que ilustra la complejidad que se discute, que tanto poblaciones de *Solanum tuberosum* subespecie *andigenum* como en *S. phureja*, muestran amplia variabilidad en la longitud del fotoperiodo para tuberización. Incluso Mendoza (entrevista 2010) afirma que la llamada “short day Andean potatoes” es altamente heterocigota para muchas características, incluyendo reacción a la longitud del día, tipo de planta, forma de tubérculo, profundidad de ojos, etc. Esto fue evidenciado en cruzamientos y autofecundaciones donde las poblaciones mostraron segregación y adaptabilidad tanto para longitud del día como para características del tubérculo.

Los avances en nuevas tecnologías como marcadores moleculares, genómica y citogenética han creado oportunidades de estudios con el objetivo de tener datos adicionales que permitan establecer asociaciones taxonómicas más consistentes en papa. Por ejemplo: Bryan *et al.* (1999) y Volkov *et al.* (2003) utilizaron microsatélites (SSRs); Hosaka *et al.* (1984) y Spooner y Castillo (1997) utilizaron RFLPs; Kardolus *et al.* (1998) y Jacobs *et al.* (2008) utilizaron AFLPs; Rodríguez *et al.* (2009), Rodríguez y Spooner (2009),

Rodriguez et al. (2010), Ames y Spooner (2010), Fajardo y Spooner (2011), y Cai et al (2012) usaron secuenciamiento de genes de copia simple; y Lou et al (2010) y Pendinen et al. (2012) citogenética. Desafortunadamente, todos estos estudios no han podido resolver todas las discrepancias y en algunos casos han creado aún más controversias.

La utilidad práctica de la taxonomía en papa recae en la posibilidad de crear una clara distinción de la unidad taxonómica (o genética) para fines de organización y de evaluación de caracteres genéticos de importancia. La tarea de establecer una clasificación taxonómica consistente y definitiva ha sido difícil, ello está representado en diferentes tratados taxonómicos con discrepancias en la clasificación de las especies y en el número de ellas.

Detalles de estas diferencias en los tratados están descritos en Bukasov (1971), Lechnovich (1971), Hawkes (1990), and Ochoa (1990), así como en Dodds (1962). El problema fundamental está centrado en el hecho que las especies de papa tiene un gran número de variantes claramente distinguibles mediante caracterización morfológica, pero en muchos casos este pool de variación incluye formas intermedias como híbridos naturales, varios niveles de introgresión y algunas en proceso de especiación. Esta enorme variación ha creado diferencias en la percepción de la clasificación y en los criterios de cómo definir en qué nivel de diferenciación morfológica las especies son definidas.

Spooner y van der Berg (1992) concluyeron que las diferencias entre las series taxonómicas son mínimas y probablemente artificiales. Ello es sustentado por la existencia de muchas especies que son morfológicamente similares pero que son distinguidas por diferencias puntuales como pubescencia o la forma de la hoja. Además, evidencias moleculares han sugerido que la diferenciación genómica no es tan amplia sino más bien homogénea. Hibridación inter-específica ha sido un evento que ha contribuido en la formación de muchas especies tanto diploides como poliploides. Introgresión e hibridación inter-específica han sido sugeridas como factores que han hecho difícil la taxonomía en la sección *Petota* (Spooner et al., 2007), debido a que la hibridación interespecífica natural es común para muchas especies de la sección *Petota* (Ugent, 1970; Hawkes 1990; Clausen y Spooner, 1998; Miller y Spooner, 1999).

Las discrepancias entre tratados taxonómicos en papa abarcan tanto las formas silvestres como cultivadas. Es así que tenemos que, Hawkes (1990) clasificó las papas en 21 series, estas contenían 228 especies silvestres y 7 especies cultivadas. Posteriormente Spooner y Hijmans (2001) redujeron el número a 196 y últimamente Spooner et al. (2014, 2016) utilizando morfología, ecología y genómica han identificado 116 especies silvestres y 4 especies cultivadas. Según A. Salas et al (2012) en el banco de germoplasma del CIP se tienen conservadas 94 especies silvestres peruanas de papa y 7 especies cultivadas peruanas de papa, siguiendo la clasificación de Hawkes (1990). Sin embargo en base a la información de la base de datos del CIP (2017) se tienen conservadas especies peruanas de papa: 88 especies silvestres y 7 especies cultivadas, siguiendo la clasificación de Hawkes (1990). Cuadros 3 y 4.

La clasificación taxonómica en las especies de papa es una labor válida ya que se trata de organizar la variabilidad de forma sistemática y lógica. Sin embargo, desde otro punto de vista, el nombre de una especie no es más que una hipótesis arbitraria que ayuda a definir

un grupo "*relacionado entre sí por algo*". Por ello trabajos incluyendo marcadores moleculares y métodos filogenéticos están buscando encontrar los límites entre especies de papa y características similares que permitan la predicción de caracteres importantes para mejoramiento.

La taxonomía usada para la organización de las colecciones en los Bancos de Germoplasma de Papa del CIP y de EEUU estuvo basados en los trabajos de Hawkes (1990). Ello debido a que en el momento de adopción representaba el tratamiento taxonómico mas contemporáneo y aceptado por la comunidad científica. Sin embargo, los trabajos recientes del taxónomo Americano David Spooner han abierto discrepancias adicionales en la definición de especies. Esto debido a cambios drásticos en el contexto de una reducción significativa del número de especies (comparado al de Hawkes). Fundamentalmente el trabajo de Spooner está dentro del esquema conocido como *lumping* que involucra la combinación de diversas formas con sus intermediarios, obviando en muchos casos las características morfológicas puntuales que fueron usadas para separarlas (Spooner 2016). El punto crítico de este esquema es que, si las especies son realmente diferentes, el llamarlas con el mismo nombre podría generar la pérdida de información y de identidad histórica. Esto podría hacer también que estas especies pierdan su valor de uso desde el punto de vista de uso práctico. Cabe mencionar que las especies de papa han sido caracterizadas por varias décadas, en numerosos estudios y evaluaciones, usando las clasificaciones clásicas, especialmente las propuestas por Hawkes y Ochoa. Esto ha generado que se produzcan datos sobre características genéticas de valor como resistencias a enfermedades, o fisiológicas como tolerancias a estreses abióticos que han sido atribuidas a especies identificadas con estas taxonomías previas. Con estas premisas, en algunos casos la transición hacia la nueva taxonomía, la propuesta por Spooner ha creado ciertos vacíos, en particular por la pérdida de resolución en las asociaciones del taxa con la expresión fenotípica de interés práctico. Por ejemplo, una especie A que era conocida por su resistencia a tizón tardío ahora está combinada con especies B y C que eran consideradas susceptibles. La nueva especie- combinando A, B y C- no puede ser llamada resistente ya que la variabilidad de la expresión es mucho más amplia e impredecible.

Esta situación ha creado una conversación entre curadores de germoplasma y entre mejoradores sobre los alcances prácticos de la nueva taxonomía y la necesidad de mantener la taxonomía de Hawkes para fines prácticos. Otro aspecto ha sido que muchos programas de mejoramiento a nivel de Latinoamérica no conocen o no han adoptado la taxonomía de Spooner, lo cual dificulta las conversaciones y las posibilidades de transferencia de información.

La solución para una taxonomía amoldable a las necesidades de cada programa no es clara, pero depende mucho del objetivo final buscado. Si el interés es una clasificación basada en conceptos clásicos y filogenéticos usando variaciones genómicas y de secuencias, las asociaciones ciertamente podrían ser basadas en similitudes genómicas y evolutivas (Spooner, 2009). Ello ofrece oportunidades de entender mejor el rol de selección en la formación de la estructura genética y especiación. Pero si el interés es tener una taxonomía que ofrezca utilidad práctica, de cómo usar un taxón para predecir expresiones fenotípicas o reconocer, mediante taxonomía, formas taxonómicas con niveles efectivos de cruzabilidad, entonces el concepto de especie podría encaminarse dentro de

esos parámetros. En los últimos años el concepto de unidad genética ha crecido en interés debido a que implicaría la identificación de variantes genéticas o germoplasma con características efectivas y compatibles para un fin determinado, sea en ciencia aplicada o en ciencia básica.

Avances en biología molecular, genética y genómica abren oportunidades de explorar más los conceptos de especie y los niveles de diferenciación, esto incluyen los esfuerzos actuales de secuenciamiento genómico de muchas más especies de papa, debido que hasta el momento de han secuenciado solo dos genomas. Por ejemplo, estas ciencias podrían ayudar a definir el criterio importante de saber cuál es el mínimo de diferenciación genética necesario para separar una especie de otra. Mientras tanto, los tratados de Hawkes, Ochoa, Spooner y otros seguirán siendo discutidos con respecto a su adopción dentro de la línea de base buscando predictividad, consistencia y utilidad.

Esta es una tarea pendiente que facilitará la resolución de diferentes controversias existentes, tales como el centro de origen de la papa cultivada, especies silvestres ancestros de la papa cultivada, centro/os de origen de la papa cultivada, etc.

Por fines prácticos de consistencia con la clasificación taxonómica de bancos y herbario del Perú se usará la clasificación de Hawkes (1990) que reconoce 7 especies para papas cultivadas y 199 especies silvestres. Se tienen registradas en el Perú la totalidad de especies cultivadas de las cuales dos son endémicas, para el caso de especies silvestres son 94 especies reportadas de éstas 84 especies son endémicas del Perú. Cuadros N° 03, 04 y 05 y Mapas N° 01, 02 y 03.

En el Anexo 2 se presenta la versión digital de la Base de Datos y Mapas de las especies silvestres y cultivadas de papa según Ochoa y Hawkes.

Cuadro N° 02. Resumen de la clasificación taxonómica de las especies cultivadas de papa.

Ploidia	Dodds (1962)	Bukasov (1971) Lechnovich (1971)	Hawkes (1990)	Ochoa (1990.1999)	Huaman y Spooner (2002)	Spooner et al (2007)
2x	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. ajanhuiti</i> Juz. y Bukasov	<i>S. ajanhuiti</i>	<i>S. ajanhuiti</i>	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. ajanhuiti</i>
	Grupo Stenotomum	<i>S. canarense</i> Juz y Bukasov	<i>S. stenotomum</i>	<i>S. stenotomum</i>	Grupo Ajanhuiti	
	Subgrupo Goniocalyx	<i>S. ertansonii</i> Bukasov	<i>ssp. goniocalyx</i>	<i>S. goniocalyx</i>	Grupo Stenotomum	
	Subgrupo Stenotomum	<i>S. goniocalyx</i> Juz y Bukasov	<i>ssp. stenotomum</i>			
	Grupo Phureja	<i>S. macmitanii</i> Bukasov				
	Sub grupo Amarilla	<i>S. phureja</i> Juz y Bukasov				
	Subgrupo Phureja	<i>S. rybini</i> Juz y Bukasov	<i>S. phureja</i>	<i>S. phureja</i>	Grupo Phureja	
		<i>S. stenotomum</i> Juz y Bukasov	<i>ssp. hygrothermicum</i> <i>ssp. phureja</i>			
3x	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. boyacense</i> Juz y Bukasov	<i>S. chaucha</i>	<i>S. chaucha</i>	Grupo Chaucha	<i>S. juzepczukii</i>
	Grupo chaucha	<i>S. chaucha</i> Juz y Bukasov				
		<i>S. choccio</i> Bukasov				
		<i>S. ciezae</i> Bukasov y Lechn				
		<i>S. cuencanum</i> Juz y Bukasov				
	<i>S. juzepczukii</i>	<i>S. juzepczukii</i> Bukasov	<i>S. juzepczukii</i>	<i>S. juzepczukii</i>	Grupo juzepczukii	
		<i>S. mamiferum</i> Juz y Bukasov				
		<i>S. tenuifilamentu</i> Juz y Bukasov				

Ploidia	Dodds (1962)	Bukasov (1971) Lechnovich (1971)	Hawkes (1990)	Ochoa (1990.1999)	Huaman y Spooner (2002)	Spooner et al (2007)
4x	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. andigenum</i> Juz y Bukasov	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>		<i>S. tuberosum</i>
	Grupo Andigena	<i>S. moinae</i>	<i>ssp. andigena</i>	<i>ssp. andigena</i>	Grupo Andigena	Grupo Andigena
	Grupo Tuberosum	<i>S. leptostigma</i> Juz	<i>ssp. tuberosum</i>	<i>ssp. tuberosum</i>	Grupo Chilotanum	Grupo Chilotanum
		<i>S. tuberosum</i> L.				
				<i>S. hygrothermicum</i>		
5x	<i>S. curtilobum</i>	<i>S. curtilobum</i> Juz y Bukasov	<i>S. curtilobum</i>	<i>S. curtilobum</i>	Grupo Curtilobum	<i>S. curtilobum</i>

Fuente: Adaptado de Hawkes (1990) Huaman y Spooner (2002) y Spooner et al (2007).

Cuadro N° 03. Lista de especies silvestres del género *Solanum*, Sección Petota. Basado en Hawkes (1990).

N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA
1	<i>acaule</i>	<i>acaule</i>		acl	Bitter	1921	ARG,BOL,PER	4x(2EBN)	
	<i>acaule</i>	<i>f. acaule</i>		acl	Bitter		ARG,BOL,PER	4x(2EBN)	
	<i>acaule</i>	<i>f. incuyo</i>		inc	Ochoa	1994	PER	4x	
	<i>acaule</i>	<i>aemulans</i>		aem	(Bitter and Wittm) Hawkes and Hjert	1963	ARG	4x(2EBN)	
	<i>acaule</i>	<i>palmirensis</i>		pal	J. Kardolus	1998	ECU	6x	
	<i>acaule</i>	<i>punae</i>		pne	(Juz Hawkes and Hjert)	1944	PER	4x(2EBN)	
2	<i>achacachense</i>			ach	Cardenas	1946	BOL	2x	
3	<i>acroglossum</i>			acg	Juz	1937	PER	2x(2EBN)	
4	<i>acroscopicum</i>			acs	Ochoa	1953	PER	2x	
5	<i>agrimonifolium</i>			agf	Rydb	1924	GUA,HON,MEX	4x(2EBN)	
6	<i>alandiae</i>			aln	Cardenas	1955	BOL	2x	
7	<i>albicans</i>			alb	Ochoa	1983	ECU,PER	6x(4EBN)	
8	<i>albornozii</i>			abz	Correll	1961	ECU	2x(2EBN)	
9	<i>amayanum</i>			amy	Ochoa	1989	PER	2x(2EBN)	
10	<i>ambosinum</i>			amb	Ochoa	1951	PER	2x(2EBN)	
11	<i>anamatophilum</i>			amp	Ochoa	1963	PER	2x(2EBN)	
12	<i>ancophilum</i>			acp	Correll Ochoa	1983	PER	2x(2EBN)	
13	<i>ancoripae</i>			anp	Ochoa	1999	PER	2n	
14	<i>andreaenum</i>			adr	Baker	1878	COL,ECU	2x(2EBN)	
15	<i>arahuayum</i>			ara	Ochoa	1994	PER	2x	(med x wtm)
16	<i>aridophilum</i>			adp	Ochoa	1967	PER	2x(2EBN)	
17	<i>arnezii</i>			arz	Cardenas	1949	BOL		
18	<i>augustii</i>			agu	Ochoa	1974	PER	2x(1EBN)	
19	<i>avilessi</i>			avl	Hawkes and Hjert	1983	BOL	2x	

N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA
20	<i>ayacuchense</i>			ayc	Ochoa	1958	PER	2x(2EBN)	
21	<i>aymaraesense</i>			aym	Ochoa	1973	PER	2x	
22	<i>berthaultii</i>			ber	Hawkes	1944	BOL	2x(2EBN)	
23	<i>bill-hokerii</i>			bhk	Ochoa	1973	PER	2x	
24	<i>blanco-galdosii</i>			blg	Ochoa	1973	PER	2x(2EBN)	(amp x plq)
25	<i>boliviense</i>			Blv	Dunal	1852	BOL	2x(2EBN)	
	<i>boliviense</i>	<i>astleyi</i>		ast	(Hawkesand Hjert) DM Spooner M.Ugarte Skroch		BOL	2x(2EBN)	
26	<i>bombycinum</i>			bnb	Ochoa	1983	BOL	4x	
27	<i>brachistotrichum</i>			bst	Bitter Rydb	1885	MEX	2x(1EBN)	
28	<i>brachycarpum</i>			bcp	Correll	1952	MEX	6x(4EBN)	
29	<i>brevicaule</i>			brc	Bitter	1912	BOL	2x(2EBN)	
30	<i>bruecheri</i>			bru	Correll	1961	ARG	2x(2EBN)	(<i>S.gourlayi</i> (= <i>lph</i> by Ochoa 1990)x <i>inf</i>)
31	<i>buesii</i>			bue	Vargas	1942	PER	2x(2EBN)	
32	<i>bukasovii</i>	<i>f.bukasovii</i>		buk	Juz	1929	PER	2x(2EBN)	
	<i>bukasovii</i>	<i>f.multidissectum</i>		mlt	(Hawkes) Ochoa	1992	PER	2x(2EBN)	
33	<i>bulbocastanum</i>	<i>bulbocastanum</i>		blb	Dunal	1814	MEX	2x(1EBN)	
	<i>bulbocastanum</i>	<i>dolychophillum</i>		dph	(Bitter) Hawkes	1990	MEX	2x(1EBN)	
	<i>bulbocastanum</i>	<i>partitum</i>		ptt	Hawkes	1963	GUA,MEX	2x(1EBN)	
34	<i>burkartii</i>			brk	Ochoa	1977	PER	2x	
35	<i>burtonii</i>			brt	Ochoa	1982	ECU	3x	
36	<i>cajamarquense</i>			cjm	Ochoa	1959	PER	2x(1EBN)	
37	<i>calacalinum</i>			cln	Ochoa	1981	ECU	2x	
38	<i>calvescens</i>			clv	Bitter	1873	BRA	3x	
39	<i>candolleianum</i>			cnd	P. Berthault	1911	BOL,PER	2x(2EBN)	

Servicio de consultoría para la elaboración del mapa, análisis socioeconómico y de organismos y microorganismos de aire y suelo y lineamientos para la conservación de la diversidad genética de la papa

N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA
40	<i>cantense</i>			cnt	Ochoa	1951	PER	2x(2EBN)	
41	<i>cardiophyllum</i>	<i>cardiophyllum</i>		cph	Lindl	1848	MEX	2x(1EBN)3x	
	<i>cardiophyllum</i>	<i>ehrenbergii</i>		ehr	Bitter	1873	MEX	2x(1EBN)	
	<i>cardiophyllum</i>	<i>lanceolatum</i>		lcl	(P.Berthault) Bitter	1912	MEX	2x(1EBN)	
42	<i>chacoense</i>	<i>chacoense</i>		chc	Bitter	1911	ARG,BOL,PAR,URU	2x(2EBN)	
	<i>chacoense</i>	<i>muelleri</i>		mue	Bitter	1956	ARG,BRA	2x(2EBN)	
43	<i>chancayense</i>			chn	Ochoa	1952	PER	2x(1EBN)	
44	<i>chillonanum</i>			chi	Ochoa	1989	PER	2x	
45	<i>chiquidenum</i>		<i>chiquidenum</i>	chq	Ochoa	1954	PER	2x(2EBN)	
	<i>chiquidenum</i>		<i>amazonense</i>	ama	Ochoa	1994	PER	2x	
	<i>chiquidenum</i>		<i>gracile</i>	gra	Ochoa	1994	PER	2x	
	<i>chiquidenum</i>		<i>robustum</i>	rob	Ochoa	1994	PER	2x	
46	<i>chomatophilum</i>		<i>chomatophilum</i>	chm	Bitter	1924	ECU,PER	2x(2EBN)	
	<i>chomatophilum</i>	<i>f. angustifolium</i>		ang	Correll	1961	ECU		
	<i>chomatophilum</i>	<i>f. chomatiphilum</i>		chm	Correll	1967	PER		
	<i>chomatophilum</i>	<i>f. sausanense</i>		sau	Ochoa	1994	PER		
	<i>chomatophilum</i>		<i>subnivale</i>	sbn	Ochoa	1994	PER	2x	
47	<i>circaeifolium</i>			crc	Bitter	1912	BOL	2x(1EBN)	
	<i>circaeifolium</i>		<i>capsicibaccatum</i>	cap	(Cardenas) Ochoa	2001	BOL	2x(1EBN)	
	<i>circaeifolium</i>		<i>circaeifolium</i>	crc	Bitter and Friedrich	1912	BOL		
48	<i>clarum</i>			clr	Correll	1934	MEX,GUA	2x	
49	<i>colestipetatum</i>			cop	Vargas	1946	PER	2x(2EBN)	
50	<i>colombianum</i>			col	Dunal	1852	COL,ECU,VEN	4x(2EBN)	
51	<i>commersonii</i>	<i>commersonii</i>		cmm	Morton	1976	BRA,ARG,URU	2x(1EBN)	
	<i>commersonii</i>	<i>malmeanum</i>		mlm	(Bitter) Hawkwes and Hjert	1963	ARG,BRA,PAR,URU	2x(1EBN)	

Servicio de consultoría para la elaboración del mapa, análisis socioeconómico y de organismos y microorganismos de aire y suelo y lineamientos para la conservación de la diversidad genética de la papa

N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA
52	<i>contumazaense</i>			ctz	Ochoa	1964	PER	2x(2EBN)	
53	<i>demissum</i>			dms	Lindl	1848	GUA,MEX	6x(4EBN)	
54	<i>doddsii</i>			dds	Correll	1960	BOL	2x(2EBN)	(aln x chc)
55	<i>dolichocremastrum</i>			dcm	Bitter	1913	PER	2x(1EBN)	
56	<i>donachui</i>			dnc	(Ochoa) Ochoa	1986	COL		
57	<i>edinense</i>	<i>edinense</i>		edn	Hawkes	1990	MEX		(dms x tub)
	<i>edinense</i>	<i>salamanii</i>		sml	Hawkes	1990	MEX	5x	(dms x adg)
58	<i>etuberosum</i>			etb	Lindl	1835	CHL	2x(1EBN)	
59	<i>fendleri</i>	<i>fendleri</i>		fen	A. Gray	1856	MEX,USA	4x(2EBN)	
	<i>fendleri</i>	<i>arizonicum</i>		azn	Hawkes	1963	MEX,USA	4x(2EBN)	
60	<i>fernandezianum</i>			frn	Phil	1854	CHL	2x(1EBN)	
61	<i>flahaultii</i>			flh	Bitter	1909	COL	4x	
62	<i>flavoviridens</i>			flv	Ochoa	1978	BOL		
N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA
63	<i>gandarillasii</i>			gnd	Cardenas	1955	BOL	2x(2EBN)	
64	<i>garcia-barrigae</i>			gab	Ochoa	1978	COL		
65	<i>gracilifrons</i>			grc	Bitter	1913	PER	2x	
66	<i>guerreroense</i>			grr	Correll	1947	MEX	6x(4EBN)	
67	<i>guzmanguense</i>			gzm	Walén and sagastegui	1986	PER	2x(1EBN)	
68	<i>hastiforme</i>			hsf	Correll	1960	PER	2x(2EBN)	
69	<i>hintonii</i>			hnt	Morton	1933	MEX		
70	<i>hjertingii</i>		<i>hjertingii</i>	hjt	Hawkes	1858	MEX	4x(2EBN)	
	<i>hjertingii</i>		<i>physaloides</i>	phy	(Correll) Hawkes	1963	MEX		
71	<i>hoopesii</i>			hps	Hawkes and KA Okada	1986	BOL	4x	
N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA

72	<i>hougasii</i>			hou	Correll	1947	MEX	6x(4EBN)	
73	<i>huancabambense</i>			hcb	Ochoa	1959	PER	2x(2EBN)	
74	<i>huancavelicae</i>			hcv	Ochoa	1999	PER	2x(2EBN)	
75	<i>huarochiriense</i>			hro	Ochoa	1960	PER	2x(2EBN)	
76	<i>humectophilum</i>			hmp	Ochoa	1969	PER	2x(1EBN)	
77	<i>hypacrarthrum</i>			her	Correll	1967	PER	2x(1EBN)	
78	<i>immite</i>		<i>immite</i>	lmt	Dunal	1852	PER	2x(1EBN)3x	
	<i>immite</i>		<i>vernale</i>	vrl	Correll	1961	PER		
79	<i>incahuasinum</i>			inh	Ochoa	1979	PER	2x(1EBN)	
80	<i>incamayoense</i>			inm	KA Okada and AM Clausen	1973	ARG	2x	
81	<i>incasicum</i>			ins	Ochoa	1981	PER	2x(2EBN)	
82	<i>indunii</i>			ind	KA Okada and AM Clausen	1982	ARG		36 (acl x mga)
83	<i>infundibuliforme</i>			ifd	Phil	1891	ARG,BOL	2x(2EBN)	
84	<i>ingifolium</i>			igf	Ochoa	1959	PER	2x(1EBN)	
85	<i>iopetalum</i>			<i>iop</i>	<i>Bitter (Hawkes)</i>	1944	MEX	6x(4EBN)	
86	<i>irosinum</i>		<i>irosinum</i>	lrs	Ochoa	1963	PER	2x(2EBN)	
	<i>irosinum</i>		<i>tarrosum</i>	tarr	Ochoa	1963	PER	2x	
87	<i>jaenense</i>			jnn	Ochoa	1960	PER	6x(4ENB)	
88	<i>jalcae</i>		<i>jalcae</i>	jlc	Ochoa	1954	PER	2x(2EBN)	
	<i>jalcae</i>		<i>pubescens</i>	pub	Correll	1961	PER		
89	<i>jamessi</i>			jam	Torr	1827	MEX,USA	2x(1EBN)	
90	<i>kurtzianum</i>			ktz	Bitter and Wittm	1914	ARG	2x(2EBN)	
91	<i>laxissimum</i>			lxs	Bitter	1916	PER	2x(2ENB)	
92	<i>leptophyes</i>			lph	Bitter	1913	BOL,PER	2x(2EBN)/4x(4EBN)	
93	<i>leptosepalum</i>			lps	Correll	1939	MEX,USA		
N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA

Servicio de consultoría para la elaboración del mapa, análisis socioeconómico y de organismos y microorganismos de aire y suelo y lineamientos para la conservación de la diversidad genética de la papa

94	<i>lesteri</i>			les	Hawkes and Hjert	1958	MEX	2x	
95	<i>lignicaule</i>			lgl	Vargas	1943	PER	2x(1ENB)	
96	<i>limbaniense</i>			lmb	Ochoa	1974	PER	2x(2ENB)	
97	<i>litusinum</i>			lit	Ochoa	1978	BOL	2x(2EBN)	(ver x tar)
98	<i>lobbianum</i>			lbb	Bitter	1913	COL	4x(2EBN)	
99	<i>longiconicum</i>			lgc	Bitter	1912	CRI,PAN	4x	
100	<i>longiusculum</i>			lgx	Ochoa	1973	PER	2x	
101	<i>lopez- camarenae</i>			lpc	Ochoa	1973	PER	2x(1ENB)	
102	<i>macropilosum</i>			mcp	Correll	1948	MEX		
103	<i>maglia</i>			mag	Schltldl	1841	CHL	2x,3x	
104	<i>marinasense</i>			mrn	Vargas	1949	PER	2x(2ENB)	
105	<i>matehualae</i>			mat	Hjert and TR Tarn	1983	MEX	4x	
106	<i>medians</i>		<i>medians</i>	med	Bitter	1912	PER	2x(2ENB)3x	
107	<i>medians</i>		<i>automnale</i>	aut	Correll	1961	PER	2x(2ENB)	
108	<i>megistacrolobum</i>	<i>megistacrolobum</i>		mga	Bitter	1912	ARG,PER,BOL	2x(2EBN)	
	<i>megistacrolobum</i>	<i>f. megistacrolobum</i>		mga	Correll	1967	PER		
	<i>megistacrolobum</i>	<i>f.purpureum</i>		pur	Ochoa	1994	PER		
	<i>megistacrolobum</i>	<i>toralapanum</i>		tor	(Cardenas and Hawkes) RB Giannatasio DM Spooner	2001	ARG,PER,BOL	2x(2EBN)	
109	<i>michoacanum</i>			mch	(Bitter) Rydb	1924	MEX	2x	(blb x pnt)
110	<i>microdontum</i>		<i>microdontum</i>	mcd	Bitter	1912	ARG,BOL	2x(2EBN)3x	
	<i>microdontum</i>		<i>montepuncoense</i>	mon	Ochoa	1980	BOL	2x	(mcd x vio)
111	<i>minutifoliolum</i>			min	Correll	1962	ECU	2x(1EBN)	
112	<i>mochiquense</i>			mcq	Ochoa	1952	PER	2x(1ENB)	
113	<i>moreliforme</i>			mrl	Bitter and G Munch	1913	MEX,GUA,HON	2x	
114	<i>moscopanum</i>			mcp	Hawkes	1948	COL	6x(4ENB)	

Servicio de consultoría para la elaboración del mapa, análisis socioeconómico y de organismos y microorganismos de aire y suelo y lineamientos para la conservación de la diversidad genética de la papa

N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA
115	<i>multiinterruptum</i>			mtp	Bitter	1913	PER	2x(2ENB)	
	<i>multiinterruptum</i>		<i>machaytambinum</i>	mac	Ochoa	1960	PER	2x(2ENB)	
	<i>multiinterruptum</i>	<i>f. albiflorum</i>		alf	Ochoa	1960	PER	2x	
116	<i>nayaritense</i>			mac	Rydb	1924	MEX		
117	<i>nemorosum</i>			nmr	Ochoa	1982	PER	6x(4ENB)	
118	<i>neocardenasii</i>			ncd	Hawkes and Hjert	1980	BOL	2x	
119	<i>neorosii</i>			nrs	Hawkes and Hjert	1966	ARG	2x	
120	<i>neovalenzuelae</i>			nvz	L.Lopez	1981	COL	4x	
121	<i>neovargasii</i>			nvg	Ochoa	1961	PER	2x	
122	<i>neovavilovii</i>			nvv	Ochoa	1983	PER	2x(2EBN)	
123	<i>neoweberbaueri</i>			nwb	Wittm	1910	PER	3x	(med x chn)
124	<i>nubicola</i>			nub	Ochoa	1967	PER	4x(2EBN)	
125	<i>okadae</i>			oka	Hawkes and Hjert	1981	ARG,BOL	2x	
126	<i>olmosense</i>			olm	Ochoa	1963	ECU,PER	2x(2EBN)	
127	<i>oplosense</i>			opl	Hawkes	1944	ARG,BOL	2x(2EBN),4x(4EBN) 6x(4EBN)	
128	<i>orosense</i>			oro	Ochoa	1980	COL		
129	<i>orophilum</i>			orp	Correll	1960	PER	2x(2EBN)	
130	<i>ortegae</i>			ort	Ochoa	1998	PER	2x	
131	<i>otites</i>			oti	Dunal	1842	COL,VEN		
132	<i>oxycarpum</i>			oxc	Schiede	1841	MEX	4x(2EBN)	
133	<i>palustre</i>			pls	Poepp	1841	ARG,CHL	2x(1EBN)	
134	<i>pampasense</i>			pam	Hawkes	1944	PER	2x(2EBN)	
135	<i>pamplonense</i>			ppl	L.Lopez	1981	COL	4x	
N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA
136	<i>papita</i>			pta	Rydb	1906	MEX	4x(2EBN)	

137	<i>paucijugum</i>			pcj	Bitter	1865	ECU	4x(2EBN)	
138	<i>paucissectum</i>			pcs	Ochoa	1960	PER	2x(2EBN)	
139	<i>peloquinianum</i>			plq	Ochoa	1979	PER	2x(2EBN)	
140	<i>pillahuatense</i>			pll	Vargas	1945	PER	2x(2EBN)	
141	<i>pinnatisectum</i>			pnt	Dunal	1852	MEX	2x(1EBN)	
142	<i>piurae</i>			pur	Bitter	1916	PER	2x(2EBN)	
143	<i>polyadenium</i>			Plt	Greenm	1904	MEX	2x	
144	<i>polytrichon</i>			pld	Rydb	1924	MEX	4x(2EBN)	
145	<i>puchupuchens</i>			pch	Ochoa	1983	BOL,PER	2x	
146	<i>raphanifolium</i>			rap	Cardenas and Hawkes	1943	PER	2x(2EBN)	
147	<i>raquialatum</i>			raq	Ochoa	1939	PER	2x(1EBN)	
148	<i>rechei</i>			rch	Hawkes and Hjert	1928	ARG	2x,3x	(ktz x mcd)
149	<i>regularifolium</i>			rgf	Correll	1958	ECU	2x	
150	<i>rhomboideilanceolatum</i>			rhl	Ochoa	1952	PER	2x(2EBN)	
151	<i>ruiz-lealii</i>			rzl	Brucher	1962	ARG		(chc x ktz)
152	<i>salasianum</i>			sls	Ochoa	1989	PER	2x	
153	<i>sambucinum</i>			smb	Rydb	1905	MEX	2x	(ehr x pnt)
154	<i>sanctae-rosae</i>			sct	Hawkes	1927	ARG	2x(2EBN)	
155	<i>sandemanii</i>			snd	Hawkes	1925	PER	2x(2EBN)	
156	<i>santolallae</i>			san	Vargas	1943	PER	2x(2EBN)	
157	<i>sarasarae</i>			srs	Ochoa	1988	PER	2x(2EBN)	
158	<i>sawyerii</i>			swy	Ochoa	1960	PER	2x(2EBN)	
159	<i>saxatilis</i>			sax	Ochoa	1992	PER	2x(2EBN)	
160	<i>scabrifolium</i>			scb	Ochoa	1967	PER	2x	
N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA
161	<i>schenckii</i>			snk	Bitter	1929	MEX	6x(4EBN)	

Servicio de consultoría para la elaboración del mapa, análisis socioeconómico y de organismos y microorganismos de aire y suelo y lineamientos para la conservación de la diversidad genética de la papa

162	<i>semidemissum</i>			sem	Juz	1929	MEX	6x	(dms x ver)
163	<i>setulosistylum</i>			stl	Bitter	1897	ARG	2x	(chc x spg)
164	<i>simplicissimum</i>			smp	Ochoa	1989	PER	2x(1EBN)	
165	<i>soestii</i>			sst	Hawkes and Hjert	1981	BOL	2x	
166	<i>sogarandinum</i>			sgr	Ochoa	1952	PER	2x(2EBN),2n=36	
167	<i>solisii</i>			sol	Hawkes	1939	ECU		
168	<i>sparsipilum</i>			spl	(Bitter) Juz and Bukasov	1937	BOL,PER	2x(2EBN)	
169	<i>spgazzinii</i>			spg	Bitter	1897	ARG	2x(2EBN)	
170	<i>stenophyllidium</i>			sph	Bitter	1886	MEX	2x(1EBN)	
171	<i>stoloniferum</i>	<i>stoloniferum</i>		sto	Schltl and Bouchet	1833	MEX	4x(2EBN)	
	<i>stoloniferum</i>	<i>moreliae</i>		mfa	Hawkes	1990	MEX		
172	<i>subpanduratum</i>			sup	Ochoa	1979	VEN	4x	
173	<i>sucrense</i>			scr	Hawkes	1944	BOL	4x(4EBN)	(adg x opl)
174	<i>sucubunense</i>			suc	Ochoa	1958	COL		
175	<i>tacnaense</i>	<i>tacnaense</i>		Tcn	Ochoa	1953	PER	2x(2EBN)	
	<i>tacnaense</i>	<i>decurrentialanum</i>		dec	Ochoa Correll	1961	PER	2x	
176	<i>tapojense</i>			tpj	Ochoa	1970	PER	2x(2EBN)	
177	<i>tarapatanum</i>			trp	Ochoa	1977	PER	2x	
178	<i>tarijense</i>			tar	Hawkes	1944	ARG,BOL	2x(2EBN)	
179	<i>tarnii</i>			trn	Hawkes and Hjert	1983	MEX	2x	
180	<i>taulisense</i>			tau	Ochoa	1967	PER	2x(2EBN)	
181	<i>trifidum</i>			trf	Correll	1947	MEX	2x(1EBN)	
182	<i>trinitense</i>			trt	Ochoa	1964	PER	2x(1EBN)	
183	<i>tundalomense</i>			tnd	Ochoa	1963	ECU	6x(4EBN)	
N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA
184	<i>tuquerrense</i>			tuc	Hawkes	1954	COL,ECU	4x(2EBN)	

185	<i>ugentii</i>			ugt	Hawkes and KA Okada	1987	BOL	4x	
186	<i>urubambae</i>			uru	Juz	1937	PER	2x(2EBN)	
	<i>urubambae</i>	<i>f. chakchabambense</i>		chk	Ochoa	1999	PER	2x	
	<i>urubambae</i>	<i>f. velutinum</i>		vel	(Correll) Ochoa	1967	PER	2x	
187	<i>vallis-mexici</i>			vll	Juz	1929	MEX	3x	(sto x ver)
188	<i>velardei</i>			vlr	Ochoa	1962	PER	2x	
189	<i>venturii</i>			vnt	Hawkes and Hjert	1960	ARG	2x(2EBN)	
190	<i>verneii</i>	<i>verneii</i>		vrn	Bitter and Wittm	1914	ARG	2x(2EBN)	
	<i>verneii</i>	<i>balsii</i>		bal	(Hawkes) Hawkes and Hjert	1963	ARG	2x(2EBN)	
191	<i>verrucosum</i>			ver	Schltdl	1839	MEX	2x(2EBN)	
192	<i>vidaurei</i>			vid	Cardenas	1956	ARG,BOL	2x(2EBN)	
193	<i>viirsooi</i>			vrs	KA Okada and AM Clausen	1978	ARG	3x	(acl x ifd)
194	<i>violaceimarmoratum</i>			vio	Bitter	1912	BOL	2x(2EBN)	
195	<i>virgultorum</i>			vrg	(Bitter) Cardenas and Hawkes	1946	BOL	2x	
196	<i>wittmackii</i>			wtm	Bitter	1913	PER	2x(1EBN)	
197	<i>woodsonii</i>			wds	Correll	1940	PAN		
198	<i>yamobambense</i>			ymb	Ochoa	1952	PER	2x	
199	<i>yungasensa</i>			yun	Hawkes	1962	BOL,PER	2x(2EBN)	

Cuadro N° 03A. Lista de especies silvestres endémicas de Perú del género *Solanum*, Sección Petota. Basado en Hawkes (1990).

N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA
1	<i>acaule</i>	<i>f.incuyo</i>		inc	Ochoa	1994	PER	4x	
	<i>acaule</i>	<i>punae</i>		pne	(Juz Hawkes and Hjert)	1944	PER	4x(2EBN)	
2	<i>acroglossum</i>			acg	Juz	1937	PER	2x(2EBN)	
3	<i>acroscopicum</i>			acs	Ochoa	1953	PER	2x	
4	<i>amayanum</i>			amy	Ochoa	1989	PER	2x(2EBN)	
5	<i>ambosinum</i>			amb	Ochoa	1951	PER	2x(2EBN)	
6	<i>anamatophilum</i>			amp	Ochoa	1963	PER	2x(2EBN)	
7	<i>ancophilum</i>			acp	Correll Ochoa	1983	PER	2x(2EBN)	
8	<i>ancoripae</i>			anp	Ochoa	1999	PER	2n	
9	<i>arahuayum</i>			ara	Ochoa	1994	PER	2x	(med x wtm)
10	<i>ariduphilum</i>			adp	Ochoa	1967	PER	2x(2EBN)	
11	<i>augustii</i>			agu	Ochoa	1974	PER	2x(1EBN)	
12	<i>ayacuchense</i>			ayc	Ochoa	1958	PER	2x(2EBN)	
13	<i>aymaraesense</i>			aym	Ochoa	1973	PER	2x	
14	<i>bill-hokerii</i>			bhk	Ochoa	1973	PER	2x	
15	<i>blanco-galdosii</i>			blg	Ochoa	1973	PER	2x(2EBN)	(amp x plq)
16	<i>buesii</i>			bue	Vargas	1942	PER	2x(2EBN)	
17	<i>bukasovii</i>	<i>f.bukasovii</i>		buk	Juz	1929	PER	2x(2EBN)	
	<i>bukasovii</i>	<i>f.multidissectum</i>		mlt	(Hawkes) Ochoa	1992	PER	2x(2EBN)	
18	<i>burkartii</i>			brk	Ochoa	1977	PER	2x	
19	<i>cajamarquense</i>			cjm	Ochoa	1959	PER	2x(1EBN)	
20	<i>cantense</i>			cnt	Ochoa	1951	PER	2x(2EBN)	
21	<i>chancayense</i>			chn	Ochoa	1952	PER	2x(1EBN)	
N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA

22	<i>chillonanum</i>			chi	Ochoa	1989	PER	2x	
23	<i>chiquidenum</i>		<i>chiquidenum</i>	chq	Ochoa	1954	PER	2x(2EBN)	
	<i>chiquidenum</i>		<i>amazonense</i>	ama	Ochoa	1994	PER	2x	
	<i>chiquidenum</i>		<i>gracile</i>	gra	Ochoa	1994	PER	2x	
	<i>chiquidenum</i>		<i>robustum</i>	rob	Ochoa	1994	PER	2x	
24	<i>chomatophilum</i>	<i>f.chomatiphilum</i>		chm	Correll	1967	PER		
	<i>chomatophilum</i>	<i>f.sausianense</i>		sau	Ochoa	1994	PER		
	<i>chomatophilum</i>		<i>subnivale</i>	sbn	Ochoa	1994	PER	2x	
25	<i>coelestipetatum</i>			cop	Vargas	1946	PER	2x(2EBN)	
26	<i>contumazaense</i>			ctz	Ochoa	1964	PER	2x(2EBN)	
27	<i>dolichocremastrum</i>			dcm	Bitter	1913	PER	2x(1EBN)	
28	<i>gracilifrons</i>			grc	Bitter	1913	PER	2x	
29	<i>guzmanguense</i>			gzm	Walen and sagastegui	1986	PER	2x(1EBN)	
30	<i>hastiforme</i>			hsf	Correll	1960	PER	2x(2EBN)	
31	<i>huancabambense</i>			hcb	Ochoa	1959	PER	2x(2EBN)	
32	<i>huancavelicae</i>			hcv	Ochoa	1999	PER	2x(2EBN)	
33	<i>huarochiriense</i>			hro	Ochoa	1960	PER	2x(2EBN)	
34	<i>humectophilum</i>			hmp	Ochoa	1969	PER	2x(1EBN)	
35	<i>hypacrarthrum</i>			her	Correll	1967	PER	2x(1EBN)	
36	<i>immite</i>		<i>immite</i>	lmt	Dunal	1852	PER	2x(1EBN)3x	
	<i>immite</i>		<i>vernale</i>	vrl	Correll	1961	PER		
37	<i>incahuasinum</i>			inh	Ochoa	1979	PER	2x(1EBN)	
38	<i>incasicum</i>			ins	Ochoa	1981	PER	2x(2EBN)	
39	<i>ingifolium</i>			igf	Ochoa	1959	PER	2x(1EBN)	

Servicio de consultoría para la elaboración del mapa, análisis socioeconómico y de organismos y microorganismos de aire y suelo y lineamientos para la conservación de la diversidad genética de la papa

N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA
40	<i>irosinum</i>		<i>irosinum</i>	lrs	Ochoa	1963	PER	2x(2EBN)	
	<i>irosinum</i>		<i>tarrosum</i>	tarr	Ochoa		PER	2x	
41	<i>jaenense</i>			jnn	Ochoa	1960	PER	6x(4ENB)	
42	<i>jalcae</i>		<i>jalcae</i>	jlc	Ochoa	1954	PER	2x(2EBN)	
	<i>jalcae</i>		<i>pubescens</i>	pub	Correll	1961	PER		
43	<i>laxissimum</i>			lxs	Bitter	1916	PER	2x(2ENB)	
44	<i>lignicaule</i>			lgl	Vargas	1943	PER	2x(1ENB)	
45	<i>limbaniense</i>			lmb	Ochoa	1974	PER	2x(2ENB)	
46	<i>longiusculum</i>			lgx	Ochoa	1973	PER	2x	
47	<i>lopez- camarenae</i>			lpc	Ochoa	1973	PER	2x(1ENB)	
48	<i>marinasense</i>			mrn	Vargas	1949	PER	2x(2ENB)	
49	<i>medians</i>		<i>medians</i>	med	Bitter	1912	PER	2x(2ENB)3x	
	<i>medians</i>		<i>automnale</i>	aut	Correll	1961	PER	2x(2ENB)	
50	<i>megistacrolobum</i>	<i>f. purpureum</i>		pur	Ochoa	1994	PER		
	<i>mochiquense</i>			mcq	Ochoa	1952	PER	2x(1ENB)	
51	<i>multiinterruptum</i>			mtp	Bitter	1913	PER	2x(2ENB)	
	<i>multiinterruptum</i>		<i>machantaybino</i>	Mac	Ochoa	1960	PER	2x(2ENB)	
	<i>multiinterruptum</i>	<i>f. f. albiflorum</i>		alf	Ochoa	1960	PER	2x	
52	<i>nemorosum</i>			nmr	Ochoa	1982	PER	6x(4ENB)	
53	<i>neovargasii</i>			nvg	Ochoa	1961	PER	2x	
54	<i>neovavilovii</i>			nvv	Ochoa	1983	PER	2x(2EBN)	
55	<i>neoweberbaueri</i>			nwb	Wittm	1910	PER	3x	(med xchn)
56	<i>nubicola</i>			nub	Ochoa	1967	PER	4x(2EBN)	
57	<i>orophilum</i>			orp	Correll	1960	PER	2x(2EBN)	
N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA

58	<i>ortegae</i>			ort	Ochoa	1998	PER	2x	
59	<i>pampasense</i>			pam	Hawkes	1944	PER	2x(2EBN)	
60	<i>paucissectum</i>			pcs	Ochoa	1960	PER	2x(2EBN)	
61	<i>peloquinianum</i>			plq	Ochoa	1979	PER	2x(2EBN)	
62	<i>pillahuatense</i>			pll	Vargas	1945	PER	2x(2EBN)	
63	<i>piurae</i>			pur	Bitter	1916	PER	2x(2EBN)	
64	<i>raphanifolium</i>			rap	Cardenas and Hawkes	1943	PER	2x(2EBN)	
65	<i>raquialatum</i>			raq	Ochoa	1939	PER	2x(1EBN)	
66	<i>rhomboideilanceolatum</i>			rhl	Ochoa	1952	PER	2x(2EBN)	
67	<i>salasianum</i>			sls	Ochoa	1989	PER	2x	
68	<i>sandemanii</i>			snd	Hawkes	1925	PER	2x(2EBN)	
69	<i>santolallae</i>			san	Vargas	1943	PER	2x(2EBN)	
70	<i>sarasarae</i>			srs	Ochoa	1988	PER	2x(2EBN)	
71	<i>sawyerii</i>			swy	Ochoa	1960	PER	2x(2EBN)	
72	<i>saxatilis</i>			sax	Ochoa	1992	PER	2x(2EBN)	
73	<i>scabrifolium</i>			scb	Ochoa	1967	PER	2x	
74	<i>simplicissimum</i>			smp	Ochoa	1989	PER	2x(1EBN)	
75	<i>sogarandinum</i>			sgr	Ochoa	1952	PER	2x(2EBN),2n=36	
76	<i>tacnaense</i>	<i>tacnaense</i>		Tcn	Ochoa	1953	PER	2x(2EBN)	
	<i>tacnaense</i>	<i>decurrentialanum</i>		dec	Ochoa Correll	1961	PER	2x	
77	<i>tapojense</i>			tpj	Ochoa	1970	PER	2x(2EBN)	
78	<i>tarapatanum</i>			trp	Ochoa	1977	PER	2x	
79	<i>taulisense</i>			tau	Ochoa	1967	PER	2x(2EBN)	
80	<i>trinitense</i>			trt	Ochoa	1964	PER	2x(1EBN)	

Servicio de consultoría para la elaboración del mapa, análisis socioeconómico y de organismos y microorganismos de aire y suelo y lineamientos para la conservación de la diversidad genética de la papa

N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA
81	<i>urubambae</i>			uru	Juz	1937	PER	2x(2EBN)	
	<i>urubambae</i>	<i>f.chakchabambense</i>		chk	Ochoa	1999	PER	2x	
	<i>urubambae</i>	<i>f. velutinum</i>		vel	(Correll) Ochoa	1967	PER	2x	
82	<i>velardei</i>			vlr	Ochoa	1962	PER	2x	
83	<i>wittmackii</i>			wtm	Bitter	1913	PER	2x(1EBN)	
84	<i>yamobambense</i>			ymb	Ochoa	1952	PER	2x	

Cuadro N° 03B. Lista de especies silvestres del género *Solanum*, Seccion Petota. Basado en Hawkes (1990). Perú y otros.

N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN
1	<i>Acaule</i>	<i>acaule</i>		acl	Bitter	1921	ARG,BOL,PER	4x(2EBN)
	<i>Acaule</i>	<i>f. acaule</i>		acl	Bitter		ARG,BOL,PER	4x(2EBN)
2	<i>albicans</i>			alb	Ochoa	1983	ECU,PER	6x(4EBN)
3	<i>candolleanum</i>			cnd	P. Berthault	1911	BOL,PER	2x(2EBN)
4	<i>chomatophilum</i>		<i>chomatophilum</i>	chm	Bitter	1924	ECU,PER	2x(2EBN)
5	<i>leptophyes</i>			lph	Bitter	1913	BOL,PER	2x(2EBN)/4x(4EBN)
6	<i>megistacrolobum</i>	<i>megistacrolobum</i>		mga	Bitter	1912	ARG,PER,BOL	2x(2EBN)
	<i>megistacrolobum</i>	<i>toralapanum</i>		tor	(Cardenas and Hawkes) RB Giannatasio DM Spooner	2001	ARG,PER,BOL	2x(2EBN)
7	<i>olmosense</i>			olm	Ochoa	1963	ECU,PER	2x(2EBN)
8	<i>puchupuchens</i>			pch	Ochoa	1983	BOL,PER	2x
9	<i>sparsipilum</i>			spl	(Bitter) Juz and Bukasov	1937	BOL,PER	2x(2EBN)
10	<i>yungasensa</i>			yun	Hawkes	1962	BOL,PER	2x(2EBN)

Cuadro N° 04. Lista de especies cultivadas del género *Solanum*, Seccion Petota. Basado en Hawkes (1990).

N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN	CRUZA
1	<i>Ajanhuiri</i>			ajh	Juz and Bukasov	1930	BOL,PER	2X	(mga x stn)
2	<i>Chaucha</i>			cha	Juz and Bukasov	1929	BOL,PER	3X	(stn x adg)
3	<i>curtilobum</i>			cur	Juz and Bukasov	1929	BOL,PER	4X(4EBN)	(juz x adg)
4	<i>juzepczukii</i>			juz	Bukasov	1929	BOL,PER	3X	(acl x stn)
5	<i>Phureja</i>	<i>phureja</i>		phu	Juz and Bukasov	1929	Widespread Andes	2x(2EBN)	
	<i>Phureja</i>	<i>higrothermicum</i>		hyg	Ochoa Hawkes	1990	PER	4x	
6	<i>stenotomum</i>	<i>stenotomum</i>		stn	Juz and Bukasov	1929	BOL,PER	2x(2EBN)	
	<i>stenotomun</i>	<i>goniocalyx</i>		gon	(Juz and Bukasov) Hawkes	1963	PER	2x(2EBN)	
7	<i>tuberosum</i>	<i>tuberosum</i>		tbr	L	1753	CHL nativo	4x(4EBN)	
	<i>tuberosum</i>	<i>andigenum</i>		adg	(Juz and Bukasov) Hawkes	1956	Widespread Andes	4x(4EBN)	

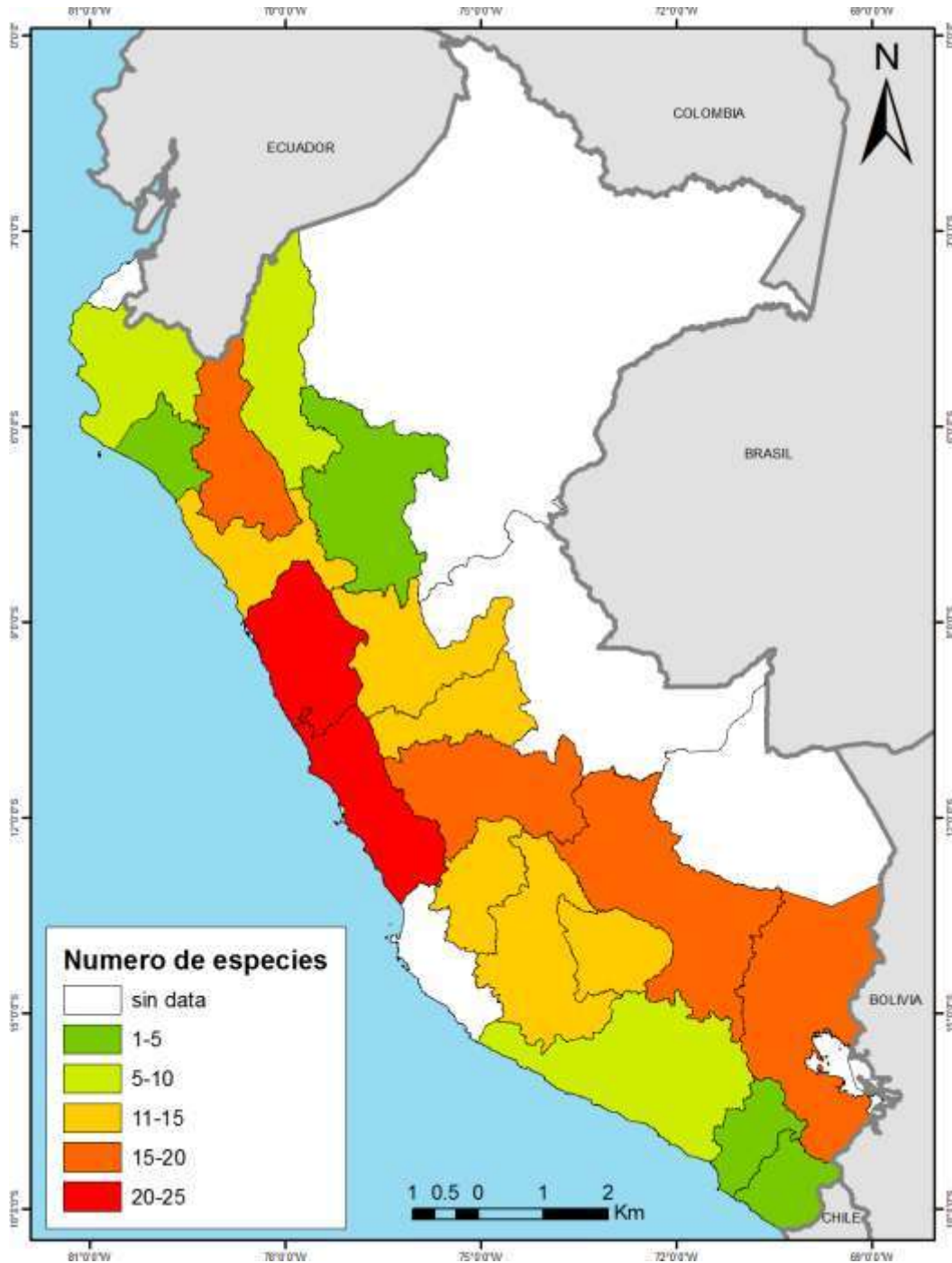
Cuadro N° 05. Lista de especies cultivadas endémicas de Perú del género *Solanum*, Seccion Petota. Basado en Hawkes (1990).

N°	ESPECIE	SUBESPECIE	VARIEDAD	CÓDIGO	AUTOR	AÑO	PAÍS	PLOIDIA Y EBN
1	<i>phureja</i>	<i>higrothermicum</i>		hyg	Ochoa Hawkes	1990	PER	4x
2	<i>stenotomun</i>	<i>goniocalyx</i>		gon	(Juz and Bukasov) Hawkes	1963	PER	2x(2EBN)

Referencias:

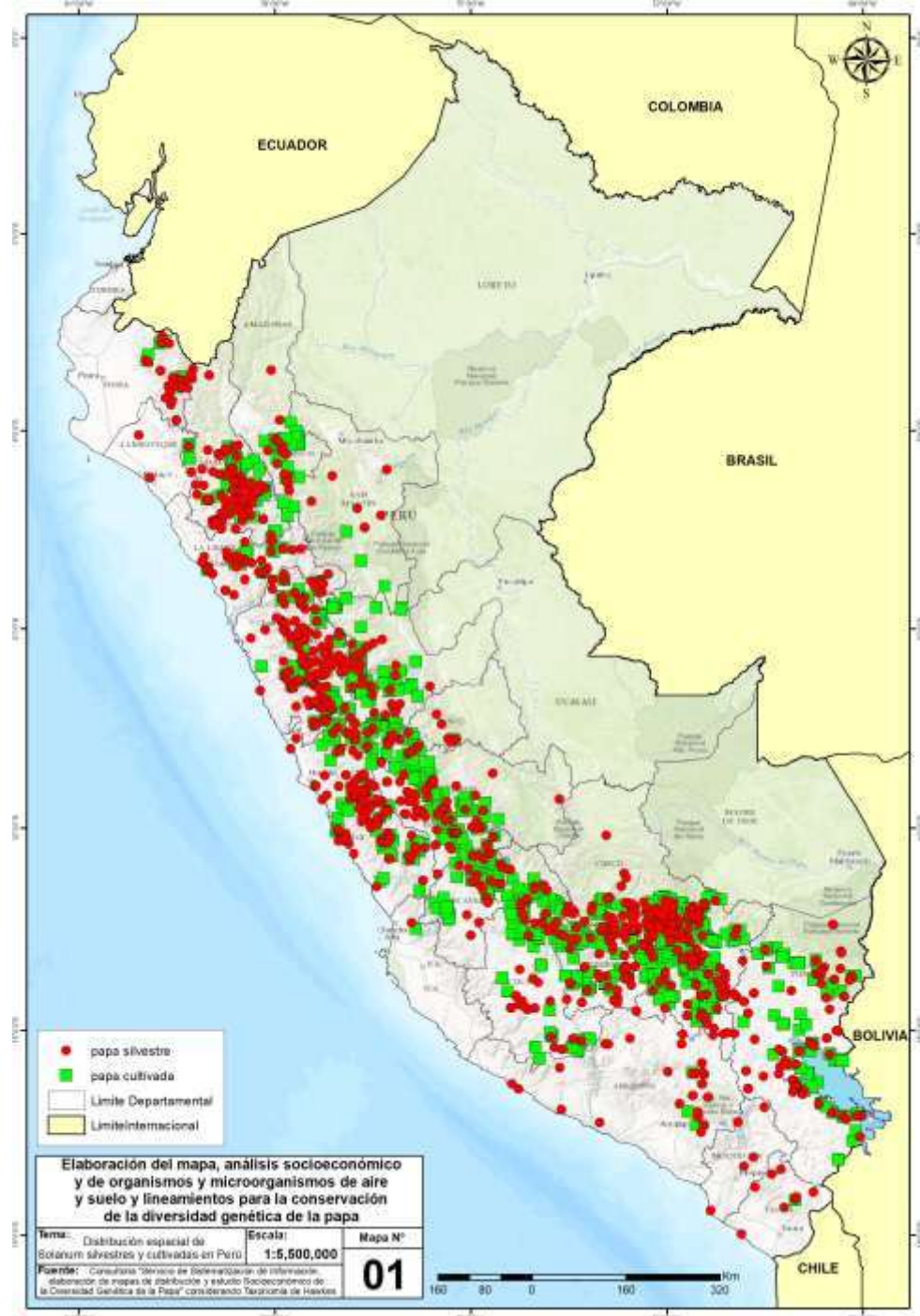
1. Hawkes J. G. 1990. The potato: evolution, biodiversity and genetic resources. Belhaven Press, Oxford, UK.
2. Spooner D.M. and Hijmans R.J. 2001. Potato systematics and Germplasm collecting, 1989–2000. Am. J. Potato Res. 78: 237–268.
3. <http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx?projectid=5&langid=66>

Mapa N° 01. Zonas de mayor distribución de *Solanum* spp. por departamento.



Fuente: CONSORCIO CHIMAC SAC – ECO DEVELOPMENT GROUP SAC. 2014. Servicio de Sistematización de Información, Elaboración de Mapas de Distribución y Estudio Socioeconómico de la Diversidad Genética de la Papa. Datos validados y georeferenciados.

Mapa N° 02. Zonas de mayor distribución de papas silvestres y cultivadas por departamento.



Fuente: Servicio de Sistematización de Información, Elaboración de Mapas de Distribución y Estudio Socioeconómico de la Diversidad Genética de la Papa. Datos validados y georeferenciados. Adaptados Taxonomía Hawkes.2017.

Mapa N° 03. Zonas de distribución de especies silvestres endémicas de *Solanum* por departamento.



Fuente: Servicio de Sistematización de Información, Elaboración de Mapas de Distribución y Estudio Socioeconómico de la Diversidad Genética de la Papa Datos validados y georeferenciados. Adaptada Taxonomía Hawkes.2017.

Inventario e identificación de cultivares nativos de papa registradas en ferias semillas, concursos de biodiversidad y el Registro Nacional de la Papa Nativa Peruana-RNPNP con georeferencia real o estimada, incluyendo especies silvestres emparentadas, para elaborar mapas de distribución de la diversidad y variabilidad de la papa y sus parientes silvestres en el Perú.

Los espacios donde los conservacionistas exponen su diversidad de papas nativas, son las ferias nacionales como Mistura (setiembre) y Festival de la Papa Nativa (Mayo por el Día Nacional de la Papa) que se realizan en Lima; asimismo en ferias y festivales regionales de papa que se realizan en regiones paperas. En el Cuadro N° 06 se puede apreciar las comunidades y distritos que han participado con su diversidad de papa nativa en el último Festival de Papa Nativa organizado en el marco del Día Nacional de la Papa, mayo, 2017

Cuadro N° 06. Comunidades que participan en ferias regionales y nacionales de Papa Nativa. 2017.

REGION	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	N° DE VARIETADES
CAJAMARCA	Celendín	Sorochuco	Cruz Pampa	75
CUSCO	Urubamba	Chincheros		21
CUSCO	Calca	Lares	Pampacorral	109
CUSCO	Calca	Pisac	Chahuaytire	162
HUANUCO	Huánuco	Quisqui	Monte Azul	307
HUANCANELICA	Tayacaja	Acostambo	Huayta Corral	125
HUANCANELICA	Tayacaja	Ahuaycha	Túpac Amaru	110
HUANCANELICA	Angaraes	Cochaccasa	Santa Cruz de Pongos Grande	97
HUANCANELICA	Angaraes	Lircay	Allato	101
HUANCANELICA	Huancavelica	Yauli	Villa Hermosa	110
HUANCANELICA	Acobamba	Paucará	Libertadores	120
APURIMAC	Andahuaylas	Kishuará	Kishuará	99
PASCO	Daniel Alcides Carrión	Santa Ana de Tusi		33
ANCASH	Carhuaz	Carhuaz	Ecash	41
HUANCANELICA	Tayacaja	Pazos	Pazos	42
HUANUCO	Ambo	Cayna	Villa Huayra	134
HUANUCO	Ambo	Ambo	Yuracyacu	124
HUANUCO	Yarowilca	Chavinillo	Mazur	140
PUNO	Collao	Ilave	Capachullpa	47
APURIMAC	Andahuaylas	Huagan		20
APURIMAC	Andahuaylas	Tumayhuaraca	Cochapucro	240
LA LIBERTAD	Yulcan	Yulcan		68

Fuente: Organizaciones participantes con diversidad de papas nativas en Festival de Papa Nativa, Mayo 2017 en Lima

Registro Nacional de la Papa Nativa Peruana – RNPNP

El Registro Nacional de la Papa Nativa Peruana (RNPNP) se crea por Resolución Ministerial 0533-2008-AG, la cual dispuso que su implementación, mantenimiento y actualización esté a cargo del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

El RNPNP se encuentra enmarcado en la Ley Nro. 28477 - Ley que Declara a los Cultivos, Crianzas Nativas y Especies Silvestres Usufructuadas como Patrimonio Natural de la Nación.

Con la implementación del RNPNP se pretende establecer mecanismos de reconocimiento y protección de la diversidad y variabilidad de las papas nativas peruanas a nivel nacional e internacional en base a registros oficiales que incluyan descriptores reconocidos, facilitar el reconocimiento del aporte de las comunidades campesinas peruanas a la seguridad alimentaria y a la economía global mediante la conservación de esta diversidad y variabilidad, así como garantizar su utilización adecuada evitando actos de biopiratería.

El Registro Nacional de la Papa Nativa Peruana involucra a:

- Universidades e Instituciones Públicas y Privadas, con la cooperación y facilitación de la información que disponen.
- Miles de familias campesinas que por siglos han conservado y mantenido una gran variedad de papas nativas.

Actualmente y en forma oficial nos informan que próximamente esta información estará en la web del INIA, estamos reiterando nuestro pedido al INIA para que nos proporcionen oficialmente el listado de Papas Nativas Registradas. Están registradas extraoficialmente 51 variedades de papas nativas en el RNPNP (Cuadro N° 07) , a continuación se detalla la relación de variedades registradas:

Cuadro N° 07: Relación de variedades papa nativa registrada en el Registro Nacional de la Papa Nativa Peruana

N°	NOMBRE COMÚN	NOMBRES ALTERNATIVOS	N° CIP (*)
1	Amarilla tumbay	Chiaquil, Tumbay, Papa Amarilla, Amarilla, Tumbuy	706746
2	Huagalina	Amarilla del Norte, Papa Amarilla,	703748
3	Huamantanga o Juitu rojo	Puka Suyt'u, Puka Huamantanga, Aq'o Suyt'u, Puka Aq'o Suyt'u, Yuraq Pepino	
4	Muru wayro	Huayro Moro, Huayro, Wayrush, Muru Wayrush,	705784
5	Peruanita	Jilguero, Karwash Munilla, Milagro	703356
6	Puka wayro	Huayro rojo, Huayro, Wayrush	704125
7	Ishkupuru	Limeña, Chaulina, Qallwash Shuito, Qarwash Shuito, Runtush Shuyt'u, Ishku Shuyt'u, Weshqo Amarilla, Huamantanga (mercados de Lima)	703282
8	Yana paq'ocha senq'an	Khuchi Aka, Paq'ocha Senq'a, Choqllus, Yana Choqllu, Chunguina, Yana Cejudo, Yana Ch'uncki, Paq'osan, Sarda Putis, Yana Putis, Kariapa Ñawi	704063
9	Puka imilla	Wila imilla, chupica imilla, Puka Warmi, Imilla roja, Puka Pasña, Puka papa, Puka mama, Manzana	704535
10	Pepino suyt'u	Yana Acero Suyt'u, Yana Huamantanga, Pichiu Suyt'u, Pashun Plomo, Pepino, Yana Pepino, Kapiac Pepino, Yana Aq'o Suyt'u, Oq'e Suyt'u	705459
11	Camotillo	Camotilla, Garhuash Juito, Karwash Shuyt'u, Chaulina, Pashun Amarillo, Conchucano, Taragallo	707154
12	Yana imilla	Imilla negra, Chiar imilla, Salamanca	700178
13	Yuraq imilla	Imilla blanca, Janko imilla, Yuraq Q'ompis, Yuraq Risko	704016
14	Sani imilla	Sani, Chola, Lola	702865
15	Tarmeña	Puka murunqui, Puka murunga	
16	Q'ompis	Puka q'ompis, Paqo Imilla, Papa rosada, Yuraq Sisa, Papa risiko, Risiko papa, Bayo Risiko, Panti Imilla, Imilla rosada, Rosada	700921
17	Yana piña	Qhachun waq'achi, Lonchoypa mondanan, Wakapa Rurun, Yana canastilla, Piña negra	705276
18	Yana pumamaki	Pumamaki, Pumapa makin, Michipa Makin	702477
19	Wila qoyllu	Puka qoyllu, Qoyllu, Qoyllu imilla	700234
20	Khuchipa ismaynin	Khuchiaka, Qhaka ñawi, P'itikiña	700313
21	Rubi	Granada; Pestaña roja, Rubi Roja	700787
22	Muru shoq'o	Puka munilla, Jerga colorada	701273

Cuadro N° 07: Relación de variedades papa nativa registrada en el Registro Nacional de la Papa Nativa Peruana (Cont.)

Nº	NOMBRE COMÚN	NOMBRES ALTERNATIVOS	Nº CIP (*)
23	Rukuma	Yana akshu, Yana Mushka, Rukmay, Pampina negra; Yana tullu, Markina, Yana papa, Yana Purush; Añaspa Uman; Añaspa Peqan; Yana manzana; Negra overa; Conda negra; Sutamara	701515
24	Soq'o waq'oto	Yana chinchi, Yana chinchero, Chinchero	702363
25	Natin suytu		702464
26	Puka mikush	Milagro	702736
27	Morar nayra mari	Chiar nayra poka, Morada nayra poka	702815
28	Yana shukre	Khuchipa chupan, Yana Shuito; Yana wanqo; Yana weq'llo, Michi Aka	703197
29	Q'eq'orani	Azul song'o, Q'eq'erana	703287
30	Poluya	Pillpinto, Puka Allqu, Taragallu, Pulush	703421
31	Ambar	Pira	703741
32	China runtush		703825
33	Amarilla chunchup	Amarilla; Choines	704481
34	Yana warmi	Wamanpa uman	705543
35	Khuchi chuqchan		706191
36	Puka durasnillo	Durasnillo, Puka Q'ello Song'o, Pukrus	707135
37	Leona	Bolona negra	704058
38	Thuruna	Puka Thuruna	703801
39	K'usi	Alta K'usi, Yana K'usi	701021
40	Sandía	Puna Leona	702985
41	Llama ruru	China Llama Ruru, Luntusa, Mauna	700176
42	Pillpinto	Puka Allqu, Taragallu	705553
43	Yana t'alako	Lluqt'u, Yana Llipt'a	703948
44	Sua pusay		706190
45	Chiqui bonita	Riñona	705719
46	Huarina	Rukupa Punkan	700151
47	Paq'ocha	Muru Ureña, Ureña	703300
48	Loq'a	Hanqo Kaisalla, Hanqo Sultuma, Parqo Morado; Hanqo Loqalla, Hanqo Loq'a, Kaisalla	702619
49	Laram oqoquri	Oqoquri Morado, Azul oqoquri, Ankas Shiri, Azul Choq'epito, Azul Qheta, Azul Rucki, Azul Shiri, Azul Waña, Choq'epito Morado, Yana Oqoquri, Laram Choq'epito, Lucki Morada, Oqoquri Waña, Shiri Morada, Waña Morada, Waña Negra, Yana P'alta Shiri, Yana Rucki, Yana Shiri, Yana Toro, Yana Waña	702937

Nº	NOMBRE COMÚN	NOMBRES ALTERNATIVOS	Nº CIP (*)
50	Yuraq oqoquri	Hanqo Oqoquri, Oqoquri blanco, Yuraq Shiri, China Mallku, China Rucki, Choq'epito Lucki, Choq'pito Blanco, Hanqo Choq'epito, Hanqo Lucki, Qheta, Lucki, P'alta Waña, Papa Rucki, Shiri Blanca, Waña, Waña Blanca, Yurac Choq'epito, Yuraq Qheta, Yuraq Mallku, Yuraq Qhete, Yuraq Rucki, Yuraq Waña	702455
51	Piñaza	Qheta, K'aipe, Orq'o Mallku, Ruk'i, Hatun Ruk'i, Luk'i, Luk'i Choq'e, Piñaza luck'I, Hanko Luk'I, K'apu	706334

Nota: (*) El número CIP es solo como referencia para identificarlo en el Banco de Germoplasma del Centro Internacional de la Papa.

Los investigadores René Gómez & David Tay (2008) del Centro Internacional de la Papa, determinaron el flujo de biodiversidad y las localidades por cada región con mayor biodiversidad de papas nativas, destacando en primer lugar Cusco, seguido por Ancash, Cajamarca, Huancavelica, entre otros como se puede apreciar en los Cuadros N° 08 y 09 y mapas N° 04, 05 y 06.

Cuadro N° 08: Localidades en la Región Cusco con mayor biodiversidad de papas nativas

Provincia	Localidad
Anta	Kamayoc de Sicuani Comunidad de Palccoyo
	Ccaccahuaura-Ancahuasi
	Huayllacocha- Huarcondo
	Conchacalla-Anta
	Matero, Cochapunco-Pucyura
	Zamanca- Chinchaypuquio
Calca	Parque de la Papa-Pisac
	Viacha-Pisac
	Huarqui-Lamay
	Poques Pata-Lamay
	Sayllafaya-Lamay
	Tiracanchi-San Salvador
	Occururo-San Salvador
	Patabamba-San Salvador
	Ayarcancha o Yanamayo-Coya
	Quenco-Coya
	Patabamba-Coya
	Sihua-Coya
	Accha Alta-Calca
	Ttiobamba-Calca
	Quishuarani-Lares
Pampacorral-Lares	

Cuadro Nº 08: Localidades en la Región Cusco con mayor biodiversidad de papas nativas (Cont.)

Provincia	Localidad
Paucartambo	Sipascancha alto- Colquepata
	Queros Grande-Paucartambo
	Quico-Paucartambo
	Tocra-Colquepata
	Incapaucar-Colquepata
	Chicchicmarka-Colquepata
	Sonco-Colquepata
	Pichigua-Colquepata
	Japu-Paucartambo
	Tintec-Paucartambo
	Mollamarca-Paucartambo
	Kcallacancha-Paucartambo
	Quesccay-Paucartambo
	La Convención
Negrilla-Vilcabamba	
Quispicanchi	Tantani apicara-Marcapata
	Yanacancha-Marcapata
	Huiscachani-Marcapata
	Ccatcca
	Tinqui-Ocongate
	Apichaca-Ocongate
	Huayna Ausangate-Ocongate
	Joñamuru (Paqchanta)-Ocongate
	Pirqui-Ccarhuayo
	Anjasi-Ccarhuayo
	Sullumayo-Huaro
	Pacramayo-Lucre
	Huarcay-Lucre
Chumbivilcas	Capacmarca
	Quiñota
Urubamba	Chinchero Ayllu-Chinchero
	Misminay-Maras
	Patacancha-Ollantaytambo
	Huilloc-Ollantaytambo
Acomayo	Pomacanchi
	Sangarara
Canas	Tunga Suca- Tupac Amaru
Espinar	Coporaque
	Yauri-Espinar
Cusco	Totora-Ccorcca
	Huaccoto-San Jerónimo

Fuente: René Gómez & David Tay, CIP (2008)

Cuadro N° 09: Localidades en las Regiones de Cajamarca, Ancash, Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac y Puno con mayor biodiversidad de papas nativas.

REGIÓN	PROVINCIA	LOCALIDAD
Cajamarca	Cajamarca	La Encañada
	Chota	San Miguel de Pallaques-San Miguel
		Paccha
Celendin	Sorochuco	
Ancash	Mariscal Luzuriaga	Sanachgan-Fidel Olivas Escudero
	Antonio Raymondi	Aczo
		Chambara-Aczo
	Sihuas	Rayan-Chingalpo
Pallasca	Conchucos	
Huánuco	Huánuco	Huamally-Margos
	Huamalies	Jacas Grande
		Puños
	Dos de Mayo	Iscopampa-Rondos
		Pachas
Pasco	Daniel Carrión	Yanahuanca
		San Pedro de Pillao
	Pasco	Huachon
		Paucartambo
Junín	Concepcion	Racraya - Comas
		Macon-Cochas
	Junin	Ulcumayo
		Ondores
Huancavelica	Tayacaja	San Jose de Aymara-Pazos
	Castrovirreyna	Castrovirreyna
	Churcampa	Chonta-Paucarbamba
	Acobamba	Paucara
Ayacucho	Huamanga	Chiara
		Chuntaca-Acocro
		Quishuar-Acos Vinchos
	Huanta	Luricocha
		Llamanniyoc-Ayahuanco
	La Mar	Chungui
		Auquiracay-Anco
Parinacochas	Cayara-Puyusca (Incuyo)	
Apurímac	Andahuaylas	Cunyari-Andarapa
		Pampachiri
	Abancay	Payancca-Lambrama

Cuadro N° 09: Localidades en las Regiones de Cajamarca, Ancash, Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac y Puno con mayor biodiversidad de papas nativas (Cont.).

REGIÓN	PROVINCIA	LOCALIDAD
Puno	Sandia	Cuyo-Cuyo
		Patambuco
	Carabaya	Rumi Rumi-Corani
	Huancane	Taraco
	Moho	Conima
	Azangaro	Muñami
Condoriri Suchini-San Anton		

Fuente: René Gómez & David Tay, CIP (2008)

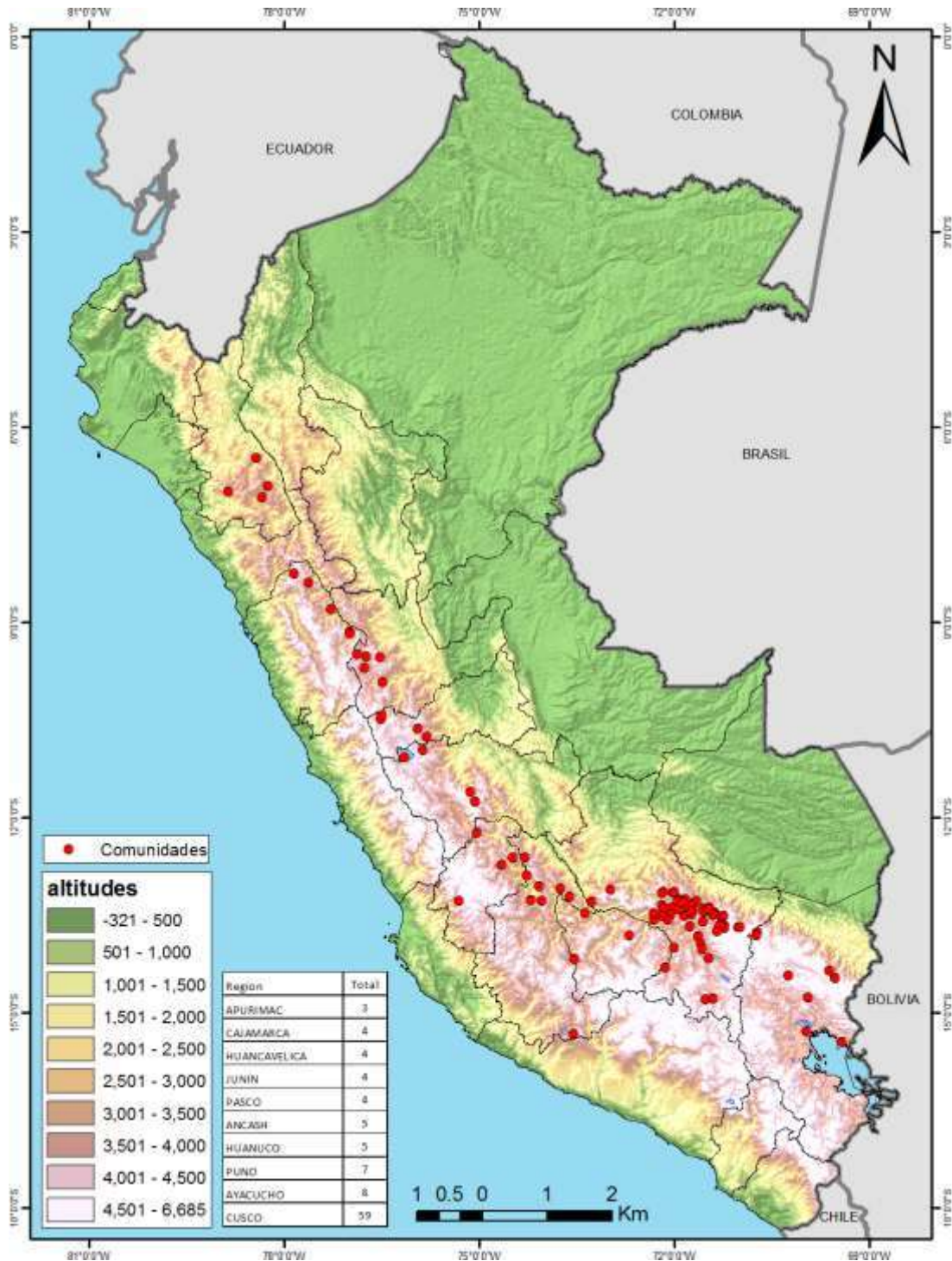
En la Carpeta Anexo 12 BD Mapas Papa Nativa_Feria en versión digital se presenta la Base de Datos de Papas nativas un listado de Ferias y Listado de variedades nativas en varias regiones tradicionalmente productoras de papa y la exhibición y listado de variedades presentadas en Festipapa 2017 en el Parque de Lima y Universidad Científica del Sur.

Mapa N° 04. Zonas/localidades de mayor distribución de papas nativas por departamento.



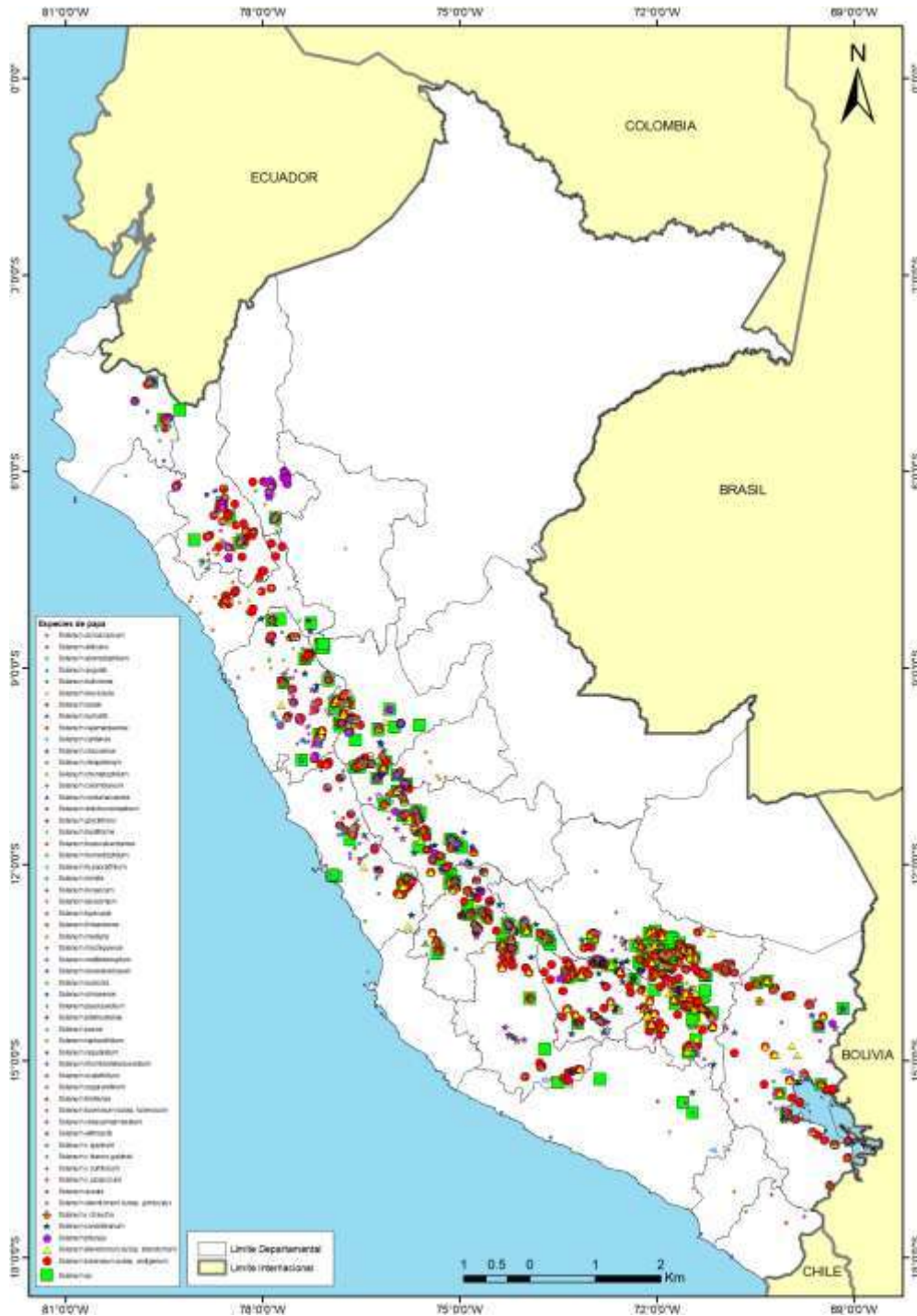
Fuente: Gómez, R. & David Tay. CIP 2008.

Mapa N° 05. Distribución altitudinal de las Papas nativas en el Perú.



Fuente: Gómez, R. & David Tay. CIP 2008.

Mapa N° 06. Distribución de papas silvestres y nativas en el Perú.



Fuente: Gómez, R. & David Tay. CIP 2008.

Evidencia científica que sustente una propuesta de lineamientos para la conservación de la diversidad de especie de papa cultivada y sus parientes silvestres.

La revisión y resultados obtenidos de integrar la información sobre biodiversidad de la Papa así como su capacidad de adaptación en especies silvestres y cultivadas ofrece una clara definición de porque es importante establecer estrategias para una conservación eficiente de la diversidad genética. Ambos tipos de especies presentan caracteres genéticos de utilidad en ciencias básicas (Brown 1990; Myers 1983) pero también para el desarrollo de nuevas variedades en tiempos de cambios climáticos y de modificaciones en la distribución geográfica de plagas y enfermedades de papa. Esto es crítico ya que estos cambios tienen el potencial de afectar la permanencia de las poblaciones naturales y de limitar el cultivo agrícola en áreas donde era tradicionalmente posible (Lenne y Wood 1999).

Muchos trabajos científicos han presentado modelos climáticos futuros donde existe un riesgo serio de pérdida de hábitats, ecosistemas y de áreas agrícolas (Delbaere 2005). También hay muchos reportes en cultivos diversos donde se ha evaluado sus niveles de vulnerabilidad y de resiliencia frente a estos cambios (De Temmerman et al. 2002). Solo asumiendo esta posibilidad la conservación de diversidad genética es altamente justificada. Ello permitiría mantener en conservación genes originados de estas poblaciones en caso ellas vean reducida su tamaño y/o estén amenazadas de extinción. Los conceptos de conservación *ex situ* y conservación *in situ* serán discutidos en términos de la información pertinente sobre su viabilidad y las estrategias a seguir. Esta revisión se va a centrar entonces en dos importantes: uno determinar las proyecciones climáticas establecidas en el país y como estas predicciones tienen el potencial de afectar las especies.

Otro aspecto importante es revisar los esfuerzos de colección de especies cultivadas y silvestres para establecer el estado actual de conservación y las necesidades adicionales. Por ejemplo Hijmans et al. (2000) advirtió de sesgos geográficos en el muestreo de poblaciones naturales y cuestionaron la representatividad de las accesiones incluidas en las colecciones. En la mayoría de los casos las colecciones de especies silvestres en Bolivia fueron hechas cerca de carreteras y sitios de fácil acceso pero no en áreas remotas. Sin embargo dentro del contexto de distribución de especies silvestres, un parámetro tradicional supone que diferenciación genética y adaptación local esta conectada a separación geográfica. Por lo tanto recolecciones de germoplasma, en el pasado, han enfatizado muestreo en tantos sitios como sea posible. Sin embargo evidencia científica ha determinado que esto no es totalmente cierto. Estudios hechos, usando marcadores moleculares e información eco-geografica, en las especies americanas *S. jamesii* y *S. fendleri*, la especie mexicana *S. verrocusum* y la especie boliviana *S. sucrense* demostró que distancia geográfica no es un predictor consistente de distancias genéticas (del Rio et al. 2001; del Rio y Bamberg 2002; del Rio y Bamberg 2004). Otro trabajo de Spooner et al. (2001) también encontró que una población de *S. fendleri* originado en la Península de Baja California no era genéticamente diferente de otras poblaciones de México a pesar de su claro aislamiento geográfico. Estos resultados tienen que ser tomados con cautela sin embargo. Estos se refieren a la variación intra-

específica, a nivel poblacional, lo que totalmente contrasta con diferenciación genética entre especies. Es evidente que separación geográfica es un claro predictor de diversidad genética entre especies ya que se reporta que la mayoría de especies son extremadamente endémicas y solo alrededor de 39 se distribuyen en más de un país (Hijmans y Spooner 2001).

Definitivamente la revisión de los trabajos científicos y técnicos que describan el status de la diversidad y su impacto en la alimentación mundial permitirían establecer las pautas para desarrollar líneas de acción en conservación. Al igual que la pérdida de diversidad en agricultura debido al monocultivo, la pérdida de especies silvestres es también debido a la intervención de actividades humanas aunque ellas en muchos casos sean sin intención de causar impacto negativo. Sin embargo degradación de hábitats es un fenómeno común causado por el desarrollo urbano o la explotación masiva de recursos naturales. Desde esa perspectiva es lógico asumir que los factores influenciando un ritmo de extinción de diversidad natural de 100 a 1000 veces mayor que en estados pre-humanos (Allem 2001, Pimm 1995, Wilson 1984) están también impactando las especies cultivadas y silvestres de papa. En ese contexto es muy probable que la pérdida de diversidad en hábitats naturales sea mucho mayor que bajo condiciones de conservación en bancos de germoplasma. Rhodes (1982) incluso sugiere que aquellas especies silvestres raras y aquellas que no han sido colectadas, están en un alto riesgo de extinción y es posible que algunas de ellas ya hayan sido destruidas por actividades antropogénicas o debido a cambios naturales.

En todo caso, los lineamientos de conservación tienen que ser establecidos en base a la necesidad de preservar genes y de mantener viables las poblaciones naturales, especialmente frente a los diferentes riesgos arriba mencionados. Esta revisión pretende coleccionar información que ayude a entender mejor el estado general de las poblaciones de especies silvestres y cultivadas. Por ejemplo, colectores indican que hábitats específicamente favorables a papa son difíciles de definir. Lo mismo se aplica con respecto a catalogar el vigor y viabilidad de la población en un sitio natural determinado. En muchos casos es posible encontrar poblaciones con plantas apenas sobreviviendo y en otros años, en el mismo nicho, la población muestra un desarrollo excelente. En muchos casos sin distinción climática aparente entre años. Poco se sabe también de los niveles de dormancia de tubérculos y semillas en los suelos de las poblaciones naturales pero evidencia empírica sugiere que condiciones favorables son aprovechadas muy bien por este tipo de propagulos.

Basado en los parámetros descritos, esta revisión ha sido enfocada, mediante la revisión/presentación de información científica y técnica, en entender los aspectos asociados a la expresión de diversidad genética tanto en especies cultivadas y silvestres. También en el potencial impacto de cambio climático y de prevalencia de plagas y enfermedades asociadas al cambio.

Considerando lo antes mencionado hemos propuesto los Lineamientos para la Conservación de la diversidad de especies de Papa cultivada y sus parientes silvestres así como recomendaciones de los planes de acción necesarios para asegurar no solo la conservación de diversidad sino también para establecer prioridades de colectas futuras y de materiales a preservar. Para mayores detalles ver el Punto 8 del presente informe.

6.2. PRODUCCIÓN TRADICIONAL, CONVENCIONAL, ORGANICA Y OTRO

Según FAO, los sistemas agrícolas se definen como “conjuntos de explotaciones agrícolas individuales con recursos básicos, pautas empresariales, medios familiares de sustento y limitaciones en general similares, a los cuales corresponderían estrategias de desarrollo e intervenciones parecidas”. Según el alcance del análisis, un sistema agrícola puede abarcar unas docenas o a muchos millones de familias. La clasificación de los sistemas agrícolas de las regiones en desarrollo se ha fundado en los siguientes criterios:

- Recursos naturales básicos disponibles, comprendidos el agua, las tierras, las zonas de pastoreo y de bosques; el clima, del cual la altura es un elemento determinante; el paisaje, comprendida la pendiente; la dimensión de la finca, el régimen y la organización de la tenencia de la tierra; y
- La pauta dominante de las actividades agrícolas y de los medios de sustento de las familias, comprendidos los cultivos, el ganado, los árboles, la acuicultura, la cacería y la recolección, la elaboración y las actividades externas a la finca agrícola; y también las principales tecnologías empleadas, que determinan la intensidad de la producción y la integración de los cultivos, el ganado y otras actividades.

Otro concepto de “Sistema Agrícola”, se denomina a un “conjunto de componentes como suelo, clima, plantas, animales, las relaciones que existen entre ellos, así como los insumos utilizados y productos que se obtienen con las diversas tecnologías que se aplican, con el objetivo de obtener alimentos y otros servicios”. En los Andes, la denominación común para el área dedicada a una producción es «la chacra»; así habrá una chacra de papas, de quinua u otras. Sin embargo, se pueden diferenciar hasta seis sistemas de producción de cultivos de acuerdo a la altura en que se establecen, al uso o no de riego, calidad de suelos, objetivo de la producción, e incluso al sistema individual o colectivo de producción¹:

- Siembra de parcelas alrededor de la casa, con cultivos alimenticios, tipo huerta;
- Siembra de parcelas individuales en partes altas, bajo condiciones de secano;
- Siembra en partes bajas con riego o maway, ejemplo: Cusco zona Quechua;
- Siembra en sistemas colectivos de layme o aynoka (Puno y Altiplano de Bolivia);
- Siembra en parcelas comerciales de mayor extensión (Cooperativas, Perú);

El trabajo de campo, para verificar los tipos de producción de papa, se realizó en las regiones de Puno, Huancavelica, Huánuco, Cajamarca y Lima, constatándose que el cultivo se realiza bajo tres sistemas de producción: tradicional, convencional y orgánico los mismos que se detallan a continuación:

¹ <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s.pdf>

6.2.1. Producción Tradicional

La agricultura tradicional es un sistema de producción basado en conocimientos y prácticas ancestrales, que han sido desarrollados a través de muchas generaciones y tienen valor cultural y social en las poblaciones andinas y ha sido sostenible en el tiempo.

La agricultura tradicional en nuestro país, así como en las regiones en estudio (Puno, Huancavelica, Huánuco y en Cajamarca), fue transmitido de generación en generación el mismo que se refleja en el manejo racional de los suelos y las siembras, a través de la rotación y asociación de cultivos, el manejo de insectos-plagas, el control de enfermedades, de malezas, entre otros. La agricultura tradicional plantea un sistema de uso de la tierra que ha sido desarrollado localmente durante largos años de experiencia empírica. Esto ha permitido una paulatina reflexión en torno a la biodiversidad existente.

Este tipo de producción es realizado principalmente por pequeños agricultores de subsistencia, quienes carecen de recursos económicos o no tienen acceso a mercados donde puedan adquirir insumos externos.

Entre 2006 a 2007, (J. Caycho – Ronco et al, 2007), se realizó un estudio sobre Sistemas de producción tradicional de papa en los andes de Perú, Bolivia y Ecuador. El estudio determino que en país existen alrededor de 54 tecnologías tradicionales en la cadena productiva de la papa. Las técnicas implicaban la utilización de remedios contra plagas fabricados en forma casera a base de otras plantas locales, la preparación del terreno y la utilización de herramientas ambientalmente amigables como la chakitaklla. El Cuadro N° 10 muestra las principales tecnologías tradicionales identificados en 33 comunidades de las regiones de Cajamarca, La Libertad, Ancash, Lima, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno en el estudio referido anteriormente.

Las técnicas agrícolas tradicionales, señaladas anteriormente, permitieron mantener la sostenibilidad del hábitat y la seguridad alimentaria de sus pobladores ante la presencia constante de heladas, la escasez de agua, las pronunciadas pendientes y la fragilidad de los suelos. Así, en el ámbito de estudio se ha identificado diversas técnicas tradicionales para la producción de la papa, varias de ellas están referidas en el estudio las mismas que señalamos a continuación por región:

En la región de Puno, en las comunidades visitas de los distritos de Ilave (Collao) y San José (Azángaro), se encontraron campos de producción de papa nativa, bajo sistema tradicional denominado “Aynocas”, que consiste en rotaciones sectoriales de siembra. Entre sus características de este sistema de producción están: siembra en forma grupal en un sector que puede alcanzar hasta 20 hectáreas, uso de terrenos descansado de más de 5 años, uso de semilla propia, cada productor es responsable de la siembra de su variedad de papa, además de manejo y cosecha de su parcela. Las ventajas de este sistema de producción tradicional que ha perdurado en el tiempo, espacio y ha sido sostenible: evitar el daño por factores climáticos, como las heladas, evita el ataque de plagas y enfermedades, entre otros. Entre otras técnicas encontrados están uso de chakitaklla, yunta en la preparación del suelo, rotación sectorial y de cultivos para el control de plagas

y enfermedades, almacenamiento de semilla en tarimas usando la muña como planta repelente para las plagas (polilla de la papa).

Cuadro N° 10. Técnicas tradicionales identificados en la producción de papa nativa en los andes del Perú

ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO	TÉCNICAS TRADICIONALES
Preparación del terreno	Barbecho Chiva o Tipka Chacma Andes o terrazas Waru Waru Clasificación empírica del suelo Recuperación de suelos erosionados
Abonamiento	Aplicación de estiércol Majadeo Quema de rastrojos y malezas
Manejo de riesgos climáticos	Siembra en mezcla, chaqro o chagro Asociación de cultivos Cheje Qocha Pirca
Control de plagas en campo	Rotación de cultivos Rotación sectorial Aplicación de extractos repelentes Barreras vivas Aplicación de ceniza Aplicación de cal Quema de plantas repelentes Aporque alto Recolección manual de insectos Cosecha oportuna Construcción de zanjas
Control de enfermedades	Aplicación de extractos de plantas biocidas Aplicación de orina fermentada
Control de plaga en almacén	Uso de plantas repelentes (Muña, Eucaliptus) Aplicación de hollín Humeo de ají
Tratamiento de semilla	Selección de semilla Verdeamiento de tubérculo semilla Jiri o Jamallachi
Almacenamiento	Kayro o Phyna Tarimas de madera Estructura de adobe o piedra
Procesamiento	Elaboración de chuño blanco Elaboración de chuño negro Elaboración de tocosh

Fuente: Estudio realizado por J. Caycho – Ronco et al, 2006 - 2007

En la región Huancavelica, en las comunidades visitadas en los distritos de Paucará (Acobamba) y Pazos (Tayacaja), se encontraron sistema de producción tradicional, entre estas, en las partes altas la siembra en forma de “chiwa” o labranza mínima, que consiste en aperturar en el suelo un hoyo con chakitaklla, para luego colocar la semilla. También se encontró la siembra mezclada de semilla de papa nativa en una parcela, denominada “chagro” (20 a 50 variedades nativas, entre estas de pulpa de color), cuya ventaja, que las diferentes variedades de papa nativa, entre ellas se protegen de las heladas y del ataque de plagas y enfermedades; asimismo es un sistema de conservación de la diversidad de papa nativa de campaña a otra campaña agrícola.

En la región de Huánuco, de las zonas visitas y de mayor producción de diversidad de papas nativas se encuentran en las comunidades de los distritos de Ambo (provincia de Ambo), en Quisqui (Huanuco), esta última zona fue declarada como el Centro de Agrobiodiversidad por el Consejo Regional de Huánuco. Las características más relevantes de sistema tradicional en Huánuco, todavía se mantiene el guaneo con ganado ovino en cercos rodantes, para incorporar el abono en el suelo; rotación de cultivos y siembra en chacgro para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de la papa; sin embargo, en las partes bajas se ha podido constatar el uso de plaguicidas para el control de la ranca y gorgojo.

En la región de Cajamarca, hay que destacar que el sistema tradicional arraigado desde la época de los incas, como es el uso de chakitaklla en la preparación del terreno, siembra mezclada de variedades nativas (chacgro), entre otros, se ha perdido en esta parte del país, debido a la influencia de la cultura española. Actualmente los pequeños productores de papa, para la preparación del terreno utilizan la herramienta pico o yunta y la siembra en una parcela generalmente es de una variedad o dos o tres, pero no mezclados; el almacenamiento de la papa lo hacen en la casa, encima de tarimas, utilizando plantas repelentes como “sacha tarwi” o eucaliptus; el 70% de los encuestados señalaron el uso de plaguicidas para el control de plagas y enfermedades.

En el Cuadro N° 11 se resume las prácticas agrícolas tradicionales encontrados en las comunidades de las regiones andinas del ámbito del estudio.

Cuadro N° 11. Producción tradicional – prácticas agrícolas identificadas

REGIONES	PRÁCTICAS RELEVANTES	VISTA FOTOGRÁFICA
<p>Puno Huancavelica Huánuco Cajamarca</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de terrenos descansados de 5 a más años. • Preparación del terreno con chakitaklla o yunta. • Uso de semilla propia • Uso de abono de ganado ovino y alpaca • Siembra en mezcla (chacgro). • Labores culturales usando la herramienta “raucana” o “piquillos”, “lampilla”. • Control de plagas con rotación de cultivos, rotación sectorial (Aynocas), aporque alto y barreras vivas. • Producción mayormente para semilla y autoconsumo. • En almacén uso de plantas repelentes (Muña y eucaliptus). 	

Fuente: Encuestas aplicadas a los productores de papa

6.2.2. Producción Convencional

La agricultura moderna o convencional, en nuestro país, se inició por los años 50, iniciándose cambios tecnológicos en forma acelerada, entre estas el uso de maquinaria agrícola, uso de semilla mejorada y de monocultivo, uso de fertilizantes sintéticos y agroquímicos para el control de plagas y enfermedades, todo esto con la finalidad de aumentar y maximizar la producción por unidad de área.

El modelo de agricultura convencional, plantea un sistema de producción de alta eficiencia, que tiene como mecanismo básico a los monocultivos y que es dependiente de un alto uso de insumos químicos. Este modelo fue promocionado y difundido entre los productores a través de los llamados paquetes tecnológicos, generados por los centros de generación de tecnologías como las Estaciones Experimentales de INIA, Universidades y Centro Internacional de la Papa, para la adopción principalmente de las papas modernas o mejoradas.

La agricultura moderna o convencional, para la producción comercial de las variedades modernas de papa, a través de sus paquetes tecnológicos, se desarrolló principalmente en la costa y valles interandinos de nuestro país, desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm.

En 1952, se produjeron las dos primeras variedades mejoradas: Renacimiento y Mantaro (Liberadas en 1956). Desde ese entonces a la fecha se han producido alrededor de 75 variedades mejoradas, que en gran parte desplazaron a las nativas. Algunas de las ventajas de estas variedades mejoradas son su corto periodo vegetativo y su productividad. Sin embargo, no hay que olvidar que todas ellas tienen menor contenido de materia seca y en cierto modo el mayor rendimiento se debe a su mayor contenido de agua.

En el ámbito de estudio, mediante las visitas y evaluaciones realizadas, se encontró producción convencional en Huánuco en las comunidades de los distritos de Molino y Panao en Pachitea; en Lima en las comunidades de los distritos de Imperial, San Vicente de Cañete y Quilmaná en provincia de Cañete y en Santa Rosa de Quives en la provincia de Canta. A continuación las prácticas convencionales identificados en cada región visitado:

En la región de Huánuco, de las comunidades visitadas en esta región, en el distrito de Molinos y Panao en la provincia de Pachitea, se han identificado y caracterizado la producción convencional de papa, siendo las variedad nativa comercial más sembrada es la Amarilla Tumbay y entre las modernas Yungay, Canchán, Unica y la Serranita y su sistema de producción se caracteriza por el periodo de descanso del terreno es menor que en las otras regiones, 100% de productores entrevistados señalaron uso de fertilizantes sintéticos en el abonamiento y agroquímicos para el control de plagas y enfermedades, la producción el 80% destinado para el mercado mayorista de Lioma.

En la región de Lima, productores y campos de papa visitados en los valles de Cañete y Chillón en Canta, el sistema de producción convencional es la que predomina al 100%, siendo el área de 2 a más hectáreas, sembrándose variedades modernas como la Unica, Perricholi y se caracteriza por el uso intensivo del suelo, uso de maquinaria en la

preparación y labores culturales, uso de fertilizantes para el abonamiento del cultivo de la papa, uso de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades y la producción destinado para el mercado local y de Mayorista de Lima.

En el Cuadro N° 12 se puede apreciar las prácticas más relevantes identificados en el sistema de producción convencional encontrados en Huánuco y de Lima:

Cuadro N° 12. Producción convencional – prácticas agrícolas identificadas

REGIONES	PRÁCTICAS RELEVANTES	VISTA FOTOGRÁFICA
<p>Lima:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cañete • Canta (Valle de Chillón) <p>Huánuco: Pachitea:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Molino • Panoa 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso intensivo del terreno. • Compra de semilla variedades modernas. • Preparación del terreno con tractor. • Uso de fertilizantes (urea, Fosfato, Nitrato, cloruro de potasio). • Labores culturales con tractor o lampa. • Control de plagas con plaguicida. • La producción, previa selección y clasificación, hacia mercado local y de Lima. 	

Fuente: Encuestas aplicadas a los productores de papa

Bajo sistema de producción convencional, las variedades más comerciales sembradas en nuestro país, se puede apreciar en el Cuadro N° 13.

Cuadro N° 13. Variedades de papa mas comerciales en el Perú

VARIEDAD	CARACTERÍSTICAS FAVORABLES
1. Perricholi	• Muy alto potencial productivo
	• Amplia adaptación
	• Resistente a Phytophthora infestans
2. Yungay	• Alto potencial productivo en condiciones de sierra
	• Buena tolerancia a factores medio ambientales adversos
	• Buena capacidad de conservación en almacenamiento
3. Canchán	• Buena apariencia comercial (color rojizo en la piel y pulpa amarillenta)
	• Buen potencial productivo en costa y sierra
	• Periodo vegetativo de 4,0 a 4,5 meses
4. Tomasa Condemayta	• Buen potencial productivo en costa y sierra
	• Cosecha de costa con muy buena calidad para hojuelas (chips)
	• Tolerante a “mosca minadora” (Liriomyza huidobrensis)
5. Capiro	• Bajo contenido de azúcares reductores en zonas de hasta 3200 msnm
	• Buena demanda por la industria de hojuelas (chips)
	• Buena capacidad de conservación en almacenamiento
6. Unica	• Buena demanda por la industria de papa frita (hojuelas o chips y “papa en tiras”)
	• Periodo vegetativo precoz (100 a 120 días)
	• Tolerante al calor
7. Peruanita	• Alto potencial productivo en condiciones de sierra (3 500 a 3 900 msnm)
	• Muy buena apariencia comercial (“papa de color” y pulpa amarilla)
8. Huayro	• Muy alto potencial productivo en condiciones de sierra (3 500 a 3 900 msnm)
	• Preferencia de las amas de casa (27 % a 28% de materia seca)
9. Tumbay	• Buen potencial productivo en condiciones de sierra media (3 000 a 3 500 msnm)
	• Muy buena apariencia comercial (pulpa amarilla)
10. Iscu phuru o Huamantanga	• Alto potencial productivo en condiciones de sierra (3 500 a 3 900 msnm)
	• Muy buena apariencia comercial (ojos superficiales y pulpa amarilla)
11. Amarilis	• Alto potencial productivo en costa y sierra
	• Buena resistencia a ranchar

Fuente: Manejo Integrado de Papa, Rolando Egúsqiza B., 2011

6.2.3. Producción Orgánica

La producción ecológica, orgánica o biológica de productos agrícolas es un sistema de cultivo de una explotación agrícola autónoma basada en la utilización óptima de los recursos naturales, sin emplear productos químicos sintéticos, u organismos genéticamente modificados (OGMs) — ni para abono ni para combatir las plagas—ni para cultivos, logrando de esta forma obtener alimentos orgánicos y saludables, a la vez que se conserva la fertilidad de la tierra y se respeta el medio ambiente.

Por otra parte, se puede señalar que la agricultura orgánica es la conjunción de prácticas ancestrales- como el cultivo mixto, el manejo de los pisos ecológicos, la rotación y descanso de las tierras de cultivo (con la finalidad de conservar los suelos fértiles), abono orgánico, entre otros -, vinculadas a tecnologías como el biol, el manejo fisiotécnico de suelos, el compost, entre otros (CATIE, et. al, 2013). Asimismo, la agricultura orgánica es una opción integral de desarrollo, capaz de consolidar la producción de alimentos saludables para mercados altamente competitivos y crecientes (CATIE, et. al, 2013).

En la última década, la demanda por alimentos orgánicos certificados para el mercado nacional e internacional ha aumentado sostenidamente y ha constituido un catalizador para la producción orgánica de cultivos y hortalizas en el Perú. La papa nativa rica en antocianinas y de colorida pulpa ha sido descubierta como un nuevo cultivo gourmet y para la producción de papas en hojuelas. Sin embargo, las infestaciones por el gorgojo de los Andes constituyen una severa limitación a su cultivo y aparentemente afectan la viabilidad y rentabilidad de la producción orgánica.

En nuestro país, en el distrito de Pazos en Tayacaja, región Huancavelica, desde el año 2008, con el apoyo de la Cooperación Francesa Ethiquable y AVSF (*Vétérinaires sans frontières*), la **Asociación de Productores Agropecuarios para la Industria Andina-AGROPIA**, inician a desarrollar las papas nativas con pulpa de color azul y rojo en chips de papas nativas de colores. Actualmente la AGROPIA como cooperativa, después de 8 años de trabajo y gestión ha logrado obtener la **certificación orgánica en la Producción, Transformación y Comercialización con la certificadora ECOCERT**, de esta manera, la organización se va diferenciando como una empresa productora y exportadora de snacks orgánicos con altos estándares de calidad a nivel nacional. A continuación información básica recabada *in situ* de la Cooperativa AGROPIA:

- Número de productores: 90 productores de papa nativa.
- Ubicación de los campos de producción orgánica: Comunidades del distrito de Pazos en Tayacaja, región Huancavelica.
- Ubicación de la planta de procesamiento: Distrito de Sapallanga en la región Junín.
- Países a donde se exporta los chips de colores de papa nativa: Francia, Bélgica, España, Holanda y Alemania, con certificación orgánica y comercio justo.

El sistema de producción orgánica identificado en el distrito de Pazos es similar a la producción tradicional, sin embargo, los productores que forman parte de la organización, tienen que seguir estrictamente el protocolo de producción establecido por la entidad certificadora, desde la elección y preparación del terreno, labores de manejo, hasta la cosecha y post cosecha. El uso de insumos en el proceso productivo es estrictamente de origen orgánico. Para el control de plagas y enfermedades utilizan biol o preparados a

base de plantas repelentes o productos permitidos y/o proveídos por la Cooperativa AGROPIA. En el Cuadro N°14 se presenta la descripción por cada etapa del proceso productivo identificado en producción orgánica.

Cuadro N° 14. Descripción de los sistemas de producción orgánica de papa en Pazos en Huancavelica

ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO	SISTEMA ORGÁNICO (PAZOS – AGROPÍA)
Elección del Terreno	En terrenos descansados de más de 5 años.
Preparación del terreno	En chacmeo utilizando chakitaklla y pico.
Obtención de semilla	Semilla propia obtenida y seleccionada de la campaña anterior.
Fertilización del suelo	Uso de guano de corral, guano de isla garantizado.
Siembra	En surco utilizando chakitaklla, lampa o lampilla
Labores culturales: Control de malezas Aporque	A los 1.5 meses utilizando herramienta “Callas” o “picotas”. A los 2 a 3 meses, utilizando el azadón.
Control de plagas y enfermedades	Rotación de cultivos, cerco vivo, aplicación de preparados a base de plantas repelentes o biocidas, uso de productos permitidos.
Cosecha	Uso de herramientas como “Chihuaco” o azadón. La producción obtenida, previa selección, inmediatamente es articulado a Agropía para su procesamiento.
Almacenamiento de semilla o papa consumo	Para semilla, en tarimas, bajo la técnica denominado “Troje”, que consiste tender paja y encima tender la papa semilla, luego tapar con plantas repelentes como Muña o Eucaliptus

Fuente: Encuestas y entrevistas realizados a los productores en las comunidades de Pazos (Tayacaja) en Huancavelica.

Sistema de Garantía Participativa (SGP), consiste en un instrumento metodológico para la evaluación de la conformidad de la producción ecológica de manera participativa. Desde los productores hasta los consumidores participan en la evaluación de las unidades productivas, en el proceso de garantía. Es aplicable para pequeños productores agroecológicos de escasos recursos económicos por lo que no están en capacidad de acceder a la Certificación orgánica que tiene un alto costo y son productos destinados al mercado local.

Además, es un proceso de fortalecimiento de la organización social, de sus capacidades productivas, de la promoción de la seguridad alimentaria y de la generación de la credibilidad de la producción ecológica, todo esto con la participación directa y solidaria de un colectivo social.

La **Asociación Nacional de Productores Ecológico del Perú (ANPE) y el Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente (IDMA)**, ante la crucial necesidad de acreditar y garantizar la producción de miles de pequeños productores ecológicos ante el mercado, desde el año 2005 viene promoviendo el SGP, como una opción alternativa para asegurar el carácter orgánico de la producción en toda la cadena agroeconómica, entre estas las papas nativas y modernas. En los 12 años de implementación el SGP, se llegó a desarrollar los siguientes principios (ANP, 2017): Confianza, visión compartida, transparencia, horizontalidad en las relaciones, descentralización, no dependencia, adaptación, auto educación y evaluación externa, todo ello en el marco de un permanente proceso participativo que involucra a sectores públicos y privados.

Para la gestión del SGP, se crea una estructura funcional y operativa compuesta por 3 instancias: Consejo Nacional, máximo ente rector del sistema SGP en el país; los Consejos Regionales, instancias responsables del proceso de inspección externa en cada región SGP y los Núcleos Locales, conformados por productores que deseen acceder a una constancia de conformidad de su producción ecológica.

En Consejo Nacional está integrado por: ANPE, ASPEC e IDMA; los Consejos Regionales están integrado por representantes de Asociación Regional de Productores Ecológicos, Asociación de consumidores, Universidades, INIA, Gobierno Local y Regional, OGN y otros; los Núcleos Locales integrado por productores organizados, su Junta Directiva y el Evaluador Local elegido por los productores.

Proceso de evaluación y certificación SGP se realiza en dos etapas: Evaluación interna y Evaluación externa, para cada uno de ellos está establecido por un conjunto de herramientas metodológicas y manuales. A continuación se describe las dos etapas de evaluación:

La evaluación interna la realiza solidariamente los mismos productores organizados, a través de núcleos locales y el evaluador local elegido por los productores. Los evaluadores locales son los responsables de realizar evaluaciones internas de cada parcela de socios del núcleo, su función central es ver el cumplimiento de las normas básicas para la producción ecológica y preparar el informe para la Junta Directiva del núcleo local.

La evaluación externa lo realiza el Consejo Regional de SGP, su función central es verificar en cada núcleo local si las evaluaciones internas se realizaron conforma a las normas establecidas; asimismo elabora programa anual de capacitaciones y evaluaciones en su región, una vez terminado las evaluaciones externas a los núcleo locales, se elabora el informe final, para luego programar la entrega de certificados (constancia de conformidad de la producción agroecológica) a los productores que han cumplido para ser reconocidos como productores ecológicos.

Según la información brindada por el actual Director Ejecutivo de ANPE Moisés Quispe Quispe, al presente año 2017 se están implementando en 14 regiones del país el sistema

SGP, con la intervención solidaria y activa de 149 instituciones públicas y privadas comprometidas con el desarrollo de agricultura ecológica en el país; 3,184 productores vienen siendo acreditados sus productos ecológicos y vendiendo en los mercados locales. Entre los productos acreditados como ecológicos están las variedades de las papas nativas y modernas. Los detalles se pueden apreciarse en el Cuadro N° 15.

Cuadro N° 15. Consolidado de SGP en las regiones, Periodo 2016 – 2017

N°	CONSEJOS REGIONALES CR - SGP	N° INSTITUCIONES PARTICIPANTES	N° PRODUCTORES QUE PARTICIPAN SGP	NRO DE EVALUADORES EXTERNOS	N° ORDENANZAS REGIONALES
1	CR SGP Huánuco	22	620	45	1
2	CR SGP Huancavelica	16	190	55	1
3	CR SGP Cusco	12	286	35	
4	CR SGP Ayacucho	12	170	20	1
5	CR SGP Junín	10	180	40	
6	CR SGP Apurímac	10	493	32	1
7	CR SGP Lima	16	387	48	
8	CR SGP Ancash	10	388	25	
9	CR SGP Ucayali	7	160	20	
10	CR SGP Cajamarca	9	110	10	
11	CZ de Piura	8	70	10	
12	CR SGP Amazonas	8	30	4	
13	CZ de Puno	4	25	3	
14	CZ SGP Loreto	5	75	8	
	TOTAL	149	3184	355	4

Fuente: Asociación Nacional de Productores Ecológicos - ANPE

En relación a **Ecoferias**, donde se comercializa los productos ecológicos acreditados bajo sistema SGP, según ANPE nos reportó que a nivel nacional se está realizando alrededor de 30 ecoferias, con la participación de instituciones públicas y privadas, que forman parte del sistema colectivo regional y los productores que participan en el sistema SGP. En el Cuadro N° 16 se puede apreciar el número de ecoferias que se realizan en cada región.

Cuadro N° 16. Consolidado de Ecoferias por región, 2017

Nro	REGION	Nro FERIAS
1	ANCASH	3
2	APURIMAC	1
3	AMAZONAS	1
4	AREQUIPA	2
5	CAJAMARCA	3
6	CUSCO	3
7	HUANUCO	1
8	JUNIN - HUANCAYO	1
9	TACNA	1
10	PUNO	2
11	LIMA	4
12	UCAYALI - PUCALLPA	1
13	HUANCABELICA	2
14	AYACUCHO	2
15	PIURA	2
16	LORETO	1
	TOTAL	30

Fuente: Asociación Nacional de Productores Ecológicos - ANPE

Según ANPE, en Lima Metropolitana al presente año, se institucionalizó 4 ecoferias, donde se comercializa productos ecológicos acreditados (entre estas la papa) bajo el sistema SGP, como se puede apreciar en el Cuadro N° 17.

Cuadro N° 17. Ecoferias promovidas en Lima Metropolitana – ANPE, 2017

Nro	UBICACIÓN	DENOMINACIÓN	DIAS
1	En Av Brasil	Agropecuaria Mistura	Domingos
2	Cieneguilla	Ecoferia	Domingos
3	La Molina	Mercado saludable	Sábados y Domingos
4	Miraflores - Parque Reducto	Bioferia	Sábados
5	Barranco	Feria Ecológica	Sábados

Fuente: Asociación Nacional de Productores Ecológicos - ANPE

Además, cada año, en el mes de junio en Lima se realiza el Festival Nacional de Agrobiodiversidad, donde participan entre 150 a 200 productores provenientes del interior del país, con acreditación de sistema SGP. Por otra parte, ANPE en Lima Metropolitana (Parques en diferentes distritos, hospitales, Ministerios, entre otros espacios) promueve los mercados itinerantes “**de la chacra a la olla**”, donde comercializan productos acreditados bajos sistema SGP, con participación de alrededor de 23 productores.

Perspectivas del sistema SGP:

- Este sistema es inclusivo, posibilita la inserción de los pequeños productores ecológicos al mercado; ante la creciente demanda de los consumidores por comida saludable, es una oportunidad de negocio para los pequeños productores.
- En el marco de este sistema SGP, el producto ecológico se garantiza, por ser el proceso de evaluación de carácter multisectorial, participativo y sinérgico (evaluación interna y externa).
- La naturaleza de este sistema ayuda a potenciar el aprendizaje de los productores, evaluadores y demás actores involucrados.
- Este sistema SGP, comparado a la certificación orgánica, es de menor costo y accesible para los pequeños productores.
- Se logró el reconocimiento del sistema SGP, bajo ordenanza regional en 4 regiones: Huánuco, Huancavelica, Ayacucho y Apurímac.

6.2.5. Potencialidades y debilidades de cada tipo de producción frente al eventual ingreso de cultivos OVM de papa.

Producción tradicional. En eventual ingreso de OVM al sistema de producción tradicional de papa, los productores encuestados, manifestaron su rechazo por el alto riesgo que significa para la biodiversidad de sus papas nativas; por otra parte, las papas nativas, desde el punto de vista de valor cultural, calidad culinaria y sustento alimenticio de miles de años, que es arraigo y fortaleza del agricultor alto andino, es difícil que puedan dejar y cambiar por otra variedad, en este caso transgénico, casi desconocida por todos ellos.

Producción convencional. La producción convencional mayormente se desarrolla en la costa y valles interandinos de la región Sierra, donde se cultivan variedades de papas comerciales nativas y modernas y se caracteriza en su sistema de producción, el uso de fertilizantes y agroquímicos. Los entrevistados manifestaron que este sistema de producción, se podría decir que es vulnerable al ingreso de variedades transgénicas, por la similitud de su sistema de producción y uso de insumos externos.

Producción orgánica de papa. En el marco de producción orgánica con certificación, donde está establecida la producción bajo protocolos muy definidos, en cuanto al uso de terreno e insumos agroecológicos; los transgénicos no tendrían cabida, por requerir paquete tecnológico que incluye el uso de agroquímicos. Los entrevistados manifestaron, que ante el enorme potencial de diversidad de papas nativas con que se cuenta y por desarrollarse, no hace falta recurrir a semillas nuevas con alto riesgo de impacto negativo.

Sistema de Garantía Participativa (SGP). Bajo este sistema la producción ecológica es evaluado de manera participativa; desde los productores hasta los consumidores participan en la evaluación de las unidades productivas, en el proceso de garantía. La evaluación interna y externa del proceso productiva ecológico se realiza en base a los protocolos establecidos y este sistema de producción ecológica alterna va en aumento. Según los directivos de ANPE, no hay cabida en este sistema de semillas transgénicas, ya que los productores están concientizados de los riesgos que pueda significar para este enfoque de producción.

6.3. ESTUDIOS DE ORGANISMOS BLANCO Y NO BLANCO

6.3.1. Recopilación de estudios sobre plagas incluye organismos como mamíferos e insectos; así como microorganismos como hongos, bacterias, virus, mollicutes, que atacan el cultivo de papa y las medidas de control utilizadas.

En el presente estudio se ha considerado la definición de un organismo No-Blanco que es aquel que no es objetivo de las prácticas destinadas a la reducción o control de una plaga. Por lo tanto, un organismo Blanco es una plaga para lo cual se realizan medidas de control las que pueden tener tres tipos de efectos intencionales: reducción intencional de la plaga, efectos tróficos inevitables debido a la ausencia de estas plagas y efectos no intencionales sobre la fauna de artrópodos (artropofauna) y otros organismos en cultivos agrícolas y su medio ambiente (Franco et. Al.,2013). De acuerdo a la Convención Internacional de Protección de plantas (1995), una plaga es definida como cualquier especie, raza o biotipo de planta, animal o agente patogénico a las plantas o productos vegetales.

Como plagas pueden ser consideradas:

- Artrópodos: insectos y ácaros.
- Patógenos (enfermedades): virus, bacterias y hongos.
- Vertebrados: mamíferos, aves y reptiles
- Malezas.

En el Perú, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)² es la autoridad nacional que protege y mejora la sanidad agraria del país, el cual tiene el proyecto Manejo Integrado de plagas de papa con un indicador que menciona evitar la pérdida económica ocasionada por las principales plagas que afectan este cultivo pero que a la fecha no indica resultados pero si menciona a los patógenos no presentes en el Perú (Lista de Plagas Cuarentenarias actualizada al 06 de Julio de 2017). A la fecha se han hecho búsquedas parciales de información en la biblioteca del Centro Internacional de la Papa y la información disponible en diversos repositorios en línea y se ha conseguido 85 referencias hechas en el Perú específicamente sobre plagas en el cultivo de papa (Anexo N° 3).

Ortiz (1993) indica que los agricultores ubican al cultivo de la papa dentro de un sistema que comprende desde el agroecosistema con cultivos (plantas, suelo, malezas, plagas y enfermedades) hasta aspectos socioeconómicos como comercialización y preferencias de mercado. Indica además que para los agricultores no existen estos dos subsistemas, ya que en su concepción la familia (subsistema económico) y el agroecosistema (cultivos y crianzas) pertenecen a un todo, que es el predio o la “chacra”.

Según los términos desarrollados existen a la fecha documentos que incluyen microorganismos patógenos causantes de enfermedades del cultivo de papa (Bazán de Segura, 1959; Bazán de Segura 1973; Hooker, 1981; Torres, 2002; Wale et. al, 2008; Perez, 2011; Egusquiza 2013), insectos plaga (Alata, 1973; Alcazar y Cisneros, 1996; Kroschel et al, 2011), predadores de plagas (Bravo, 2009), nemátodos (Jatala,1986; Canto, 1986; Mattos, 1994), Viruses (Salazar, 1995; Fribourg, 2007) y fitoplasmas

² <https://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2014/12/Lista-de-plagas-cuarentenarias-julio-2017.pdf>

(Hodgetts,2008). No se ha conseguido información técnica relacionada a mamíferos afectando el cultivo de papa en el Perú, a pesar que existe información periodística del ataque de roedores³ que incluso ocasiono la acción inmediata de la autoridad en Sanidad Vegetal del Peru (SENASA)⁴.

Según Hooker, W (1981) en el Compendio de Enfermedades de la Papa se reporta 82 fitopatógenos que afectan el cultivo de la papa a nivel global. En lo referente a plagas insectiles que afectan a este cultivo en Perú, Alata (1973) reporta 86 insectos plagas, sin embargo recientemente Pérez y Forbes (2011) indican que son 17 plagas y enfermedades que afectan a la Papa en el Perú. Anexo 3.

Asi también en el Cuadro N° 18, es una recopilación de estudios sobre plagas que atacan al cultivo de la papa y las medidas de control utilizadas en el país.

³ <http://diariocorreo.pe/edicion/tacna/tacna-plaga-de-ratas-ha-acabado-con-el-40-de-cosechas-de-agricultores-658106/>; <http://radiorsd.pe/noticias/todas-las-noticias/27716-plaga-de-ratas-destruye-sembríos-de-papa-y-maiz-en-caceres-del-peru>

⁴ <http://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/cusco-senasa-refuerza-acciones-de-control-de-plaga-de-roedores/>

Cuadro N° 18. Plagas que atacan el cultivo de la papa y las medidas de control en la zona andina del Perú

PLAGA	DAÑOS CAUSADOS EN EL CULTIVO	CONDICIONES FAVORABLES PARA LA PLAGA	FASE DEL CULTIVO QUE AFECTA	FUENTES DE INFESTACIÓN	MANEJO
<p>Gusano blanco de la papa, gorgojo de los andes (<i>Prenotrypes</i> spp.)</p>	<p>Hojas: Daños en forma de media luna producido por adultos de gorgojo. Tubérculos: Larvas producen galerías profundas, al salir producen agujeros circulares característicos.</p>	<p>Campos infestados y rara vez en semilla infestada.</p>	<p>Desde la emergencia hasta la cosecha.</p>	<p>Migración desde campos infestados y rara vez en semilla.</p>	<p>Eliminación de tubérculos infestados a la cosecha, eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, araduras profundas, uso de semilla sana, uso de variedad precoz, siembras tempranas, barreras de plástico y barreras vivas, zanjas en el contorno del terreno, rotación de cultivos, evitar monocultivo de papa, uso adecuado de insecticidas, uso de plantas trampas, uso de trampas de refugio, aporques altos, colección de gorgojos adultos, cosecha oportuna, uso de mantas en la cosecha, selección de tubérculos y control biológico.</p>
<p>Polilla de la papa (<i>Phthorimaea operculella</i>, <i>Symmetrichema tangolias</i>.)</p>	<p>Hojas: Minado de hojas (solo <i>P. operculella</i>). Tallos: Larvas ingresan por axilas causando la caída de hojas, barrenan tallos. Tubérculos: Larvas hacen galerías irregulares.</p>	<p>Campos infestados, semilla infestada, climas cálidos y secos, temperaturas mayores de 20°C favorecen el desarrollo del insecto</p>	<p>Desde la semilla, desarrollo vegetativo hasta cosecha inclusive almacén.</p>	<p>A través de semilla infestada</p>	<p>Eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, araduras profundas, uso de semilla sana, profundidad adecuada de sembrado (no superficial), aporques altos y oportunos, uso de insecticidas, uso de trampas con feromonas, cosecha oportuna y selección de tubérculos, uso de plantas</p>

					repelentes, báculo virus y talco Bt (si existe en el mercado local) y almacenamiento a luz difusa.
Trips (<i>Frankliniella</i> spp.)	Las hojas presentan manchas plateadas. En ataques severos ocasionan el secado y muerte de las plantas. Presencia del insecto en el envés de las hojas succionando la savia de las plantas. Los trips pueden transmitir el virus Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV).	Climas cálidos y secos especialmente en ausencia de lluvias, presencia de malezas y hospedantes alternos infestados con trips. Campos de papa aledaños infestados.	Desarrollo vegetativo	Proviene de campos de papa aledaños infestados	Uso de semilla libre de virus, eliminación de rastrojos, plantas voluntarias y malezas, eliminación de plantas con síntomas de virus, época de siembra adecuada para no coincidir con las épocas de mayor cantidad de trips, uso adecuado de insecticidas.
Pulguilla, piqui piqui (<i>Epitrix</i> spp.)	Ocasionan perforaciones en todo el follaje.	Climas cálidos y secos especialmente en ausencia de lluvias	Desarrollo vegetativo	Proviene de campos de papa aledaños infestados y del mismo campo de cultivo con infestación previa.	Rotación de cultivos, adecuada fertilización de plantas especialmente nitrogenada, adecuado riego, uso de trampas amarillas, uso adecuado de insecticidas.
Tizón tardío, rancho, lancha (<i>Phytophthora infestans</i>)	Hojas: Manchas necróticas de color marrón claro a oscuro. Tallos: Manchas alargadas que los hacen quebradizos. Tubérculos: Manchas irregulares de color marrón rojizo y de apariencia húmeda en la superficie de los tubérculos. Al corte longitudinal se observan estrías necróticas que van de la superficie al centro del tubérculo.	Días templados (temperaturas entre 15 – 21°C y alta humedad relativa (mayor de 90%), cultivo de variedad susceptible.	Desde la emergencia hasta después de floración.	Principalmente por semilla infectada. Infecciones secundarias se producen a través de tejidos foliares infectados.	Adelanto de época de siembra, eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, uso de semilla sana, uso de variedad resistente, evitar exceso de fertilización nitrogenada, distanciamientos adecuados entre plantas y entre surcos, aporques altos, alternancia de fungicidas (sistémico - contacto), corte de follaje antes de la cosecha, cosecha oportuna, selección de tubérculos, almacenamiento

	Signo: Presencia de pelusilla blanquecina en el envés de las hojas.				adecuado.
Alternariosis (<i>Alternaria solani</i> , <i>Alternaria</i> spp.)	Hojas: Manchas necróticas en las hojas de color marrón claro a oscuro con anillos concéntricos, manchas restringidas por las nervaduras. Tallos: Manchas necróticas. Tubérculos: Manchas circulares o irregulares de color marrón oscuro, ligeramente hundidas.	Días calurosos, alternancia entre días lluviosos y secos, variedades precoces.	Generalmente antes de floración hasta la madurez de la planta.	Semilla infectada, rastrojos de plantas afectadas	Eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, uso de semilla sana, uso de variedad resistente (generalmente tardías), uso de fungicidas (contacto - sistémico), corte de follaje antes de la cosecha, elección de tubérculos y cosecha oportuna.
Rizoctoniasis (<i>Rhizoctonia solani</i>)	Brotos: Lesiones necróticas que estrangulan la planta. Plantas: Necrosis en las raíces, canchales en los tallos, tubérculos aéreos y canchales en los estolones. Tubérculos: Costras en la superficie.	Campos infestados o semilla infectada, exceso de humedad en el suelo y temperaturas de 18°C aproximadamente	En la germinación y emergencia de las plantas, así como durante la formación de tubérculos.	Semilla infectada, suelo infestado	Eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, rotación de cultivos, uso de semilla sana, tratamiento de semilla con fungicidas, corte de follaje antes de la cosecha, cosecha oportuna y selección de tubérculos.
Verruga (<i>Synchytrium endobioticum</i>)	Tumores en tallos, estolones y tubérculos. Ocasionalmente en hojas y flores	Campos infestados, suficiente humedad en el suelo y temperaturas entre 12 a 24°C, presencia de variedad susceptible	Desde emergencia hasta formación de tubérculos	Semilla infectada y suelo infestado.	Elección de terreno donde no se ha reportado la enfermedad, eliminación de rastrojos del cultivo anterior, rotación de cultivos, uso de semilla sana, uso de variedades resistentes, selección negativa, selección de tubérculos y reforestación de campos muy contaminados
Roña, sarna pulverulenta (<i>Spongospora</i>)	Raíces y estolones: Agallas irregulares hasta de 1.5 cm de color oscuro.	Campos infestados, suficiente humedad en el suelo y	Desde emergencia hasta formación de tubérculos	Semilla infectada, suelo infestado, estiércol de animales	Eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, rotación de cultivos, uso de

<i>subterránea</i>)	Tubérculos: Lesiones como pústulas que salen a la superficie y una vez maduras liberan un polvillo marrón oscuro.	temperaturas entre 16 a 20°C, presencia de variedad susceptible		que hayan comido tubérculos con esta enfermedad	semilla sana, uso de variedad resistente, no usar guano de animales que hayan consumido tubérculos infectados, selección de tubérculos.
Pudrición seca (<i>Fusarium</i> spp.)	Pudrición seca de tubérculos que luego se arrugan y finalmente se momifican	Campos infestados, heridas en los tubérculos, almacenamiento inadecuado (falta de ventilación)	Cerca a cosecha y en almacén	Semilla infectada, suelo infestado	Eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, rotación de cultivos, uso de semilla sana, evitar riegos pesados y anegamiento del campo, selección de tubérculos, desinfección de tubérculos con fungicidas y almacenamiento adecuado
Carbón de la papa (<i>Tecaphora solani</i>)	Agallas en tubérculos y estolones. Al cortar las agallas se nota el tejido de aspecto granuloso y color negruzco.	Campos infestados, semilla infectada, monocultivos de papa, presencia de variedad susceptible y hospedantes alternos como Chamico (<i>Datura stramonium</i>).	Desde la emergencia	Semilla infectada, suelo infestado	Uso de semilla sana, uso de terrenos donde no se haya reportado la enfermedad, evitar el monocultivo de papa, rotaciones largas por más de 7 años, eliminar plantas alternas.
Marchitez bacteriana (<i>Ralstonia solanacearum</i>)	Follaje: Marchitez que puede presentarse inicialmente en un solo tallo o en toda la planta cuando el ataque es fuerte. Tubérculos: Decoloración de la superficie del tubérculo. Cuando se cortan transversalmente los tubérculos y luego se presionan, aparecen gotitas blanquecinas (exudado bacteriano) por el anillo	Campos infestados, semilla infectada, climas cálidos, heridas ocasionadas durante las labores culturales.	Desde emergencia hasta formación de tubérculos	Semilla infectada, suelo infestado y agua de riego	Elección de terreno donde no se ha reportado la enfermedad, eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, rotación de cultivos, uso de semilla sana, evitar riegos pesados y anegamiento del campo, desinfección de herramientas, selección de tubérculos sanos y almacenamiento adecuado.

	vascular. Este exudado también puede salir por los ojos del tubérculo o el extremo del estolón. Los tubérculos – semilla infectados pueden no presentar síntomas pero si pueden ocasionar la enfermedad cuando las condiciones sean propicias (infección latente), por ello existe cuarentena contra el tránsito de tubérculos para semilla en algunas áreas agrícolas				
Pudrición blanda y pierna negra (<i>Pectobacterium carotovorum</i> , <i>P. atrosepticum</i>)	Follaje (pierna negra): En la parte basal de los tallos se presenta una pudrición de color negro de consistencia suave. Las hojas se tornan amarillentas y las plantas detienen su crecimiento. Tubérculos (pudrición blanda): Pudrición con consistencia suave de color crema, cerca a la parte afectada es de color oscuro. Al inicio no tiene olor pero al final despiden olor desagradable	Campos infestados, semilla infectada, riegos pesados o campos anegados, heridas en los tubérculos y almacenamiento inadecuado.	Para pierna negra: desde emergencia hasta formación de tubérculos. Para pudrición blanda: formación de tubérculos, cosecha y almacenamiento.	Semilla infectada, suelo infestado y agua de riego.	Eliminación de rastros del cultivo anterior y malezas, rotación de cultivos, uso de semilla sana, evitar riegos pesados y anegamiento del campo, desinfección de herramientas con lejía al 3%, selección de tubérculos y almacenamiento adecuado.
Virosis *(APLV, APMV, PVY, PVX, PLRV, PYW)	En las plantas se puede observar enanismo, amarillamiento, deformación de hojas, rigidez de la planta, mosaicos, moteados, necrosis	Semilla infectada, uso de misma semilla por varias campañas, presencia de variedad susceptible,	Desde emergencia hasta completar desarrollo vegetativo e incluso por contacto entre tubérculos en el	Semilla infectada, áfidos, cigarritas, contacto entre plantas.	Eliminación de rastros del cultivo anterior y malezas, uso de semilla sana, selección positiva (selección de plantas sanas para obtener semillas,

	de nevaduras. En algunos casos las plantas no pueden mostrar síntomas. En los tubérculos se observa disminución del tamaño, deformidad, rajaduras y necrosis	hospedantes alternos y malezas, alta población de áfidos, cigarritas, mosca blanca, etc	almacén		selección negativa (eliminación de plantas enfermas), uso de insecticidas para el control de insectos transmisores de virus, uso de semilla sana, uso de variedad resistente, selección positiva, trampas amarillas o franjas móviles, selección de tubérculos y almacenamiento a luz difusa.
Nemátodo del quiste. (<i>Globodera pallida</i> y <i>G. rostochiensis</i>)	En las plantas se puede observar enanismo, amarillamiento, deformación de hojas y rigidez de la planta. En algunos casos las plantas no muestran síntomas. En los tubérculos se observa disminución del tamaño, deformidad, rajaduras y necrosis. Signo: Raíces y raicillas: Estructuras redondas amarillas o blancas (hembras del nematodo) en las raíces.	Campos infestados, semilla infectada o suelo adherido a tubérculos, variedades susceptibles, presencia de malezas y plantas hospedantes alternas.	Desde emergencia hasta completar desarrollo vegetativo	Semilla infectada o suelo adherido a tubérculos, maquinaria agrícola, suelo agrícola y en los sacos o envases destinados al transporte de tubérculos.	Elección de terreno donde no se han reportado nematodos, eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, araduras profundas, uso de semilla sana, uso de variedad resistente, uso de materia orgánica, rotación de cultivos, uso de nematocidas, uso de plantas trampas y cosecha oportuna
Kikuyo, grama (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	Compiten por la luz, el agua y los nutrientes con nuestro cultivo de papa y pueden actuar como hospedantes de otras plagas	Campos infestados, introducción de semilla en materia orgánica o residuos de suelo de campos infestados.	Desde emergencia y todo el desarrollo vegetativo	Semilla de la maleza y/o esquejes	Rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distanciamiento adecuado de siembra, cobertura viva de cultivos, manejo de riego, deshierbo en forma manual o con herramientas, labores de cultivo oportunas, uso adecuado de herbicidas.

<p>Yuyo o mostaza (<i>Brassica</i> spp.)</p>	<p>Compiten por la luz, el agua y los nutrientes con nuestro cultivo de papa.</p>	<p>Campos infestados, introducción de semilla en materia orgánica o residuos de suelo de campos infestados.</p>	<p>Desde emergencia y todo el desarrollo vegetativo</p>	<p>Semilla de la maleza y/o esquejes.</p>	<p>Rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distanciamiento adecuado de siembra, manejo de riego, deshierbo en forma manual o con herramientas, labores de cultivo oportunas, uso adecuado de herbicidas.</p>
---	---	---	---	---	---

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011). Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona andina. Centro Internacional de la Papa (CIP). 44 pags.

***Acrónimos de virus:** APLV (Virus latente de la papa andina), APMV (Moteado de la papa andina), PVY (Virus Y de la papa), PVX (Virus X de la papa), PLRV (Enrollamiento de la papa), PVV (Amarillamiento de venas de la papa)

A. PLAGAS INSECTILES ENCONTRADOS EN EL CULTIVO DE LA PAPA

En lo que respecta a la fauna insectil que daña y cohabita con el cultivo de la papa, en el ámbito de estudio se encontró especies que dañan a la planta de papa en el campo (daño en tubérculo, hojas, tallos) y en el almacén; también se encontró enemigos naturales o los controladores biológicos de las plagas de papa; asimismo, se encontró insectos que cumplen el rol de polinizadores tanto en el cultivo de la papa como en otras plantas, garantizando la formación de semilla como una forma de asegurar la especie. Los especímenes según lo descrito, se colocaron en cajas entomológicas y se entregó en custodia al laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional Agraria La Molina, según acuerdo establecido. A continuación las principales plagas recolectadas e identificadas en los campos de papa de las comunidades visitadas de Puno, Huancavelica, Huánuco, Cajamarca y en Lima (Cañete y Canta en valle Chillón).

1. *Prennotrypes spp.* (Gusano blanco de la papa, gorgojo de los andes, papa kuru, ichu kuru, ccara saco).

El Gorgojo de los andes es una de las plagas más importantes de la papa y se encuentra en toda la zona andina según los estudios realizados. Hace daño desde la emergencia de la planta hasta la cosecha. De acuerdo a lo observado en el campo y entrevistas con los productores, los adultos comen hoja en media luna, las larvas hacen galerías profundas en tubérculos. Entre las prácticas comunes de manejo que realiza el agricultor andino están: Preparación profunda de suelo, barreras vivas, rotación de cultivos, recolección de adultos y larvas, preparados a base de plantas repelentes o biocidas, uso de mantas en la cosecha para recolectar las larvas. El gorgojo de los andes se encontró en Puno, Huancavelica, Huánuco y en Cajamarca.

2. *Phthorimaea operculella*, *Symmetrichema andina* (Polilla de la papa, minador de tubérculos, thutta)

La Polilla de la papa, según los estudios, es otro de las plagas importantes de la papa, principalmente en el almacén. Hace daño desde la semilla que puede estar infestada, durante el desarrollo vegetativo minado de las hojas y barrenan tallos, en cosecha las larvas hacen galerías irregulares en el tubérculo y el mayor daño es en el almacén. El productor de papa, entre las prácticas de manejo que realiza están: Eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, araduras profundas, uso de semilla sana, profundidad adecuada de sembrado (no superficial), aporques altos y oportunos, cubrir la cosecha en el almacén con plantas repelentes como Eucaliptus, Muña. La polilla de la papa se encontró en comunidades donde se visitó en Puno, Huancavelica, Huánuco, Cajamarca y Lima, y es ampliamente distribuido en zonas paperas del país.

3. *Epitrix spp* (Piqui Piqui o pulga saltona)

La pulga saltona se encuentra más en los primeros estadios de crecimiento de la planta de papa, cuando el clima es cálido y seco especialmente en ausencia de lluvias; el mayor daño son las perforaciones de las hojas de la planta. Entre las prácticas de manejo que realiza el productor están: Rotación de cultivos, aplicación de preparados a base de plantas repelentes; en plantaciones comerciales uso de trampas amarillas, uso adecuado de insecticidas, se encontró en Puno, Huancavelica, Huánuco y Cajamarca.

4. *Bothynus sp* (Lacatos)

Los lakatos son gusanos de tierra, que hacen raspaduras en los tubérculos, deteriorando la calidad del producto para el mercado. Como medida de manejo el agricultor realiza, preparación profunda del terreno con la debida anticipación, recolección manual o con gallina. Esta plaga se encuentra más en suelos con buena materia orgánica y húmeda, se encontró en Puno, Huancavelica, Huánuco y Cajamarca.

5. *Liriomyza huidobrensis* (Mosca minadora)

Lam mosca minadora, según los estudios realizados, es una de las plagas más importantes de la Costa Central de nuestro país. Las larvas se alimentan del mesófilo de las hojas dejando intactas las capas externas o epidémicas. Las hojas afectadas presentan "minas", perdiendo de esta manera su capacidad fotosintética, defoliándose total o parcialmente. El productor de papa, como parte del manejo de esta plaga, utilizan trampas amarillas, uso adecuado de insecticidas. Esta plaga se encontró en campos de papa en Cañete y Valle de Chillón.

6. *Prodiplosis sp* (Mosquilla del brote)

Según los estudios realizados, esta plaga es polífago y es de importancia en el cultivo del tomate. Esta plaga también afecta al cultivo de la papa, ataca en cualquier época del año tanto a los cultivos de campo abierto, causando severos daños ya que se alimenta de tejidos tiernos, afecta principalmente brotes. El no controlar esta plaga puede ocasionar pérdidas de rendimiento superiores al 50%. El manejo y control de esta plaga el agricultor lo realiza aplicando insecticidas. Esta plaga se encontró en los campos visitados en Cañete.

En el Cuadro N° 19 se presenta un resumen de las principales plagas identificadas a través de las evaluaciones de campo en cada región, ya sea encontrándose en estado larval (Gorgojo, Lacatos), adultos (Polilla, Epitrix), por daños en la planta (Epitrix, Mosca Minadora y Prodiplosis) y en tubérculos (Gorgojo, Polilla).

Cuadro N° 19. Resumen de plagas identificadas en la evaluación de campo

PUNO	HUANCAMELICA	HUANUCO	CAJAMARCA	LIMA
<ul style="list-style-type: none"> • Gorgojo • Polilla de papa • Epitrix • Lacatos 	<ul style="list-style-type: none"> • Gorgojo • Polilla de papa • Epitrix • lacatos 	<ul style="list-style-type: none"> • Gorgojo • Polilla de papa • Epitrix • Lacatos 	<ul style="list-style-type: none"> • Gorgojo • Polilla de papa • Epitrix • Lacatos 	<ul style="list-style-type: none"> • Mosca minadora • Mosquilla del brote (<i>Prodiplosis sp</i>) • Polilla de papa

Fuente: Elaboración propia

La percepción identificada, a través de las encuestas aplicadas a los productores de papa alto andinos, como problema principal plaga señalaron al Gorgojo de los andes y seguido de la Polilla de la papa. En la costa central (Cañete y Valle de Chillón), la totalidad de los encuestados señalaron como problema central a la Mosca Minadora y Prodiplosis (Mosquilla de brote).

CONTROLADORES BIOLÓGICOS

***Metius* sp (Coleoptera: Carabidae),** conocidos como Cuysitus

Esta es una especie principalmente predator de larvas y huevos de gorgojo de los andes, polilla y gusano de tierra. Se encontró en Puno, Huancavelica, Huanuco, Cajamarca.

***Iridomyrmex* sp (Hymenoptera: formicidae),** comúnmente las Hormigas

Estas hormigas son predadores de larvas de gorgojo de los andes y la polilla de la papa. Se encontró en Puno, Huancavelica, Huánuco y en Cajamarca.

Mariquitas (Coleoptera: Coccinellidae)

Las mariquitas son numerosas especies y son predadores principalmente de huevos y ninfas de pulgones que se encuentran en los brotes apicales de la planta de papa. Este controlador biológico se encontró en Puno, Huancavelica, Huánuco, Cajamarca.

***Chrysopa* spp. (Neuroptera: Chrysopidae)**

Este controlador biológico es predator de pulgones y mosca blanca. Este controlador biológico se encontró en los campos de papa en Cañete.

INSECTOS POLIZADORES EN CAMPO DE PAPA

Entre los insectos polinizadores que se encontró en campos de papa en Puno, Huancavelica, Huánuco y Cajamarca están Abejorros (*Bombus terrestres*) y las abejas (*Apis mellifera*), cuya conducta es desplazarse solitariamente dentro del campo de papa en floración y dentro de parcelas adyacentes con otras especies o malezas en floración.

B. ENFERMEDADES REGISTRADAS EN LAS REGIONES EN ESTUDIO.

Las enfermedades registradas en la evaluación de los campos muestreados en las cinco regiones, a excepción de la región Lima debido a las aplicaciones calendarizadas de fungicidas no se observaron enfermedades foliares, se registran como las principales enfermedades del follaje en el estado fenológico de floración en papa al Tizón tardío o Rancha (*Phytophthora infestans*) y la Alternariosis o Tizón temprano causado por *Alternaria solani* y en los tubérculos la enfermedad de la Verruga causado por *Synchytrium endobioticum*. En el Cuadro N° 20 se indican las características de estas enfermedades y su forma de control. Esta información coincide en parte con lo registrado por el SENASA en su base de datos (2008-2017) en la parte de hongos, en especial con la Rancha y Rhizoctoniasis no menciona la presencia de la Alternariosis que es muy frecuente en todos los campos muestreados así como de la Verruga, muy frecuente en los campos de suelos oscuros y con mal drenaje. Ver Anexo 3 Carpeta BD Fotográfico.

Cuadro N° 20. Enfermedades frecuentes en la zona andina y medidas de control.

ENFERMEDAD	DAÑOS CAUSADOS EN EL CULTIVO	CONDICIONES FAVORABLES PARA LA PLAGA	MANEJO
Tizón tardío, rancha, seca-seca <i>(Phytophthora infestans)</i>	Hojas: Manchas necróticas de color marrón claro a oscuro. Tallos: Manchas alargadas que los hacen quebradizos. Tubérculos: Manchas irregulares de color marrón rojizo y de apariencia húmeda en la superficie de los tubérculos. Al corte longitudinal se observan estrías necróticas que van de la superficie al centro del tubérculo. Signo: Presencia de pelusilla blanquecina en el envés de las hojas.	Días templados (temperaturas entre 15 – 21°C y alta humedad relativa (mayor de 90%), cultivo de variedad susceptible.	Adelanto de época de siembra, eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, uso de semilla sana, uso de variedad resistente, evitar exceso de fertilización nitrogenada, distanciamientos adecuados entre plantas y entre surcos, aporques altos, corte de follaje antes de la cosecha, cosecha oportuna, selección de tubérculos, almacenamiento adecuado.
Alternariosis o Quemado <i>(Alternaria solani, Alternaria spp.)</i>	Hojas: Manchas necróticas en las hojas de color marrón claro a oscuro con anillos concéntricos, manchas restringidas por las nervaduras. Tallos: Manchas necróticas. Tubérculos: Manchas circulares o irregulares de color marrón oscuro, ligeramente hundidas.	Días calurosos, alternancia entre días lluviosos y secos, variedades precoces.	Eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, uso de semilla sana, uso de variedad resistente (generalmente tardías), corte de follaje antes de la cosecha, elección de tubérculos y cosecha oportuna.
Rizoctoniasis <i>(Rhizoctonia solani)</i>	Brotes: Lesiones necróticas que estrangulan la planta. Plantas: Necrosis en las raíces, canchales en los tallos, tubérculos aéreos y canchales en los estolones. Tubérculos: Costras en la superficie.	Campos infestados o semilla infectada, exceso de humedad en el suelo y temperaturas de 18°C aproximadamente	Eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, rotación de cultivos, uso de semilla sana, corte de follaje antes de la cosecha, cosecha oportuna y selección de tubérculos.

Cuadro N° 20. Enfermedades frecuentes en la zona andina y medidas de control (Cont.)

ENFERMEDAD	DAÑOS CAUSADOS EN EL CULTIVO	CONDICIONES FAVORABLES PARA LA PLAGA	MANEJO
Verruga (<i>Synchytrium endobioticum</i>)	Tumores en tallos, estolones y tubérculos. Ocasionalmente en hojas y flores	Campos infestados, alta humedad en el suelo y temperaturas entre 12 a 24°C, presencia de variedad susceptible	Elección de terreno donde no se ha reportado la enfermedad, eliminación de rastrojos del cultivo anterior, rotación de cultivos, uso de semilla sana, uso de variedades resistentes, selección de tubérculos.

Fuente: Elaboración propia.

Es importante señalar que para el caso de la localidad de Chorrera en Cajamarca se registró una roya reportada en la literatura como *Aecidium cantense* en las localidades de Canta-Lima y Chongos Bajo-Junín, causando serios problemas en el cultivo de papa en esta localidad. Ver Cuadro N° 21.

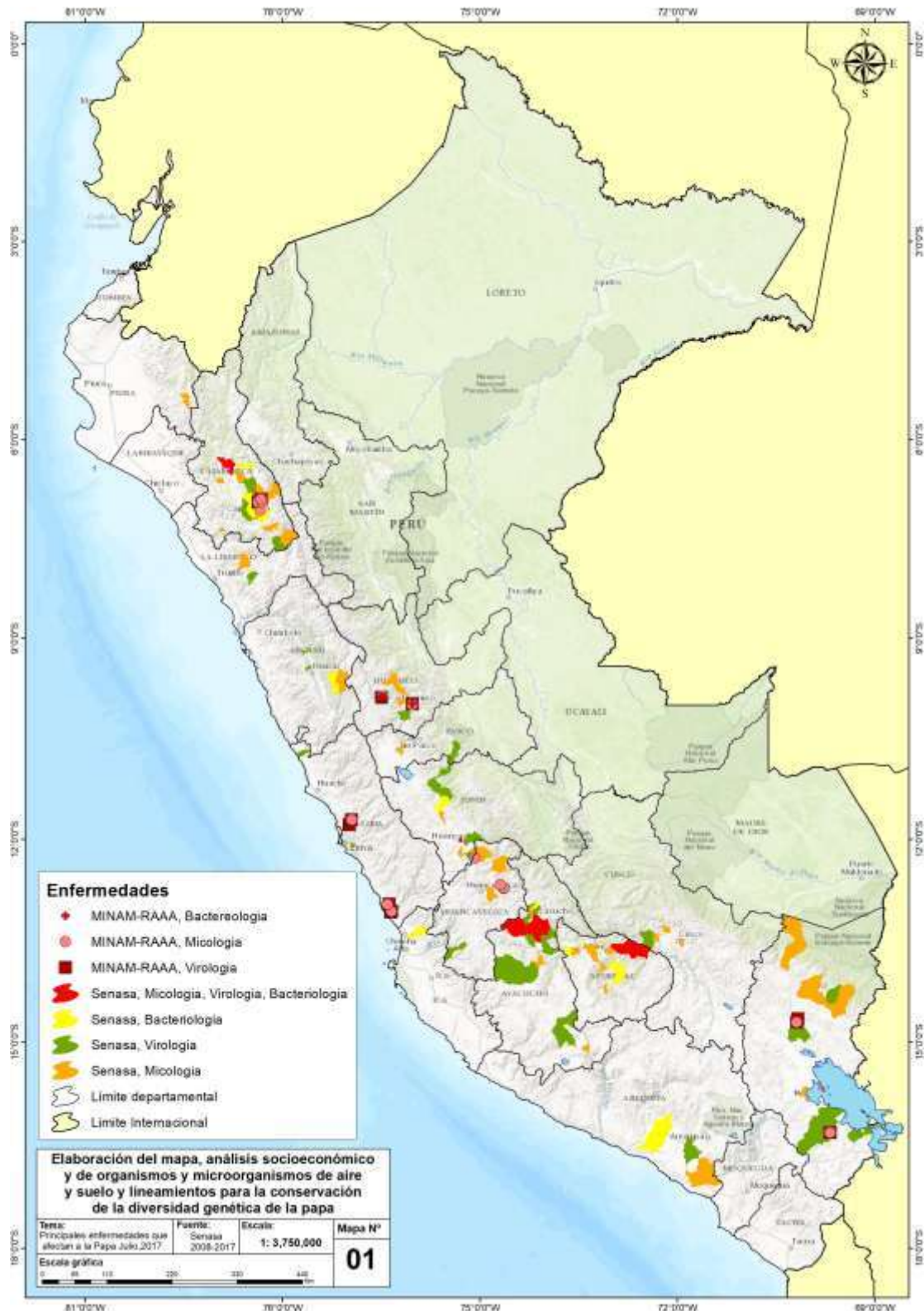
La distribución de los patógenos identificados en la presente Consultoría y de la base de datos del Senasa se muestran en el Mapa N° 07, mayor información se encuentra en formato digital en el Anexo 10.

Cuadro N° 21. Resumen de enfermedades identificadas en la evaluación de campo

PUNO	HUANCAVELICA	HUANUCO	CAJAMARCA	LIMA
<ul style="list-style-type: none"> • Rancho • Alternaria • Virosis 	<ul style="list-style-type: none"> • Rancho • Verruga • Alternaria • Virosis 	<ul style="list-style-type: none"> • Rancho • Marchitez Bacteriana • Pierna Negra • Virosis 	<ul style="list-style-type: none"> • Rancho • Alternaria • Virosis • Roya (<i>Aecidium cantense</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Chupadera • No enfermedades foliares

Fuente: Elaboración propia en base a sintomatología y signos.

Mapa N° 07. Distribución de enfermedades identificadas en las cinco regiones en estudio contrastadas con la información oficial del SENASA.



Fuente: Elaboración propia en base a información del SENASA, MINAM-RAAA, 2017.

6.3.2 ESTUDIOS DE MICROORGANISMOS BLANCOS Y NO BLANCOS

6.3.2 Identificación y recopilación de estudios o publicaciones sobre grupos funcionales de microorganismos (Bacillus, actinomicetos, mohos y levaduras, bacterias aeróbicas, Pseudomonas y diazótrofos) y organismos de la rizósfera del suelo, con y sin papa nativa en cultivo en las principales zonas de producción de papa en el Perú

Una de las principales preocupaciones en relación con estos cultivos OVM son los posibles efectos que puedan generar sobre los ORGANISMOS NO BLANCO, es decir, aquellos para los cuales la tecnología no fue desarrollada. Estos organismos no blanco incluyen especies que prestan servicios ecosistémicos de gran importancia, pueden ser biocontroladores como predadores y parasitoides, polinizadores o descomponedores, entre otros (Naranjo, 2005; Marvier et al., 2007; Romeis et al. 2008).

En el presente estudio, se ha identificado por cada región los **organismos blanco** como las plagas, así como los **organismos no blancos** como los controladores biológicos (predadores y parasitoides) de las plagas encontradas o de otras no encontradas en el momento de la colecta, también se identificó insectos que cumplen el rol de polinizadores y recicladores o descomponedores y algunas malezas. (Cuadro N° 22). Algunos especímenes según lo descrito, se han colocado en cajas entomológicas o insectarios y se ha entregado en custodia al laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional Agraria La Molina, según acuerdo previo.

Dentro de los controladores biológicos, podemos encontrar a los predadores y parasitoides. El Perú, cuenta con una diversidad de especies predatoras y parasitoides que cumplen un rol importante en el control de plagas de papa. En EL Cuadro N° 22, se observa mayor número de predadores con respecto al numero de parasitoides. Los predadores más frecuentes encontrados en las regiones de Puno, Cajamarca, Huancavelica y Huanuco fueron: *Cycloneda* sp (mariquitas) y *Metius* sp (cuysitus) mientras que en Lima se presentó *Chrysoperla* sp y *Condilostilus* sp a pesar de encontrarse en campos con elevadas aplicaciones de fertilizantes y agroquímicos para el control de plagas. En ingreso de plantas transgénicas con genes de resistencia a algún insecticida o herbicida, puede afectar a los organismos no blancos como los predadores quienes pueden ser potencialmente afectados al consumir presas que expresen productos OVM, convirtiéndolos en especies de interés para el análisis de riesgo. Así mismo, los parasitoides también pueden ser afectados debido a su comportamiento, ya que viven a expensas de sus presas, las cuales se han alimentado de los productos OVM, pudiendo potencialmente, ingerirlos y tener una acción indirecta, como es el caso de las toxinas Cry derivadas de la tecnología Bt.

Cuadro N° 22: Resumen de organismos blancos (plagas) y no blancos (predadores, parasitoides, polinizadores, recicladores y malezas) encontrados en las cinco regiones muestreadas.

REGION	MACROFAUNA					MACROFLORA
	Plagas	Parasitoides	Predadores	Polinizadores	Recicladores	Malezas
Puno	Premnotrupes sp. (17)	Apanteles sp (2)	Cycloneda sp (01)		Lombrices (19)	Aguja aguja, Bolsa de pastor, Cebadilla, Chiji , amor seco, cola de raton , diete de león, K'ora o malva, kikuyo, lengua de vaca, mata conejo, nabo silvestre
	Phthorimaea sp (06)		Metius sp (01)		Quilopodos	
	Bothynus sp (11)		Teniaptera sp (01)			
	Epitrix sp (04)					
Cajamarca	Premnotrupes sp (08)		Cycloneda sp (03)		Lombrices (04)	Lengua de vaca, Paja walte, cola de zorro, Sara nudillo, Chivifruta, Diente de Leon , Llantén, trigo, trebol, nabo, mostacillo, manzanilla,
	Phthorimaea sp (02)		Pterostichus sp (01)		Quilopodos (09)	
	Bothynus sp (27)		Calleida sp (01)	Bombus sp (03)		
	Epitrix sp (02)					
Huancavelica	Premnotrupes sp (26)	Halticoptera sp (01)	Cycloneda sp (01)	Bombus sp (03)	Lombrices (12)	Diente de Leon, Amor seco, Wallpa Wallpa, Cola de zorro, pata de Gallina, Mostacillo, Ortiga, Nabo, Manzanilla, Hinojo
	Phthorimaea sp (05)	Campoletis sp (01)	Metius sp (03)	Apis mellifera (02)		
	Bothynus sp (18)		Pterostichus sp (02)			
	Epitrix sp (02)		Calleida sp (01)			
Huanuco	Premnotrupes sp (18)		Metius sp (17)	Bombus sp (02)	Lombrices (21)	Hierba china o chilena, Colcha, Shilco, Pacha silvia, Puchpus, Pagapora, Yuyo, Pennisetum, kikuyo, Pata de Gallina, diente de leon, Mostacillo, Manzanilla
	Phthorimaea sp (07)		Cycloneda sp (01)			
	Bothynus sp (07)		Chrysoperla sp (02)	Apis mellifera (01)		
	Epitrix (12)					
	Ancistrosoma sp (07)					
Lima	Dano de mosca minadora		Chrysoperla sp (06)		Lombrices (0)	Paico, Rabo de zorro, Amor seco, Capuli, Ticuyo, Gramma china,
	Dano de prodiplosis		Condylostilus sp (02)			
	Phthorimaea sp (01)					
	Acaros					

Los recicladores o descomponedores son los organismos capaces de transformar o descomponer la materia orgánica, de los restos de animales y vegetales (muertos), en materia inorgánica: son los que se encargan del reciclaje de nutrientes. Dentro de los organismos recicladores existen varios grupos funcionales más o menos definidos, con una amplia diversidad de comportamientos, como los detritívoros, descomponedores, mutualistas, organismos que se alimenta de las raíces, necrófagos, coprófagos, etc. Entre ellos se encuentran a las babosas, lombrices y algunos insectos. En el Cuadro N° 22 se observa la presencia de lombrices en todas las regiones a excepción de Lima. La presencia de lombrices se relaciona con la presencia de materia orgánica en el suelo, tal como se demuestra en resultados de análisis fisicoquímico de suelos en el Cuadro N° 23, donde se observa que la región Lima presentó baja materia orgánica debido a la ausencia de lombrices en el suelo. Así mismo, en la región de Cajamarca se encontró Quilopodos (ciempiés), los cuales son importantes porque se encargan de romper el material vegetal muerto en trozos pequeños; se alimentan de las heces de detritívoros, por lo que son un eslabón importante en el reciclaje de nutrientes. Con relación a los OVM, los efectos negativos sobre este tipo de organismos, además de ser un problema para la biodiversidad *per se*, puede generar alteraciones en las funciones ecológicas de los servicios ecosistémicos que brinda este grupo, como la productividad de los cultivos.

Respecto a los polinizadores, son muy importantes porque permiten polinización natural de la papa para el mantenimiento de la diversidad de las variedades autóctonas. En las parcelas visitadas, se realizó el avistamiento de *Apis mellifera*

(abeja) y *Bombus* sp (abejorro) sólo en las regiones de Cajamarca, Huancavelica y Huánuco (Cuadro N° 22). Con el desarrollo de la tecnología de plantas transgénicas, se plantea la interrogante sobre el flujo de polen transgénico a plantas silvestres o variedades cultivadas tradicionalmente. Una de las mayores preocupaciones tiene que ver con la dispersión de transgenes en poblaciones naturales, así como su transformación en malezas, debido a que el fenómeno se puede registrar fácilmente donde crecen especies relacionadas y compatibles.

Además de realizar el monitoreo de la macrofauna y macroflora asociada al cultivo de papa en las cinco regiones (Cuadro N° 22), también se realizó en monitoreo de las poblaciones microbianas asociadas a este cultivo (Cuadro N° 24) . Además, se realizó el análisis de las características fisicoquímicas de las cinco regiones muestreadas en el Cuadro N° 23. Los resultados indican que los valores pH promedio en las cinco regiones es ligeramente ácido a excepción de la región Lima, la cual presenta suelos alcalinos. Respecto a la textura del suelo, la región de Puno, Huánuco y Lima se caracteriza por poseer suelos Franco-arcilloso mientras que los suelos de la región de Huancavelica y Cajamarca son Francos. En cuanto al contenido de materia orgánica, Puno y Huánuco presentaron mayor materia orgánica.

Cuadro N° 23. Valores promedio de las características fisicoquímicas de los suelos de las cinco regiones muestreadas.

REGIÓN	PH	TEXTURA	ESTRUCTURA	MATERIA ORGÁNICA
Puno	5.7	Franco arcilloso	Granular	Elevada
Cajamarca	4.6	Franco	Granular	Moderada
Huancavelica	5.0	Franco	Granular	Moderada
Huánuco	5.3	Franco arcilloso	Granular	Elevada
Lima	7.0	Franco arenoso	Granular	Baja

El análisis de las poblaciones microbianas presentes en la rizósfera refleja las condiciones del cultivo y la diversidad microbiana encontrada refleja la salud de un ecosistema. Los resultados de mohos, levaduras, Actinomicetos, *Pseudomonas* sp. y *Bacillus* spp. de las cinco regiones muestreadas observan en el Cuadro N° 24.

Cuadro N° 24. Población promedio de Mohos, Actinomicetos, *Pseudomonas* sp. en rizósfera de papa y Población promedio de Mohos y Levaduras, Actinomicetos y *Bacillus* sp. en hojas de papa procedentes de cinco regiones del Perú.

Región	Población microbiana					
	Rizosfera			Hojas		
	Mohos (UFC/g)	Actinomicetos (UFC/g)	<i>Pseudomonas</i> sp. (NMP/g)	Mohos y Levaduras (UFC/g)	Actinomicetos (UFC/g)	<i>Bacillus</i> sp. (UFC/g)
Puno	10 ⁴ - 10 ⁵	10 ⁴ - 10 ⁵	27 - 10 ⁵	10 ³ - 10 ⁵	< 10 ² - 10 ³	10 - 10 ⁴
Cajamarca	10 ⁴	10 ⁴ - 10 ⁵	10 ³ - >10 ⁵	10 ³ - 10 ⁴	< 10 -10 ²	35 - 10 ²
Huancavelica	10 ⁴ - 10 ⁵	10 ⁴ - 10 ⁵	10 ² - >10 ⁵	10 ³ - 10 ⁴	20 - 10 ²	50 - 10 ²
Huánuco	10 ⁴ - 10 ⁵	10 ⁴ - 10 ⁵	10 ² - >10 ⁵	10 ² - 10 ⁴	< 10 -10 ²	40 - 10 ²
Lima	10 ⁴ - 10 ⁵	10 ⁵	< 3 - >10 ⁴	10 ² - 10 ⁴	10 ²	10 ²

UFC/g= Unidades Formadoras de colonias por gramo.
NMP/g=Numero más probable por gramo

Población de mohos, Actinomicetos y *Pseudomonas* en la rizosfera de papa

El comportamiento general de las poblaciones microbianas en la rizósfera de las cinco regiones registra una población promedio de **mohos** entre 10⁴ y 10⁵ UFC/g. (Cuadro N° 24). Estos resultados se encuentran dentro del rango normal para mohos que oscila entre 10⁴ y 10⁶ UFC/ (Martinez, 2010), además los resultados obtenidos son mayores que las poblaciones promedio de mohos encontrados en rizosfera de papa muestreadas en de Puno (10³ y 10⁴ UFC/g), Huancavelica (10³ UFC/g) (Calvo et. al, 2008), Huánuco (10³ y 10⁴ UFC/g) y Cajamarca (10³ y 10⁴ UFC/g) (Rico, 2009 y Martinez, 2010).

En este estudio comparativo de las cinco regiones, las poblaciones de **mohos** promedio de 10⁴ a 10⁵ UFC/g se presentó en todas las regiones (Cuadro N° 11) que presentaron suelos ácidos inclusive en suelos alcalinos como en el caso de Lima (Cuadro N° 23). Las poblaciones de **mohos** se sabe que éstas son más competitivas en suelos ácidos (Alexander, 1994), sin embargo cuando se habla de rizósfera, los exudados producidos por las plantas pueden jugar un rol tan determinante como el tipo de suelo (Marschner *et al.*, 2004; Reyes & Valery, 2007). Por esta razón las poblaciones promedio de mohos en la región de Lima no se ve afectada a pesar de poseer suelos alcalinos con pH promedio de 7 (Cuadro N° 23). Las sustancias o exudados producidos por las raíces sirven como fuente energética y pueden llegar a inducir incluso cambios de pH, disponibilidad de sustratos, nutrientes y factores de crecimiento microbiano en la rizósfera moldeando de esta manera su dinámica poblacional. Todo esto indica que la dinámica microbiana en la rizósfera puede variar considerablemente de la dinámica poblacional del suelo, y la presencia de microorganismos puede estar altamente influenciada por los exudados vegetales y por otras poblaciones propias de la rizósfera.

Respecto a población promedio de **Actinomicetos** en las cinco regiones, se encuentran entre 10⁴ y 10⁵ UFC/g (Cuadro N° 24), coincidiendo nuevamente dentro del rango establecido de 10⁵ a 10⁸ para Actinomicetos en el suelo (Rico, 2009). Las

poblaciones de Actinomicetos, prefieren suelos con pH más alcalino (Hervé *et al.*, 1994) con valores de pHs cercanos al neutro, sin embargo se observa poblaciones de Actinomicetos dentro de los límites normales en las regiones de Puno, Cajamarca, Huancavelica y Huánuco (Cuadro N° 24) los cuales presentan pH ácido en el suelo (Cuadro N° 23). Estos resultados nos indica que diferentes especies de Actinomicetos están adaptadas a estas condiciones y sobre todo mantienen una relación con las raíces a nivel de rizósfera que puede equilibrar las condiciones fisicoquímicas presentadas en este suelo; asimismo, Harris (1992) menciona que la presencia de un mayor porcentaje de materia orgánica, como el observado en todas las regiones a excepción de Lima puede favorecer el desarrollo de una mayor diversidad de microorganismos. Las poblaciones de los actinomicetos así como su actividad mineralizante, dependen de la concentración de la materia orgánica, del pH, de la humedad, temperatura del suelo y el cultivo vegetal (Sanchez-Yáñez, Villegas, & Marquez, 2007).

Los mayores valores poblacionales de Actinomicetos se presentó en aquellas parcelas con las siguientes características: terrenos en descanso y sin fertilización química, (Anexos, Tabla 4). suelos con pH básico y con elevada materia orgánica (Anexos, Tabla 3) lo cual se hace evidente por la presencia de lombrices. Estos resultados corrobora el mencionado por Fernández (1988), quien menciona que los Actinomicetos frecuentemente alcanzan grandes densidades poblacionales en suelos con alto contenido de materia orgánica y amplias reservas de carbono asimilable y humus. Los anexos indicados anteriormente se encuentran en version electronica en la Carpeta Anexo 11 archivo Resumen Resultados Microorganismos.

Son tres los factores que influyen en la distribución y en la actividad de muchos Actinomicetos en el suelo: el pH, la temperatura y el tipo de suelo, en especial su composición. La adición de materia orgánica a los suelos estimula la multiplicación y actividad de los actinomicetos. Los suelos alcalinos y neutros resultan ser más favorables para el desarrollo de estas bacterias; el rango de pH óptimo se encuentra entre 6,5 y 8,0; en suelos con pH por debajo de 5,0 están frecuentemente ausentes (Titus & Pereira, 2007). Esto confirma los resultados obtenidos donde se observa que menor población de Actinomicetos se presentó en las parcelas N° 12, 21, 40 (Anexos, Tabla 2), las cuales presentaron un pH por debajo de 5.0 (Anexos Tabla 3); lo que confirma el comportamiento de este grupo en preferir suelos con pH más alcalino (Hervé *et al.*, 1994). También se afirma que la aplicación de fertilizantes químicos al suelo afectan y disminuyen las poblaciones de microorganismos en el suelo. (Anexo, Cuadro 4). Los anexos indicados anteriormente se encuentran en version electronica en la Carpeta Anexo 11 archivo Resumen Resultados Microorganismos.

El mismo comportamiento se observa en ***Pseudomonas spp***, donde las poblaciones llegan hasta $>10^5$ NMP/ g en todas las regiones excepto en la región Lima donde se observó una menor población (Cuadro N° 24). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Zarin *et al.* quienes reportaron poblaciones promedio de *Pseudomonas* de 5×10^4 y 5×10^6 UFC/g. Martínez, reportó las mayores poblaciones de *Pseudomonas* en rizosfera de papa en los departamentos de Huancavelica, Huanuco y Cajamarca (9300, 1157 y 2045 NMP/ g respectivamente). (Martínez, 2010).

El elevado número poblacional de *Pseudomonas spp* en comparación a los otros microorganismos del suelo como los mohos y Actinomicetos (Cuadro N° 24), se debe a su rápido crecimiento y habilidad de utilizar un amplio rango de sustratos como

fuentes de carbono y nitrógeno (Glick, 1995). Esto confirma los resultados de Povayath et al. quienes mencionan que *Pseudomonas* constituyen un grupo de microorganismos predominante en la rizosfera, ya que tienen capacidad de metabolizar múltiples fuentes de carbono, poseer una velocidad de crecimiento elevada en comparación con otras rizobacterias, lo que explica la alta densidad que poseen tanto en el suelo como en la superficie de las plantas (Loper y Buyer, 1991; Abbas y Okon 1993; Ogata, 2006) por la formación de microcolonias agregadas en el sistema radicular. Uribe et al., (2004) afirmó que el establecimiento de *Pseudomonas fluorescens* se encuentra favorecida por el alto contenido de materia orgánica del suelo, esto explicaría los bajos promedios poblacionales de *Pseudomonas* obtenidos en Lima. Por otro lado, la presencia de *Pseudomonas* es importante ya que promueven el crecimiento de las plantas y suprimen el crecimiento de patógenos (Popavath y Natarajan, 2006).

Uribe et al. (2004) encontró diversas cepas de *P. fluorescens* como principal componente microbiano procedentes de rizósfera de *S. tuberosum* y *S. phureja*, estos resultados sugieren la íntima asociación de *Pseudomonas* con la rizosfera del cultivo de papas cultivadas y nativas respectivamente.

Finalmente, los resultados poblacionales obtenidos dentro de los rangos establecidos para **mohos, Actinomicetos y *Pseudomonas* spp**, nos indica que dichas poblaciones se encuentran íntimamente asociadas a la rizosfera del cultivo de papa, se encuentran en equilibrio en el suelo y por lo tanto realizan sus funciones ecológicas en la rizosfera de la planta, favoreciendo el crecimiento y resistencia inducida frente a fitopatógenos.

La población de mohos y levaduras, Actinomicetos y *Bacillus* en las hojas de papa

En el Cuadro N° 24, se observa que la población de microorganismos en hojas es menor que en la rizósfera. Estos resultados quizás se deben a que la población de microorganismos en las hojas está expuesta a condiciones ambientales como la radiación UV, lluvias, aplicación de fertilizantes y pesticidas, los cuales afectan y disminuyen su población en las hojas. Pamela et. al, menciona que las poblaciones de ***Bacillus spp.*** se ven afectadas y disminuyen su población en los tratamientos con fertilización química (Calvo et. al , 2008). Sin embargo, también se observa que algunas parcelas algunas poblaciones de *Bacillus* sp. persisten en un promedio de 10^2 (Anexo 11, Cuadro N°2) lo que indica que las bacterias de este género presentes en este ambiente están adaptadas y tienen más posibilidad de sobrevivir gracias a su capacidad de formar endosporas (Claus & Berkeley, 1986) lo que ayuda a su supervivencia. Las bacterias del género *Bacillus* y *Pseudomonas fluorescens* son consideradas las más eficaces para controlar las enfermedades foliares y de raíces, (Martinez, 2010) por lo tanto su presencia es de suma importancia para mantener el equilibrio de fitopatógenos tanto en el suelo como las hojas del cultivo de papa.

Todo lo mencionado anteriormente, demuestra como interactúa cada uno de los componentes en el agroecosistema papa. Tomando en cuenta que este agroecosistema está conformado por un componente biótico, definido por la cobertura vegetal-animal, que interactúa con un componente abiótico (suelo, aire, agua, temperatura, precipitación, entre otros) el cual es manejado por el ente controlador (productor, familia, empresa) y condicionado su funcionamiento por condiciones socioeconómicas y culturales del mismo; el cual está dinámicamente

relacionado con el medio externo (otros componentes y agentes de la cadena agroalimentaria e agroindustrial) (Vieria, 1999 modificado por J-Vilaboa, 2008).

Los resultados obtenidos en las cinco regiones, pone en evidencia como el manejo del cultivo por el agricultor influye sobre la macrofauna y macroflora (Cuadro N° 22) y microfauna (microorganismos) (Cuadro N° 24) que está íntimamente asociada al cultivo de papa, ya que se observa que en aquellas parcelas que presentaron materia orgánica alta, presentan una mayor población de microorganismos. Esto se debe a que la materia orgánica cumple una función valiosa en la conservación de la humedad (retención de agua) propiciando que millones de organismos vivan en el suelo. Así mismo, la presencia de lombrices encontradas en el suelo (Cuadro N° 22), las cuales son las encargadas de despedazar y transformar la vegetación y los animales muertos, recuperando los minerales que enriquecen el suelo; así mismo los hongos y bacterias se encargan de liberar los nutrientes. Por lo tanto, la materia orgánica y los microorganismos aportan y liberan los nutrientes y unen las partículas minerales entre sí. De esta manera, crean las condiciones para que las plantas respiren, absorban agua y nutrientes y desarrollen sus raíces.

Por otro lado, la adición de fertilizantes químicos puede influenciar dramáticamente el balance de elementos nutricionales en las plantas, y es probable que su uso excesivo incremente los desbalances nutricionales, lo cual a su vez reduce la resistencia a insectos plaga. Además se ha reportado, que los fertilizantes químicos disminuyen las poblaciones de microorganismos en el suelo. En los resultados observados en las cinco regiones, las poblaciones de microorganismos no fueron afectadas por la presencia de fertilizantes químicos. (Anexo 11, Cuadros N° 2 y 4) lo cual contradice a lo reportado. Esto quizás se deba a que los microorganismos están asociados íntimamente a la rizosfera, los cuales se encuentran en un microambiente protegido, en el cual no son afectados por la presencia de fertilizantes químicos. Los anexos indicados anteriormente se encuentran en versión electrónica en la Carpeta Anexo 11 archivo Resumen Resultados Microorganismos.

Así mismo, se observó que en las parcelas con fertilización orgánica se promueve el incremento de la materia orgánica del suelo y la actividad microbiana y una liberación gradual de nutrientes a la planta, permitiendo teóricamente a las plantas derivar una nutrición más balanceada. Así, mientras que la cantidad de nitrógeno inmediatamente disponible para el cultivo pueda ser menor bajo fertilización orgánica, el estado total de la nutrición del cultivo puede que sea mejor y así la planta ya no tendría un desbalance nutricional la cual la haría susceptible a plagas.

Las plantas funcionan en un ambiente complejo multitrófico, donde generalmente la flora y fauna del suelo y los organismos de arriba del suelo (cultivos, insectos, etc.) interactúan en redes tróficas complejas, con una serie de interacciones que pueden favorecer o desfavorecer la menor incidencia de plagas. Las comunidades arriba del suelo se ven afectadas directa e indirectamente por interacciones con los organismos de la red trófica del suelo (Wardle y otros, 2004). Las actividades de alimentación de los descomponedores o detritívoros (básicamente bacterias y hongos) en la red trófica estimulan el movimiento de nutrientes, la adición de nutrientes por las plantas, y el funcionamiento de las plantas, y es así como indirectamente influyen sobre los insectos que se alimentan de cultivos. Otros estudios sugieren que la presencia de organismos en el suelo puede inducir mecanismos de defensa contra plagas en las plantas. Tal es el caso de las lombrices, donde se ha reportado una disminución de plantas infectadas cuando están presentes las lombrices de tierra. Aparentemente,

la presencia de lombrices en la rizósfera induce cambios sistémicos en la expresión de ciertos genes de la planta, conllevando a un incremento en la actividad fotosintética y a una mayor concentración de clorofila en las hojas (Blouin y otros, 2005). Lo mismo se ha reportado en el caso de microorganismos del suelo, en el cual se ha reportado que algunas especies de *Pseudomonas*, inducen resistencia sistémica en las plantas.

En resumen, el análisis de los microorganismos en la rizosfera de papa mostraron la presencia de mohos, Actinomicetos y *Pseudomonas* sp. , lo que implica que los suelos en los diferentes agroecosistemas de papa en el país disponen de esta biodiversidad microbiana nativa, los cuales cumplen funciones ecosistémicos importantes en el suelo y propician interacciones sinérgicas y favorables para el desarrollo del cultivo del papa. Teniendo en cuenta que estos pueden ser incrementados por el uso masivo de la materia orgánica y humedad en el suelo; la aplicación de fertilizantes químicos e insecticidas muchas veces no afecta su población en el suelo ya que estos microorganismos están íntimamente asociados a la rizosfera, la cual libera exudados creando un microambiente de protección contra los fitopatógenos.

6.3.3 Compilación de publicaciones, estudios o proyectos referidos a conocimientos tradicionales relacionados a la interacción del cultivo de papa nativa y sus parientes silvestres con los organismos y microorganismos en estudio.

Los saberes ancestrales es el conjunto de conocimientos y valores, que han sido transmitidos de generación en generación, dentro de un sistema de educación endógena y cuyo papel dentro de la sociedad ha sido el de colaborar al desarrollo de los individuos, a través de la enseñanza de las experiencias de sus antecesores (INIAF y FAO-Bolivia, 2013).

Los agricultores en el manejo del cultivo de papa, aplican estos conocimientos tradicionales, las cuales provienen de fuentes internas como la familia nuclear (padres e hijos), la familia extensa (hermanos, primos, compadres, etc.), la comunidad; también existe información que parte de la experiencia personal de los agricultores, otra información ingresa a la comunidad con los migrantes temporales (hijos o hijas que trabajan temporalmente en la ciudad y retornan a sus comunidades) (Ortiz y Valdez, 1993).

Ortiz y Valdez, reportan que los agricultores de cuatro comunidades en Cajamarca, Perú manejan tecnologías tradicionales para el manejo del cultivo de papa. Una de estas tecnologías es el método de abonamiento, que puede ser puramente orgánico o mixto (mezcla de estiércol con fertilizante químico). (Ortiz y Valdez, 1993). Así mismo se reportan que la aplicación de materia orgánica es una práctica común en la producción de papa por los pequeños agricultores de los Andes Centrales del Perú (García, Astuhamán y Schervens, 2010).

El estiércol de corral representa uno de los más importantes y en algunos casos es la única fuente de nutrientes debido a que muchas chacras dependen exclusivamente del estiércol de corral como fuente de nutrientes para el cultivo de papa (García, Astuhamán y Schervens, 2010). La incorporación de estiércol de corral, es una de las técnicas más usadas ancestralmente por los agricultores para el mantenimiento y mejoramiento de la fertilidad de los suelos en el sistema de cultivo de papa (Canahua et al., 2013) (García, Astuhamán y Schervens, 2010). debido a que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo ya que mejora la estructura del suelo, aumenta la capacidad de retención de agua, activa la disponibilidad de nutrientes (macro y micronutrientes) , regula el pH del suelo y aumenta la actividad microbiana.

Una de las formas más eficientes de aplicar el estiércol es en forma de compost. (Canahua et al., 2013), ya que su aplicación puede aumentar el contenido de las formas estables y lábiles de carbono en el suelo; aumentar la capacidad de retención de agua en el suelo, el contenido de nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y la agregación del suelo. La aplicación de compost y estiércol aumentan las fracciones totales y disponibles de P en el suelo. Las fuentes orgánicas aumentan la actividad biológica del suelo y reduce la incidencia de nematodos que afectan el cultivo de la papa (García, Astuhamán y Schervens, 2010).

Numerosos estudios han demostrado que la incorporación de materia orgánica constituye una alternativa importante en la protección de cultivos. Van der Laan indica que la incorporación de materia orgánica retarda el desarrollo de juveniles de *Globodera* spp. dentro de las raíces y simultáneamente disminuye su densidad poblacional. Además

Duddington indica que la materia orgánica estimula cierto grado de tolerancia por parte de las plantas y favorece la aparición e incremento de enemigos naturales de los nematodos, intensificando la acción de hongos predadores. (Iriarte, Franco y Ortuño, 1999)

Por lo tanto, la aplicación de materia orgánica en forma de compost no sólo mejora las propiedades físicas del suelo y brinda protección al cultivo de papa, sino que además promueve un mejor desarrollo de la planta, proporcionando mayores rendimientos (Iriarte, Franco y Ortuño, 1999)

El compostaje, es la conversión, de un material orgánico inestable (residuos vegetales, malezas, rastrojos, estiércol) a un producto estabilizado, a través de respiración aerobia. La materia orgánica, es biotransformada en condiciones aeróbicas, mediante reacciones de óxido-reducción catalizadas por enzimas microbianas. En este proceso, los microorganismos utilizan la materia orgánica como nutriente para su desarrollo, produciendo su descomposición (mineralización), hasta moléculas orgánicas e inorgánicas, más sencillas, siendo el proceso de humificación, el paso en el cual, se crean nuevas macromoléculas, a partir de moléculas sencillas, formadas en la descomposición. El proceso en conjunto, produce fundamentalmente calor, CO₂, H₂O y compuestos húmicos. (Escobar, Mora y Romero)

Las poblaciones microbianas, son el componente activo de los procesos de biodegradación y conversión durante el compostaje. Sin embargo, la optimización de la calidad del compost, está directamente relacionada, con su composición y la sucesión de comunidades microbiales, durante el proceso, lo que genera, una dinámica poco conocida (Escobar, Mora y Romero). En el proceso de compostaje se desconocen los microorganismos responsables de la degradación de los desechos orgánicos, sin embargo se ha logrado determinar la presencia de bacterias heterótrofas aerobias mesófilas, heterótrofas aerobias termófilas y celulolíticas y hongos en el en las distintas etapas o fases del proceso de compostaje (Sanchez, 2009). En el Cuadro N° 25 se observa las bacterias, actinomicetos y hongos, comúnmente encontrados, en el proceso de compostaje. (Escobar, Mora y Romero, 2012)

Cuadro N° 25. Lista de géneros de Bacterias, Actinomicetos y Hongos comúnmente en el proceso de compostaje.

BACTERIAS	ACTINOMICETOS	HONGOS
<i>Enterobacter</i>	<i>Nocardia</i>	<i>Aspergillus</i>
<i>Escherichia</i>	<i>Streptomyces</i>	<i>Cladosporium</i>
<i>Morganella</i>		<i>Penicillium</i>
<i>Proteus</i>		<i>Rhizopus</i>
<i>Pseudomonas</i>		
<i>Arthrobacter</i>		
<i>Bacillus</i>		
<i>Micrococcus</i>		

A continuación se mencionará brevemente la importancia de la presencia de microorganismos en el compost:

Bacterias:

El compostaje, como ya se ha mencionado anteriormente, es un proceso dinámico en el que se producen una serie de cambios físicos y químicos debido a la sucesión de complejas poblaciones microbianas. La naturaleza y número de microorganismos presentes en cada etapa dependen del material inicial. Las bacterias mesófilas lideran la fase inicial, luego en la fase termofílica las bacterias termofílicas se encuentran en mayor proporción que las bacterias mesófilas y por último en la fase de estabilización vuelven las bacterias mesófilas a liderar al final del proceso de compostaje. Las bacterias celulolíticas van descendiendo a medida que avanza el compostaje (Sanchez, 2009).

Estos microorganismos que se desarrollan en el compost presentan propiedades antagonicas, capacidad de fijación biológica del nitrógeno, solubilización de fosfatos capacidad de promover el crecimiento vegetal a través de metabolitos como vitaminas, hormonas, enzimas otros compuestos beneficiosos para la planta, los cuales van a ser absorbidos por las raíces.

Actinomicetos:

Los actinomicetos, son capaces de degradar sustancias complejas, como lignocelulosa, quitina y peptidoglicanos, contribuyendo notablemente, a la mineralización de estos compuestos en el suelo y en el compostaje. Los actinomicetos, también han sido descritos como agentes de biocontrol por la capacidad de producir enzimas biodegradativas, como: quitinasas, glucanasas, peroxidases y otras, involucradas en el papel del micoparasitismo, que llevan a cabo estos microorganismos. El género *Streptomyces*, ha sido descrito como colonizador de la rizosfera, capaz de ejercer biocontrol, sobre hongos fitopatogénicos. (Escobar, Mora y Romero).

Hongos:

Las especies más corrientemente encontradas de hongos celulolíticos en los materiales de los compost, son los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* y *Trichoderma*. Aunque, la celulosa y hemicelulosa, son degradados, más lentamente que los azúcares o el almidón, la lignina, es el residuo orgánico más resistente y normalmente, el último producto que se degrada de la cadena alimenticia. Los Basidiomycetes, juegan un papel importante, en la degradación de la lignina (Escobar, Mora y Romero).

Por lo mencionado anteriormente, se evidencia que los agricultores continúan usando tecnologías tradicionales como la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de papa con el fin mejorar la fertilidad del suelo y el rendimiento del cultivo. La aplicación de esta tecnología pone en evidencia que los agricultores manejan conocimientos tradicionales sobre la interacción microorganismos - cultivo de papa pero hay que resaltar que los agricultores desconocen o ignoran la presencia de estos microorganismos presentes en el estiércol ya que no son perceptibles a simple vista por el agricultor.

Otro de los métodos tradicionales que los agricultores usan para tratar de disminuir los efectos devastadores de plagas y enfermedades tanto en campo como almacén, es el uso de hormigas como controladoras de larvas del gorgojo de los Andes y de la polilla de la papa, con el objetivo de proteger la papa almacenada. Este método procede de la cultura ancestral de las familias campesinas y de la capacidad para buscar solución a sus problemas. (Ortiz y Valdez, 1993)

A través de las evaluaciones de suelo realizados en las parcelas de las comunidades de Puno, Huancavelica, Huánuco y Cajamarca, donde predomina sistema de producción tradicional, se encontró suelos de color marrón oscuro a negro intenso, debido a la presencia de alto contenido de materia orgánica; a esto se asocia la presencia de lombrices y otros organismos; estas características en los suelos se debe a que el productor, en cada campaña agrícola, abona su suelo con estiércol o guano de corral, no usa fertilizantes sintéticos. Lo contrario se encontró en los suelos de las comunidades de Pachitea en Huánuco y Cañete, Canta en Lima, donde predomina sistema de producción convencional, siendo el color del suelo claro y sin organismos vivos, debido principalmente que en estos suelos se aplica fertilizantes sintéticos y uso de plaguicidas en forma indiscriminada, que eliminan fauna insectil y organismos de suelo, además el uso de los suelos es intensivo, principalmente en la costa.

Entre los conocimientos tradicionales de los productores en relación al manejo de organismos y microorganismos en cultivo de la papa que hemos recogido en base de las encuestas están:

- Barbecho del terreno, que consiste en la remoción del suelo, debe realizarse 2 a 3 meses de anticipación a la siembra, con la finalidad de exponer los gusanos de tierra y larvas de gorgojo de los andes al ambiente, para ser consumidos por los predadores externos.
- Rotación de cultivos con oca, olluco, quinua, cebada, entre otros, con la finalidad de controlar y manejar la proliferación de plagas de papa. Siembra en mezcla (chacgro) en Huancavelica, y Huánuco y rotación espacial, como las aynocas en Puno, que también limitan la proliferación de plagas y enfermedades de la papa.
- Uso de plantas repelentes o biocidas para el control y manejo de plagas y enfermedades en campo de papa, entre las más usadas: ajo, rocoto, cola de caballo, tarwi, entre otros.
- Siembra en contorno (cerco vivo) con tarwi, oca, olluco para el control y manejo de gorgojo de los andes.
- Aporque alto que consiste en la remoción del suelo para cubrir el cuello de la planta de papa y evitar el ingreso de insectos y patógenos.
- Cosecha oportuna con el propósito de evitar el daño de los tubérculos dentro del suelo por los diversos gusanos de tierra.

En el almacén de papa, para el control y manejo de plagas y enfermedades, el productor utiliza plantas repelentes, entre estas la muña, eucaliptus y la forma más común es colocar como cama por debajo de la ruma de papa y cubrirlas por encima; algunos productores reportan el espolvoreo en forma molida entre los tubérculos.

La información bibliográfica se encuentra en formato digital en el Anexo 9 subcarpeta Conocimientos Tradicionales.

6.4. ECOLOGIA Y AGROECOLOGIA

- **Recopilación de información en base a publicaciones sobre los ecosistemas donde crecen los parientes silvestres de papa.**

Sobre el análisis ecológico o de ecosistemas, la papa (*Solanum tuberosum*) se cultiva en las regiones Chala, Yunga, Quechua, Suni y Puna hasta los 4,200 msnm. En el presente estudio se ha recolectado germoplasma desde los 60 msnm hasta los 4,200 msnm. Ver Cuadro N° 26.

El punto de recolección de papas más bajo se ubica en un rango altitudinal de 60 hasta 140 msnm, piso ecológico que corresponde a la región natural Chala, según la clasificación de Pulgar Vidal⁵. El muestreo en esta región natural abarcó los distritos de Imperial, Quilmaná y San Vicente de Cañete al sur de Lima, que presenta un relieve generalmente plano y ondulado, con partes montañosas, presenta pampas, dunas, tablazos; en un desierto arenoso interrumpido por el río Cañete, mientras que su clima es subtropical árido. De acuerdo a la clasificación de Hawkes (1990) se han registrado parientes silvestres de la papa cultivada cercana a los lugares de muestreo (San Bartolo), específicamente *Solanum immite* vernal (Correll, 1991) y *Solanum irosinum* (Ochoa, 1963).

De igual modo en la región Lima, se ha muestreado la producción de papas en el distrito de Santa Rosa de Quives (600 msnm) que corresponde a la región natural Yunga marítima en la cuenca media del río Chillón en Lima. Su fisiografía generalmente es montañoso y complejo, contiene valles estrechos y profundos, y también empinados contrafuertes andinos, mientras que el clima en esta región es cálido moderado, ligeramente húmedo, con escasas precipitaciones estacionales de verano, y se caracteriza por la presencia del sol en casi todo el año⁶. Los parientes silvestres reportados por Ochoa en 1951 y 1994 corresponden a *Solanum arahuayum* y *Solanum cantense*, pero se ubican en la zona de canta sobre los 2,500 msnm.

El muestreo en el Departamento de Huánuco, en los distritos de Jacas chico, Quisquis, Pano y Molino, correspondieron a la región natural Quechua (2,500 – 3,500 msnm) de acuerdo a la clasificación de Pulgar Vidal, el relieve en esta región se ubica sobre los flancos andinos, su clima es sumamente variado, desde templado a templado frío dependiendo de la altitud, latitud y época del año. Las lluvias se presentan con mayor intensidad desde octubre a mayo. De acuerdo a la clasificación de Hawkes (1990) los parientes silvestres en este ecosistema, se reportaron los siguientes: *Solanum ambosinum* (Ochoa 1951), *Solanum aridophilum* (Ochoa 1967), *Solanum nubicola* (Ochoa 1967), *Solanum salasianum* (Ochoa 1989) y *Solanum scabrifolium* (Ochoa 1967).

⁵ Pulgar V. 1941. Las Regiones naturales del Perú.

<http://cienciageografica.carpetapedagogica.com/2011/08/8-regiones-naturales-del-peru.html>

⁶ Pulgar V. 1941. Las Regiones naturales del Perú.

<http://cienciageografica.carpetapedagogica.com/2011/08/8-regiones-naturales-del-peru.html>

Cuadro N° 26. Clasificación ecológica de los puntos de muestreo de papas⁷.

DEPARTAMENTO O REGIÓN	DISTRITOS DE MUESTREO	RANGO ALTITUDINAL EN MUESTREO MSNM	REGIÓN NATURAL SEGÚN PULGAR VIDAL (1941)
Lima	Cañete	60 – 500	Chala
	Santa Rosa Quives	500 – 2,300	Yunga marítima
Huánuco	Jacas Grande- Huamalies Puños- Huamalies Quisquis-Huanuco San Francisco de Cayran-Huanuco San Pedro de Chaulan- Huanuco Ambo-Ambo San Rafael- Ambo Panao-Pchitea Molino Pachitea Jacas Chico- Yarowilca	2,900 – 3,600	Quechua
Cajamarca	La Encañada Namora, Sorochuco	3,300 – 3,900	Suni
Huancavelica	Paucara-Acobamba Pasos-Tayacaja Quishuar-Tayacaja	3,900 – 4,100	Puna
Puno	Puno-Puno Atuncolla-Puno Capachica-Puno Chuquito-Puno Paucarcolla-Puno Platería-Puno Tiquillaca-Puno San José-Azángaro Juli-Chuquito Zepita-Chuquito Ilave-Collao Nuñoa-Melgar	3,700 – 4,200	Puna

Fuente: Pulgar V. (1941). Elaboración RAAA,

En Cajamarca los distritos muestreados en Celendín y Cajamarca, corresponden a la región natural Suni , según Javier Pulgar Vidal, es una región de los Andes que se ubica entre los 3,500 y los 4,100 msnm, presenta un relieve con un alto índice de pluviosidad, las temperaturas son más rigurosas, con grandes oscilaciones térmicas entre el día y la noche mientras que el clima es templado frío con temperatura anual de 12 °C, seco durante los meses de mayo a octubre, precipitaciones desde octubre a abril. Puede producirse

⁷ Pulgar Vidal (1946, 1987), Regiones naturales y zonas de vida.

algunas heladas entre junio, julio y agosto. Según la clasificación de Hawkes los parientes silvestres en este ecosistema fueron reportados por Juz y Ochoa. *Solanum acroglossum* (Juz 1937), *Solanum amayanum* (Ochoa 1989) *Solanum blanco-galdosii* (Ochoa, 1973), también en esta región natural se han reportado *Solanum cajamarquense* (Ochoa 1959), así como *Solanum chiquidemum* (Ochoa 1954) y *Solanum chiquidemum gracile*, *Solanum chiquidemum robustum* ambas reportadas por Ochoa en 1964. En el año 1964 Ochoa reporta a *Solanum trinitense* mientras que *Solanum nemorosum* fue reportada por Ochoa en 1982, presente en este piso ecológico.

En los departamentos de Huancavelica (Acobamba y Tayacaja) así como en Puno (El Collao, Puno y Azángaro), son puntos de muestreo que corresponden a la región natural de Puna o Jalca según la clasificación de región natural de Pulgar Vidal, esta región se sitúa entre los 4,100 y los 4,800 msnm. El relieve de esta región es diverso conformado en su mayor parte por mesetas andinas en cuya amplitud se localizan numerosos lagos y lagunas. Debido a esto se dice que es el piso altitudinal de las mesetas y lagunas andinas. El clima en esta región se caracteriza por ser frío. La temperatura oscila entre los 20°C, y menos de 0°C, durante el día y la noche respectivamente. Se observa frecuentes precipitaciones durante los meses de diciembre a marzo. Estas precipitaciones se manifiestan en estado sólido a partir de los 4200 msnm como nieve o granizo.

De acuerdo con la clasificación de Hawkes (1990) en Tayacaja, Huancavelica se han registrado *Solanum gracilifrons* y *Solanum multiinterruptum* (Bitter 1913), mientras que Ochoa en 1949 reportó a *Solanum huancavelicae*.

En Puno, ecosistema de Puna o Jalca, Ochoa reporta a *Solanum tapojense* y *Solanum limbaniense* en 1970 y 1974 respectivamente. Durante el trabajo de campo se logró identificar solamente a *Solanum acaule*, es un indicador de la presencia de las especies silvestres presentes donde se cultiva papas.

- **Recopilación de información en base a publicaciones sobre los agroecosistemas donde se cultiva papa en el Perú.**

En cuanto al agroecosistema o zona agroecológica donde se ubica el cultivo y las plantas de papa, se ha considerado la clasificación agroecológica que hace Tapia M. (1996), en sub regiones. La zonificación agroecológica de la Sierra considera seis subregiones (SR) se basa en definir variables no modificables como la ubicación geográfica, latitud, fisiografía y la orientación.

Cuando se incluyen parámetros como la altitud, el índice de precipitación, características topográficas y la principal vocación agropecuaria, se pueden diferenciar 18 zonas agroecológicas (ZAE); estas pueden ser modificadas y variar en su productividad (Tapia, 1997).

La descripción que hace el Dr. Mario Tapia, referida a los andes a partir de los 1,500 msnm, no permite identificar en su clasificación a los distritos de Cañete y Santa Rosa de Quives ubicados a 70 y 600 msnm respectivamente. Sin embargo en estas zonas agroecológicas la producción de papas es intensiva, utilizando un paquete tecnológico basado en el uso de agrotóxicos y fertilizantes sintéticos, en ambos casos se realiza una producción de papas convencional. Ver cuadro N° 27.

Mientras que en las zonas agroecológicas de Celendín y Cajamarca la producción es tradicional orientada al mercado y autoconsumo. El cultivo de papas se ha encontrado en

las zonas agroecológicas de la sub región norte o septentrional y corresponden a Quechua semi húmeda, Ladera baja, Ladera alta y Jalca.

En Huánuco en los distritos de Jacas chico, Quisquis, Pano y Molino corresponden a la sub región Central y las zonas agroecológicas de quechua semiárida, Suni alta y Puna semi húmeda, la producción de papas en estas zonas puede ser convencional, tradicional e inclusive producción orgánica sobre todo de papas nativas.

En los distritos de Paucara y Tayacaja en el departamento de Huancavelica el cultivo de papas se realiza en las zonas agroecológicas quechua sub árida, quechua árida, Suni ladera y Puna subhúmeda de la Sub Región Centro Sur de los andes, según la clasificación de Tapia (1997). La producción de papas es tradicional y también orgánica de papas nativas.

Finalmente, en Puno, durante el muestreo que corresponde a los distritos de Collao, Puno y Azángaro, en la sub región altiplano en las zonas agroecológicas que corresponden a la zona Circunlacustre, Suni altiplano, Puna semiárida y Puna semi húmeda, se ha registrado una producción tradicional y orgánica, generalmente de papas nativas y se encuentra generalmente ligada a la conservación de la diversidad de papas en el manejo de Aynocas (terrenos en descanso).

Cuadro N° 27. Zonas agroecológicas donde se producen papas.

LUGAR PUNTOS DE MUESTREO	RANGO ALTITUDINAL EN MUESTREO MSNM	REGIÓN NATURAL (PULGAR VIDAL, 1941)	ZONA AGROECOLÓGICA (TAPIA M. 1997)	
			SUB REGIÓN	DENOMINACIÓN DE LA ZONA AGROECOLÓGICA
Lima (Cañete)	60 – 500	Chala		
Lima (Santa Rosa de Quives)	500 – 2,300	Yunga marítima		
Cajamarca (La Encañada, Namora) y , Sorochuco (Celendin)	3,300 – 3,900	Quechua	Norte o Septentrional	1. Quechua semi húmeda 2. Ladera baja 3. Ladera alta. 4. Jalca
Jacas Grande- Huamalies Puños- Huamalies Quisquis-Huanuco San Francisco de Cayran-Huanuco San Pedro de Chaulan-Huanuco Ambo-Ambo San Rafael- Ambo Panao-Pchitea Molino Pachitea Jacas Chico- Yarowilca	2,900 – 3,600	Quechua	Central	5. Quechua semiárida 6. Suni altina 7. Puna semi húmeda

Cuadro N° 27. Zonas agroecológicas donde se producen papas (Cont).

LUGAR PUNTOS DE MUESTREO	RANGO ALTITUDINAL EN MUESTREO MSNM	REGIÓN NATURAL (PULGAR VIDAL, 1941)	ZONA AGROECOLÓGICA (TAPIA M. 1997)	
			SUB REGIÓN	DENOMINACIÓN DE LA ZONA AGROECOLÓGICA
Huancavelica Paucara-Acobamba Pasos-Tayacaja Quishuar-Tayacaja	3,900 – 4,100	Suni	Centro Sur	8. Quechua sub árida. 9. Quechua árida 10. Suni ladera. 11. Puna subhúmeda
Puno-Puno Atuncolla-Puno Capachica-Puno Chuquito-Puno Paucarcolla-Puno Platería-Puno Tiquillaca-Puno San José-Azángaro Juli-Chuquito Zepita-Chuquito Ilave-Collao Nuñoa-Melgar	3,700 – 4,200	Suni	Altiplano del lago Titicaca	12. Circunlacustre. 13. Suni altiplano. 14. Puna semiárida 11. Puna semi húmeda 15. Janka

Fuente: Tapia M (1997). Elaboración RAAA.

- **Compilación de estudios, resultados de estudios y publicaciones sobre adaptación de la papa al cambio climático.**

Según reporte del IPCC (2007), el cambio climático podría impactar seriamente la actividad agrícola tradicional, particularmente a la pequeña y mediana agricultura⁸, reduciendo los rendimientos con diferencias importantes entre las regiones^{9,10}. Como la agricultura depende de la disponibilidad de agua cualquier variación en el ciclo hídrico afectaría directamente a gran parte de los cultivos, particularmente los sistemas productivos de secano. Adicionalmente, entre los impactos del cambio climático, encontramos que el estrés hídrico que afecta la tuberización y la calidad industrial en el cultivo de papa (Rosenzweig y Liverman, 1992; McCarthy et al., 2001).

Algunas estimaciones sobre los efectos del cambio climático en el cultivo de la papa durante los próximos 50 años proyectan que la reducción del rendimiento puede oscilar entre 18 % y 32 % si las variedades no tienen una adaptación adecuada. Pero estas pérdidas pueden ser menores, hasta en un 9 % entre las variedades adaptadas (Hijmans, 2003).

En las regiones ecológicas donde se cultiva papas, además del incremento que viene experimentando la temperatura, se presentan actualmente otros eventos climáticos que ponen en riesgo la producción agrícola. Las heladas, las sequías y las granizadas son las principales anomalías que se han manifestado de manera recurrente durante los últimos años (Carazas, 2007). El riesgo principal de estos fenómenos es la pérdida tanto de la producción como de la diversidad genética de las papas nativas que aún se conservan en dichas zonas (Gutierrez, 2008).

En algunos casos las condiciones de temperatura, influyen en la actividad de oviposición o alimentación de los insectos, lo que genera una presión de selección de población de insectos sobre los cultivos bajo condiciones de sequía extrema. Algunos estudios han demostrado, que bajo condiciones de sequía las plagas que más se ven favorecidas son aquellas denominadas invasoras (Hamada, 2011). Se ha confirmado que insectos pertenecientes al orden Hemiptera y Thysanoptera, tales como los chinches y trips, son los más beneficiados bajo estas condiciones, puesto que el aumento en la temperatura favorece la tasa reproductiva de estos insectos (Vásquez, 2011).

La diversidad genética de las papas nativas, en opinión de Hawkes (1990), hace que las mismas se adapten según cada uno de los agroecosistemas en los cuales han sido colectadas y/o domesticadas. Esta adaptación tiene que ver con atributos agronómicos y mecanismos fisiológicos que expresa la planta para tolerar diferentes tipos de estrés, entre ellos el estrés por temperatura. Citemos, por ejemplo, los casos de la *Solanum tuberosum* subespecies *tuberosum*, la *Solanum phureja* y la *Solanum x chaucha* como las especies que presentan una buena adaptación a las altas temperaturas, y a la *Solanum tuberosum* subespecie *tuberosum*, la *Solanum x chaucha* y la *Solanum ajanhuiri* como las que se adaptan mejor a las bajas temperaturas (Hetherington et al., 1983). Confirmando lo anterior, Li (1994) ha encontrado que son pocas las especies de plantas que pueden

⁸ Altieri M., Nicholson C. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas

⁹ Rosenzweig C., Liverman D. 1992. Predicted effects of climate change on agriculture: A comparison of temperate and tropical regions.

¹⁰ McCarthy, J.J., Canziani O.F., Leary N.A., Dokken D.J., and White K.S. 2001. Climate change 2001. Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

soportar las bajas temperaturas a las que se expone la papa. Este tubérculo no se ve afectado si tiene un periodo de aclimatación previo. Se cree que su buena tolerancia al frío se relaciona con la formación del doble parénquima empalizado y con la producción de hormonas como el ácido absícico (ABA). Para Huanco (1992), la *Solanum ajanhuiri* y la *Solanum curtilobum* sufren un nivel mínimo de daño en temperaturas que van de los -3 a los -5 °C, en tanto que la *Solanum juzepczukii* puede soportar temperaturas de hasta -5 °C. Agreguemos que un tercio de la papa sembrada en el altiplano peruano es amarga y, de esta, el 60 % corresponde a la especie *Solanum juzepczukii*, mientras que un 33 % a la *Solanum curtilobum* (Canahua y Aguilar, 1992; Huanco, 1992).

Según un informe de trabajo del IPCC (2014), tanto la adaptación como la mitigación podrían ayudar a reducir los riesgos del cambio climático. Sin embargo, sus efectos varían dependiendo del tiempo y el lugar.

En relación a las zonas de estudio en los ecosistemas de Yunga, Quechua, Suni y Puna, se ha evidenciado una diferencia en la frecuencia, disponibilidad y cantidad de agua lo cual determina que las siembras utilicen variedades de papas de corto periodo a fin de adaptarse a esta nueva situación. Además la caída de granizo y nieve en cualquier época también va a determinar una selección de variedades que permitan enfrentar estas variaciones extremas.

En la región Chala, la cantidad de agua será determinante para establecer la variedad mas adecuada, pero también se ha registrado el incremento de temperatura y la presencia de una mayor cantidad de insectos plaga como áfidos y mosca minadora.

En relación a las papas, los parientes silvestres pueden ser utilizados para mejorar la tolerancia al clima en los cultivos, pero ellos mismos en peligro de extinción en la naturaleza como resultado del cambio climático. Además están sub-representados en los bancos de germoplasma y son escasamente investigados para su uso en el mejoramiento genético.

Por otro lado, los sistemas agropecuarios mixtos, si son bien administrados, pueden ser uno de los medios más prometedores para la adaptación al cambio climático y la mitigación de la contribución agrícola y ganadera a las emisiones de gases de efecto invernadero. Las opciones incluyen: el manejo integrado del componente agua-cultivo-suelo; la mejora de la eficiencia y el manejo del agua y el manejo sostenible del suelo.

Como estrategia de adaptación y mitigación, las Tecnologías de información y comunicación (TIC) ayudan a monitorear el cambio climático y contribuyen a que los agricultores se adapten a él y mitiguen sus efectos. Las TIC pueden asistirlos en el suministro oportuno de información climática para prepararlos a enfrentar eventos climáticos extremos. Dicha actividad no sólo reduciría las pérdidas durante los “años malos” sino que facultaría a los agricultores a aprovechar las condiciones climáticas favorables, como el caso de un sistema de alerta temprano caso tizón tardío.

Mejorar los niveles de producción en base al mejoramiento genético utilizando especies nativas o variedades adaptadas para la producción sostenida de las papas que mejoran su adaptación al cambio climático, podría contribuir a mejorar los ingresos de los productores.

- **Compilación de resultados de estudios, mapas y publicaciones sobre escenarios futuros del cultivo de la papa y sus parientes silvestres.**

Como resultado de los principales efectos del cambio climático sobre el cultivo de papa y sus parientes silvestres, se han identificado dos escenarios posibles: uno favorable y otro desfavorable.

En el escenario desfavorable, se resalta que a una mayor presencia de temperaturas altas, heladas, granizadas y sequías, la incidencia de plagas, enfermedades y daños en el cultivo que reducen los rendimientos se incrementan, explicado por De Salvo, Begalli y Signorello, 2014 en base al modelo ricardiano (MR). Ante cambios en un conjunto de variables exógenas como el clima, los suelos, la altitud y otras restricciones (Mendelsohn y Dinar, 2009; Mendelsohn, Nordhaus y Shaw, 1994). Lo anterior redundaría en una pérdida de la biodiversidad de las papas nativas, que puede verse desplazada rápidamente por nuevas variedades mejoradas. La reducción de la disponibilidad de la producción de papas para el autoconsumo tiene un efecto directo sobre la seguridad alimentaria de las familias que la emplean para tal fin. Asimismo, la reducción de la biodiversidad, así como la presencia de eventos climáticos, disminuyen el uso del conocimiento local.

Según CEPAL (2014), las relaciones de intercambio se ven reducidas debido a una menor disponibilidad de excedentes, lo que provoca el mantenimiento o la agudización de los niveles de vulnerabilidad y pobreza en estas poblaciones.

Actualmente la diversidad de papas nativas en las comunidades en los distritos de Cajamarca, Huánuco, Huancavelica y Puno, corre el riesgo de reducirse ante la cada vez mayor presencia de factores climáticos adversos. Frente a esto, los esquemas ancestrales de recuperación de la biodiversidad pueden no resultar demasiado efectivos, pues los agricultores manifiestan últimamente que la recuperación se produce solo con algunas variedades de papa, mientras el resto desaparece después de las heladas.

Los efectos de las plagas pueden tener una vinculación directa con el cambio climático. Sin embargo, en la evidencia recogida en campo, los productores manifestaron una mayor incidencia de las mismas. Esto es especialmente serio en la región Yunga, Quechua, Suni y Puna, donde la presencia de enfermedades podían favorecer la pérdida de biodiversidad de las papas nativas.

A pesar de que estas variedades modernas han sido desarrolladas como una estrategia de adaptación genética a los nuevos escenarios de la relación producción-mercado, y con la finalidad de resistir a factores bióticos y abióticos, algunos autores afirman que estas no solo incrementan la vulnerabilidad de las familias ante los cambios climáticos, plagas y enfermedades sino también el alto potencial adaptativo que se asocia a los antiguos cultivares (Brush y Taylor, 1992).

La diversidad genética de las papas nativas, en opinión de Hawkes (1990), hace que las mismas se adapten según cada uno de los agroecosistemas en los cuales han sido colectadas y/o domesticadas (Ochoa 1999). Esta adaptación tiene que ver con atributos agronómicos y mecanismos fisiológicos que expresa la planta para tolerar diferentes tipos de estrés, entre ellos el estrés por temperatura. Al respecto Claverías y Quispe (2002) identificaron que la biodiversidad de papas nativas está más vinculada al autoconsumo y a la seguridad alimentaria de la comunidad, precisamente allí donde los riesgos climáticos y los niveles de pobreza son más altos, como en Puno, Cajamarca, Huancavelica y Huánuco.

En un escenario favorable, el cambio climático tiene el mismo efecto sobre estos ecosistemas altoandinos. Esto quiere decir que muestra también la presencia de altas temperaturas, heladas, granizadas y sequías. Sin embargo, a pesar de la adversidad de las condiciones, las estrategias de capacitación y el manejo de plagas y enfermedades pueden mantener o incrementar los rendimientos (Gutiérrez 2008).

Estos incrementos son capaces de producir excedentes, los que pueden mejorar las relaciones de intercambio en las comunidades, si están vinculados con mercados exclusivos (orgánicos, por ejemplo), mejorando los ingresos comunitarios. En algunos cultivos de papas nativas la resistencia a factores climáticos adversos, el mayor uso del conocimiento local y científico obtenido gracias a la vinculación de proyectos con centros de investigación, pueden asegurar la conservación de la biodiversidad de las papas nativas. Por todo lo anterior, es posible esbozar un escenario en el que sea posible reducir la pobreza en estas comunidades, y, al mismo tiempo, su vulnerabilidad frente al cambio climático. Galindo, L. M., J. Samaniego, J. E. Alatorre, J. Ferrer y O. Reyes y L. Sánchez (2014)

6.5. FLUJO DE GENES

La papa común, *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*, es un tetraploide tetrasómico de estrecha base genética. Cuenta, sin embargo, con aproximadamente 200 especies tuberosas emparentadas, cultivadas y silvestres, nativas del continente americano. Muchas de estas especies, en su mayoría diploides, son fuentes potenciales de genes de interés para el mejoramiento genético, pero no pueden utilizarse directamente en cruzamientos con la papa común o comercial debido a la presencia de barreras a la hibridación. En estudios realizados en Balcarce-Argentina, se han identificado barreras pre y post-cigóticas a la hibridación intra-e interespecífica-dentro y entre niveles de ploidía-, propuesto modelos teóricos sobre el posible control genético de las mismas, y generando híbridos interespecíficos mediante manipulaciones de ploidía. Actualmente se están estudiando las bases moleculares de las barreras pre- cigóticas; un estudio similar para dilucidación de las bases moleculares de la barrera post-cigótica del endosperma está en un estado avanzado de desarrollo en Mendoza, Argentina. La variabilidad morfológica, genética y molecular de poblaciones clasificadas como especies puras y las anomalías meióticas detectadas en éstas y en híbridos naturales, nos han llevado a proponer que el concepto de especie en las papas silvestres debería ser revisado a la luz de la genética (Camadro, E. 2011).

Definición de flujo de genes

Flujo de genes es un término colectivo que incluye todos los mecanismos que resultan en el movimiento de genes de una población a otra. El flujo de genes generalmente ocurre entre poblaciones dentro de una misma especie pero también se puede dar entre especies (Slatkin, 1985).

6.5.1. Estudios de flujo de genes en la papa

Existen varios reportes de hibridación forzada y en parcelas con alta densidad de individuos realizados con el objetivo de entender el flujo de genes entre papas mejoradas, nativas y especies silvestres en los Andes. Rabinowitz et al. (1990) sembró individuos de la especie silvestre *S. sparsipilum* (2x, EBN=2) en la misma parcela con individuos de la especie cultivada *S. stenotomum* (2x, EBN=2). Este estudio encontró que la mayor parte de la semilla producida por estas plantas eran híbridos inter-específicos y concluyó que el flujo de genes entre especies silvestres y cultivadas es importante para el desarrollo de nuevos cultivares en los Andes.

Jackson y Hanneman (1999) evaluaron la cruzabilidad entre cultivares mejorados y especies silvestres y encontraron que la proporción de semillas por fruto se incrementó a medida que la especie silvestre estaba más cercanamente relacionada. Además encontraron que en sus cruces forzados se formaron algunos híbridos que no se esperaba fueran posibles debido a su ploidía y/o EBN. Además, Celis et al. (2004) determinaron que hay flujo de genes con los parientes silvestres cuando se encuentran cerca de las parcelas de papa cultivada por lo que se deben usar variedades genéticamente modificadas macho estériles para evitar a hibridación.

6.5.2. Estudios de flujo de genes en la papa en Perú

Scurrah et al. (2008) comprobó que la hibridación natural ocurre en zonas de alta diversidad de papa en los Andes y que los híbridos pueden sobrevivir pero con la intervención del agricultor. En este estudio se midieron varias de las variables relacionadas

al flujo de genes como hibridización, polinizadores, sobrevivencia de la semilla híbrida y selección por parte del agricultor.

Herrera, R. et al. (2012) para el caso de Flujo de transgenes no-intencional en el germoplasma de las papas nativas indican que existen por lo menos siete condiciones para la introducción no intencional de transgenes de una papa comercial modificada genéticamente (MG) a una papa nativa:

1. La variedad comercial MG debe ser fértil
2. Debe haber coincidencia en floración
3. Tienen que estar dentro de un rango de distancia <20 m
4. Debe haber insectos polinizadores
5. La semilla híbrida debe germinar
6. El híbrido debe ser viable
7. Finalmente, el agricultor debe adoptar el híbrido como una nueva papa nativa

Estos mismos investigadores informan que el Perú, existen papas comerciales, fértiles, cultivadas por agricultores por varios años en campo mezclados con nativas. En esta situación el flujo de genes no-intencional se evaluó al detectar híbridos dentro del germoplasma de las papas nativas cultivadas por estos agricultores. Se realizaron algunos ensayos con la variedad comercial de papa 'Yungay' como el parental más adecuado siendo esta variedad el producto del mejoramiento genético usando germoplasma no-Andino (*Tuberosum*), se puede considerar como fuente de genes exóticos. Los resultados obtenidos demuestran que, de ocurrir un cruce entre papas mejoradas (sea MG o no) y papas nativas, es poco probable que el híbrido resultante sea mantenido dentro del germoplasma de papas nativas de los agricultores alto-andinos (Herrera, R. et al., 2012).

Los resultados obtenidos en estudios realizados por Ghislain, et al (2012) demuestran que de ocurrir un cruce entre papas mejoradas y papas nativas, es poco probable que el híbrido resultante sea mantenido dentro del germoplasma de papas nativas de los agricultores alto-andinos a pesar del largo historial de convivencia, compatibilidad reproductiva, cercanía y presencia de insectos polinizadores. Entonces, se puede asumir que, en la región andina, el flujo de genes de papas genéticamente modificadas hacia las variedades nativas sería un evento muy raro.

En un estudio llevado a cabo por De Haan (2012) sobre la capacidad de sobrevivencia y naturalización de poblaciones híbridas con caracteres de resistencia posterior al flujo de genes entre papas mejoradas, nativas y parientes silvestres se concluye que:

1. Existe mucha variabilidad entre los 17 grupos de genotipos evaluados en cuanto a su capacidad de sobrevivencia en un ensayo de dinámica poblacional. De los híbridos entre especies silvestres por cultivadas, aquellas entradas con *Solanum chiquidenum* como parental mostraron mayor capacidad de sobrevivencia. Investigación a nivel de pre-mejoramiento con *S. chiquidenum* también ha mostrado que esta especie tiene una alta resistencia a *P. infestans* con valores bajo de AUDPC (*area under the disease progress curve*).
2. Los híbridos entre especies silvestres por cultivadas no mostraron mejor capacidad de sobrevivencia comparada con los grupos de genotipos cultivadas (B1C5, nativas) o semi-silvestres (*Araq Papa*). Las características que hacen una buena variedad

cultivada también son características que favorecen la resiliencia en el campo: precocidad, resistencia a *P. infestans*, etc.

3. La mayoría de los genotipos mostraron ser estables para la característica de no-sobrevivencia independiente del ambiente de crecimiento. Sin embargo, también existen varios genotipos que mostraron una capacidad diferencial según ambiente en cuanto a su sobrevivencia.
4. Bajo condiciones de deshierbo la simulación de transgénesis en base a la aplicación de fungicidas da una ligera ventaja de sobrevivencia en comparación con el mismo tratamiento sin fungicidas. Bajo condiciones de abandono (sin deshierbo) la resistencia genética provee una clara ventaja de sobrevivencia.
5. Idealmente los experimentos de dinámica poblacional / simulación de transgénesis deben llevarse a largo del tiempo hasta que se extingan las plantas (periodo total de 3 años).
6. La información preliminar de encuestas con agricultores tradicionales indica que existe un grupo grande que ha observado la aparición espontánea de nueva variabilidad en el campo. Se puede especular que la nueva variabilidad que se pueda originar desde un flujo de genes y una sobrevivencia inicial exitosa sí puede ser incorporada dentro de los portafolios varietales de las familias andinas.

Como se ha podido apreciar existe abundante información acerca de la fertilidad, la compatibilidad sexual de la papa y sus parientes silvestres. Experimentalmente, se pueden obtener cruces inter-específicos e intra-específicos, y está bien documentado que las variedades nativas son el producto de tales hibridaciones naturales (Quiroz et al, 1992; Celis et al, 2004; Scurrah et al, 2008). Sin embargo, poco o nada, se sabe acerca de la frecuencia de estos eventos en los sistemas convencionales de producción con variedades comerciales. Estas son exclusivamente clonales porque es un cultivo altamente heterocigótico. Aunque, la producción de semillas se produce con frecuencia en los campos comerciales, son escasos los estudios científicos que investigan la producción de híbridos con papas nativas y su posterior adopción por los agricultores para convertirse en parte de su grupo de variedades nativas, por ejemplo el caso de parcelas con una mezcla de variedades nativas o las Aynokas en Puno, dando origen a una diversidad constante de material genético que es seleccionado por el agricultor conservacionista. ver foto.

Investigaciones en papa han mostrado que el flujo de genes entre especies cultivadas y silvestres puede ocurrir a lo largo del tiempo. El flujo de genes entre cultivares mejorados fértiles, cultivos tradicionales y papas silvestres es biológicamente posible dado que las barreras interespecíficas son permeables en el genoma de la papa, y que en varios lugares papas mejoradas co-existen con nativas y silvestres. Sin embargo, no se sabe mucho sobre las condiciones y escenarios que pueden llevar a la naturalización exitosa posterior al flujo de genes. Se requiere de: (1) germinación de semilla botánica, (2) establecimiento inicial de híbridos, (3) sobrevivencia de híbridos, (4) incorporación en la población de cultivares por los agricultores. La capacidad de sobrevivencia de un híbrido es una función de su capacidad de competir con la flora endógena (poblaciones maleza) y de adaptación al ambiente (clima, suelo, manejo).



Aynoka en Puno mostrando la biodiversidad de variedades nativa en un solo campo.

El tizón tardío es una de las enfermedades más devastadoras que afectan el cultivo de la papa a nivel mundial. La transgénesis es una opción real para lograr resistencia a ella y se podría especular que tal resistencia proveería una ventaja para la sobrevivencia y el establecimiento. A su vez factores como longitud de estolón, precocidad, número de tubérculos producidos por mata, entre otros, pueden influir la eficiencia del establecimiento dependiendo del medio ambiente donde ocurre un proceso de dinámica poblacional que resulta en una posible naturalización.

El potencial impacto de los cultivos transgénicos sobre la biodiversidad, por medio del cruzamiento con variedades nativas, introducidas y agrícolas sexualmente compatibles, es una de las principales preocupaciones que se abordan en las evaluaciones de riesgo ambiental que llevan a cabo los países antes de permitir el uso de estos cultivos.

6.5.3. Cruzabilidad inter e intraespecífica en *solanum*.

A continuación se describen los orígenes de la especie de papa cultivada como producto de una hibridación natural entre especies silvestres así como la importancia de estas últimas para el mejoramiento genético en cuanto a fuentes de resistencias que serán incorporadas a especies y/o variedades cultivadas de papa. Se mencionan ejemplos de barreras de cruzabilidad y exitosas cruzabilidad intra y interespecíficas entre especies de *Solanum*.

El Potencial Genético y Los Caminos Evolutivos ¹¹

El potencial genético de las especies silvestres de 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 así como mediante la biotecnología molecular e ingeniería genética.

Así, por ejemplo, la especie peruana y la especie boliviana tienen genes de resistencia a heladas y a muchas razas de virus que atacan las papas cultivadas. La introducción de material genético valioso de las especies silvestres, con relativa afinidad evolutiva a la papa cultivada, es considerada actualmente como un enorme potencial en la estrategia del mejoramiento.

La papa cultivada, generalmente, carece de algunos caracteres fenotípicos deseables, que son encontrados en las especies silvestres afines, tales como la resistencia a plagas y enfermedades. Sin embargo, 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. Cuanto más distante es la relación entre las especies, habrá más problemas para obtener híbridos de la primera generación. Si la especie dominante y la especie receptora son muy afines y no hay restricciones en el apareamiento de cromosomas en la progenie, la transferencia de genes de una especie a otra puede ser llevada a cabo con mucho éxito por métodos convencionales de mejoramiento genético, tales como: hibridaciones introgresivas cruzamientos dialécticos, selección recurrente y pruebas de progenie.

La papa es genética y taxonómicamente una planta cultivada compleja, donde se presenta una serie de ploidias que fluctúan desde especies diploides con 24 cromosomas, hasta especies hexaploides con 72 cromosomas. Esta variabilidad en número de cromosomas, tanto en las especies cultivadas como en las especies silvestres, ha sido un factor limitante en la utilización de material genético promisorio en programas de mejoramiento convencional. Las especies diploides cultivadas, como la papa amarilla del Mantaro y las silvestres, son autoincompatibles; es decir, que rechazan su propio polen, y sólo aceptan y fecundan el polen de un clon extraño o genéticamente distante. Esta auto incompatibilidad se llama gametofítica y es producto de la evolución de la papa hace miles de años para evitar la depresión híbrida por efecto de la endocria. Las especies tetraploides son en cambio autocompatibles y fértiles; a este grupo pertenecen la mayoría de las papas comerciales como Ccompis, Revolución, Peruanita y Tacna.

¹¹ R. Chávez. 2000. Sobre el origen, evolución y diversidad genética de la papa cultivada y la silvestre. Ciencia y Desarrollo 111-120 pp.

Origen de la papa diploide cultivada ¹²

Las primeras papas cultivadas fueron seleccionadas entre 6.000 y 10.000 años atrás en las montañas de los Andes, donde sucesivas generaciones de agricultores produjeron una gran cantidad de variantes cultivadas (Spooner y Hetterscheid, 2005a). Este proceso, cuando no se dio espontáneamente en la naturaleza, habría sido llevado a cabo deliberada o inconscientemente por el hombre. Todas las hipótesis previas al estudio detallado de la genética de la papa proponían que las variantes cultivadas se habían desarrollado en distintos lugares (orígenes múltiples e independientes) a partir de diferentes especies silvestres (Hawkes, 1990; Ochoa, 1990; Huamán y Spooner, 2002). Sin embargo, al analizar la genética tanto de las especies silvestres como de los cultivares nativos, se demuestra que la papa cultivada tuvo un origen único en una vasta región al norte del lago Titicaca, a partir de miembros del complejo norte de *S. brevicaule* (Spooner et al., 2005; Van den Berg y Jacobs, 2007).

Históricamente se ha discutido de forma amplia acerca de la especie o especies que dio (dieron) origen a la papa cultivada. Teniendo en cuenta sus rasgos morfológicos y fitogeográficos, planteó que la primera papa cultivada fue *S. stenotomum*, teniendo a *S. leptophyes* y *S. canasense* como posibles ancestros. *S. stenotomum* agrupa un conjunto de plantas diploides que florecen y tuberizan bajo condiciones de días cortos, y que no presentan brotación del tubérculo al momento de la cosecha (Huamán y Spooner, 2002; Ghislan et al., 2006).

Posteriormente, Hawkes (1990) favoreció a *S. leptophyes* como único ancestro, por estar distribuida a la misma altitud y en la misma región ecogeográfica que *S. stenotomum* (cerca al lago Titicaca). Esta última se cultivó intensivamente en esa región, y estuvo ligada al desarrollo de la cultura Tiwanaku, la cual posteriormente se diseminó en distintas direcciones, incluyendo Argentina y Chile (Morales, 2007).

Autores como Ugent (1970) y Huamán y Spooner (2002) proponen que *S. stenotomum* proviene de las especies *S. brevicaule*, *S. bukasovii*, *S. canasense*, *S. coelestipetalum*, *S. gourlayi*, *S. leptophyes*, *S. multidissectum*, *S. multiinterruptum* y *S. spagazzinii*, pertenecientes al complejo *S. brevicaule*. Por su parte, Bukasov (1971) propuso a *S. canasense*, *S. leptophyes*, *S. brevicaule*, *S. bukasovii*, *S. candolleianum* y *S. sparsipilum* como ancestros de *S. stenotomum*, mientras Ochoa (1990) plantea que los ancestros serían *S. brevicaule*, *S. bukasovii* y *S. canasense*. Sin embargo, en su mayoría, estas especies silvestres se relacionan entre sí, y aún existe controversia sobre su clasificación taxonómica (Hawkes 1990; Ochoa, 1990; Van den Berg et al., 1998; Sukhotu et al., 2006).

La diferencia entre estas hipótesis resulta de la controversia acerca de la taxonomía de un grupo de especies silvestres ancestrales, ya que *S. bukasovii*, *S. canasense* y *S. multidissectum* fueron consideradas por Ochoa (1999) como una sola especie.

La hipótesis de la domesticación sucesiva parece estar en concordancia con la hipótesis de una única domesticación, en el sentido que esta habría ocurrido en múltiples tiempos a partir de un grupo de especies silvestres en Perú.

¹² E. Rodríguez. 2010. Origen y evolución de la papa cultivada. Una Revisión. Agronomía Colombiana 28(1): 9-17.

S. stenotomum subsp. *goniocalyx* se originó a partir de *S. stenotomum*, presentando una alta diversidad desde el norte de Perú hasta el centro de Bolivia. *S. phureja* Juz. y Bukasov subsp. *phureja* fueron seleccionadas a partir de *S. Stenotomum* por ausencia de periodo de dormancia en el tubérculo al momento de la cosecha, rápido desarrollo de los tubérculos y mejor crecimiento del cultivo. Esto permitió llegar a tener hasta tres cultivos por año en las zonas bajas y cálidas de los valles orientales de los Andes (Hawkes, 1990; Sukhotu y Hosaka, 2006; Ghislain et al., 2006; Bradshaw, 2007).

Actualmente, *S. phureja* se distribuye ampliamente en una larga y estrecha franja de los Andes, desde Venezuela hasta el centro de Bolivia, mientras que *S. stenotomum* está restringida sólo a Perú y Bolivia (Sukhotu y Hosaka, 2006). *S. phureja* se caracteriza por presentar tubérculos pequeños, adaptación a días cortos, ausencia de dormancia (Bradshaw, 2007) y ploidía predominantemente diploide (Ghislain et al., 2006).

S. phureja presenta un periodo de dormancia más corto que *S. tuberosum* y contribuye con genes dominantes para la ausencia de dormancia en el tubérculo (Freyre et al., 1994). La ausencia de dormancia en *S. phureja* es un carácter dominante y bien marcado en la generación F1, en contraste con *S. andigena*, que sí presenta dormancia. Por esta razón, la influencia de *S. phureja* en el origen de *S. andigena* se considera poco probable (Sukhotu y Hosaka, 2006). A pesar de los enormes progresos logrados en la última década, el conocimiento primario de los procesos que controlan la dormancia del tubérculo de la papa sigue siendo un enigma (Suttle, 2007). *S. phureja* se considera un grupo importante para el mejoramiento y desarrollo de nuevas variedades de papa, debido a sus excelentes características culinarias (Ghislain et al., 2006).

Huamán y Spooner (2002) incluyeron a la subsp. *goniocalyx* dentro del grupo *Stenotomum*, mientras que el grupo *Phureja*, fue clasificada en un grupo diferente debido a su ausencia de dormancia. Finalmente, Spooner et al. (2007), agruparon a todas las papas andinas, independientemente de su ploidia, como *S. tuberosum* grupo *Andigena*.

Origen de la papa tetraploide cultivada

Las papas del grupo *Andigena* (*andigenum*) (*S. tuberosum* L. subsp. *andigena* Hawkes) (Hawkes, 1990) o grupo *Andigena* (Huamán y Spooner, 2002; Spooner et al., 2007), constituyen un grupo importante de cultivares nativos seleccionados por agricultores andinos, que se cultiva a lo largo de los Andes en alturas que varían entre 2.000 y 4.000 msnm, y forman tubérculos bajo condiciones de día corto (Hawkes, 1990; Sukhotu y Hosaka, 2006).

S. andigena proviene de *S. stenotomum* a través de repetidos procesos de poliploidización sexual ocurridos en diversos lugares, con la consiguiente hibridación interespecífica e intervarietal a través de cruces ($4x \times 4x$) y/o ($2x \times 4x$ ó $4x \times 2x$) (Sukhotu y Hosaka, 2006). La tetraploidización sexual en papa ha sido sugerida por la capacidad que tiene la papa diploide y las especies con ella relacionadas, de producir granos de polen $2n$ (Iwanaga y Peloquin, 1982; Wantabe y Peloquin, 1989; Werner y Peloquin, 1991), siendo ésta considerada como la forma más probable de poliploidización de la papa (Den Nijs y Peloquin, 1977; Mendiburu y Peloquin, 1977). Ghislain et al. (2006), afirman que la papa que crece en los Andes contiene mezclas de especies silvestres y cultivadas con diferentes niveles de ploidía. Esto es explicable si se tiene en cuenta que los genotipos

diploides con gametos no reducidos son frecuentes tanto en especies silvestres como cultivadas, lo cual facilita la transferencia de genes entre diferentes niveles de ploidía.

La naturaleza altamente heterocigótica de *S. andigena* apoya la noción de que esta surgió por tetraploidización sexual entre diferentes genotipos de *S. stenotomum*, dado que la misma serie de variación de ctdna ha sido reportada tanto para *S. andigena* como para cultivares diploides (Sukhotu y Hosaka, 2006).

La domesticación humana modificó y atenuó los tetraploides iniciales de *S. stenotomum*, presentes actualmente en el grupo Andigena, lo que permitió ampliar su diversidad y adaptabilidad genética (Hosaka, 1995; Sukhotu et al., 2005; Sukhotu et al., 2006; Sukhotu y Hosaka, 2006).

UTILIZACIÓN DE GERMOPLASMA EN MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PAPA ^{13,14}

A principios del siglo XX se identificaron especies silvestres tuberíferas de papa como fuentes de resistencia a *P. infestans*. Sobre la base de esta identificación, se inició la introgresión de genes de resistencia mediante cruzamientos. A partir de 1920, numerosas expediciones científicas a México, América Central y Sudamérica, lugares que corresponden con los centros de origen y diversidad de la papa, permitieron recolectar y describir taxonómicamente unas 200 especies silvestres y siete especies cultivadas (Hawkes 1990).

A pesar de la gran diversidad genética disponible en las especies silvestres del género *Solanum*, sólo un pequeño número ha sido utilizado para la introgresión de caracteres de resistencia en la papa cultivada. (Ross 1986, Spooner et al. 1991, Spooner and Bamberg 1994, Ruiz de Galarreta et al. 1998, Jansky 2000, Ochoa 2001, Spooner et al. 2004) y se estima que apenas un 5% han sido utilizados en programas de fitomejoramiento (Ugarte et al. 1994, Gabriel 1994, Gabriel et al. 1995, Colque 1996, Estrada 2000, Gabriel et al. 2001, Coca y Montealegre 2006, Gabriel et al. 2007c, García et al. 2007).

Por ejemplo, en la experiencia boliviana, Carrasco (1993) utilizó 48 accesiones de los recursos genéticos de papa del Banco de Germoplasma, para lograr híbridos interespecíficos con tolerancia a las heladas. Portanda (1994), utilizó 28 accesiones de las especies *S. ajanhuiri*, *S. stenotomum*, *S. gonicalyx* y *S. phureja* para realizar cruzamientos interespecíficos con *S. andigena* y *S. tuberosum*. Gabriel et al. (2007c), utilizaron 36 cultivares nativos de papa de diferentes especies del banco de germoplasma, para buscar resistencia duradera al tizón (*P. infestans*) y al nemátodo rosario (*N. aberrans*).

El poco uso de las especies silvestres y nativas en los programas de mejoramiento genético se puede atribuir a problemas serios de esterilidad. En la esterilidad hay que distinguir entre los mecanismos de inhibición prezigóticos y poszigóticos. La 16 autoincompatibilidad es una regla común en los materiales diploides cultivados y silvestres de papa y se debe al sistema de rechazo de los genes S que se oponen a la fecundación cuando están presentes en el gameto femenino y masculino simultáneamente; es decir, el polen con el gen S1 ó S2 no puede fertilizar el huevo de la planta que tiene la fórmula

¹³ J. Gabriel. 2010. Estrategias y perspectivas del Mejoramiento Genético de Papa en Bolivia. PROINPA.

¹⁴ A. Contreras. 2008. Usos de especies silvestres y cultivadas en el Mejoramiento de la Papa. AGRO SUR 36(3): 115-129.

S1S2 (diploide). En cambio, si el polen tiene los alelos S3 ó S4, la fecundación es exitosa. Muy pocas especies silvestres diploides son compatibles (Estrada 2000).

Por otra parte, la relación favorable entre muchas de las especies para cruzarse y producir progenie fértil, ha contribuido al uso de recursos genéticos de papa.

También hay casos de incompatibilidad unilateral, de la parte femenina, tal como lo indica Abdalla y Hermesen citados por Estrada (2000). Otros autores indican casos de “incongruencia” en los cuales el polen en especies distanciadas es estéril (Hogendorm 1973 y Hermesen y Sawicka 1979, citados por Estrada 2000).

Las barreras prezigóticas de cruzabilidad se atribuyen a la incompatibilidad entre los genes nucleares y el plasmón, llamada también esterilidad citoplasmática masculina (ECM) (Grun 1974, Hanneman y Peloquin 1981 citados por Estrada 2000). Según la teoría, se puede obtener la F1 por cruzamientos en las dos direcciones, pero en la práctica solo se puede hacer en una dirección porque los gametos de uno de los padres no funciona, esto fue observado en el trabajo realizado por Orellana (2001).

Según Paul Grun citado por Estrada (2000), las diferencias generales al efectuar cruzamientos entre las líneas de cruzamiento y cultivares se deben al plasmón sensitivo introducido de *Solanum tuberosum* de Chile.

La fertilidad del polen es muy superior cuando proviene de plantas con plasmón no sensitivo de especies como *S. andigena*, *S. phureja*, *S. spigazinii* y *S. vernei* que cuando proviene de *S. tuberosum* (Sataub et al. citados por Estrada 2000).

La esterilidad citoplasmática masculina podría ser inducida con plásmidos o por fusión, ya que está controlado por plástidos o mitocondrios.

Por otra parte el potencial de hibridación de la papa depende, en primera instancia, del número cromosómico o número de ploidía y es característico de cada especie silvestre o cultivada de papa y del número de balance del endospermo (EBN). Así por ejemplo la especie *Solanum tuberosum* presenta una ploidia/EBN = 4x (4EBN), y el potencial de hibridación es mayor con las especies 4x (4EBN) y 6x (4EBN), mientras que presenta un potencial de hibridación menor con especies 4x (2EBN) y con especies 2x (2EBN) (Spooner y Hijmans 2001).

Otro ejemplo conocido es la cruce entre 2x (2EBN) *S. chacoense* x 2x (2EBN) *S. phureja*, que forman endospermo y embrión en la forma ordinaria, en contraste 2x *S. cardiophyllum* es 1EBN y su número cromosómico debe duplicarse para cruzarla como progenitor femenino con especies 2x (2EBN). Lo normal de un tipo 4 EBN es 4x, como en *S. andigena*, *S. demissum* es 6x también es un 4EBN. De acuerdo con estas hipótesis, 17 casi todas las especies diploides mexicanas y las sudamericanas que tienen la corola estrellada como *capsicibaccatum*, *commersonii*, *fernandezianum*, *lignicaule* y *circaefolium*, son 1EBN; en cambio, las especies sudamericanas que tienen la corola rotácea son 2EBN. Sin embargo, hay excepciones, Estrada (2000) ha encontrado ha encontrado especies sudamericanas de corola rotácea con 1EBN: *S. chomatophilum*, *S. anamatophilum*, *S. weberbaueri*, *S. mochicence*, *S. toralapanum* y *S. megistracolobum* y algunas especies mexicanas con la corola estrellada que se pueden cruzar con diploides 2EBN como *S. bulbocastanum*. Además es posible cruzar *S. brevidens* y *S. etuberosum*, que tienen la

corola rotácea pero que han sido colocadas en el grupo 1EBN con diploides cultivadas, y obtener abundante semilla (Estrada 2000).

A pesar de los múltiples problemas mencionados, podemos decir que se ha logrado cruzar *S. tuberosum* con muchas especies silvestres, como se reporta en gran parte de los trabajos de JG Hermsem en Holanda y los investigadores del Instituto Max Planck en Alemania y los trabajos recientes realizados en Perú, Colombia y Bolivia (Estrada 2000). Los caracteres no deseables de los clones avanzados se eliminaron después de varios ciclos de retrocruzamientos, labor tediosa pero necesaria al momento de utilizar especies silvestres.

6.6. COMPONENTE SOCIOECONOMICO - CULTURAL

6.6.1. Importancia económica y social de la papa en el Perú

La papa ha sido fundamental durante milenios en la alimentación de los peruanos. Datos arqueológicos documentan que la papa se cultivaba en los andes peruanos desde hace 10,000 años, e investigación científica reciente confirman dicha antigüedad (D. Spooner, 2005) e indica que el centro de origen de la papa cultivada está en el Perú, al norte del lago Titicaca, siendo la primera especie cultivada *Solanum stenotomun*.

En el mundo existen más de 4,500 variedades de papas cultivadas, son nativas originarias del Perú más del 3,500 (CIP 2014) de estas en el mercado están sólo 20 las demás están en serio peligro de extinción (12 variedades están posicionadas en el mercado nacional hace varios años y 08 variedades nativas de pulpas de color se acaba de introducir en los últimos 03 años), las demás variedades están en manos de pocas familias conservacionistas en los andes que lo cultiva para su autoconsumo y evitar su extinción.

Pese a la gran biodiversidad, como sucede con otros productos básicos en el Perú, está asociado a pobreza, particularmente en el ámbito rural de la sierra, con bajos rendimientos, márgenes reducidos y alto riesgo de pérdidas para los pequeños productores, una gran asimetría en la comercialización, así como a una escasa industrialización y a un casi nulo desarrollo exportador. Actualmente exportamos no más de 600 toneladas (0.01% de lo que producimos) pero importamos casi 50,000 toneladas (2015 MINAGRI) de allí la importancia y urgencia de darle mayor valor agregado a las papas peruanas mirando el mercado nacional como el de exportación.

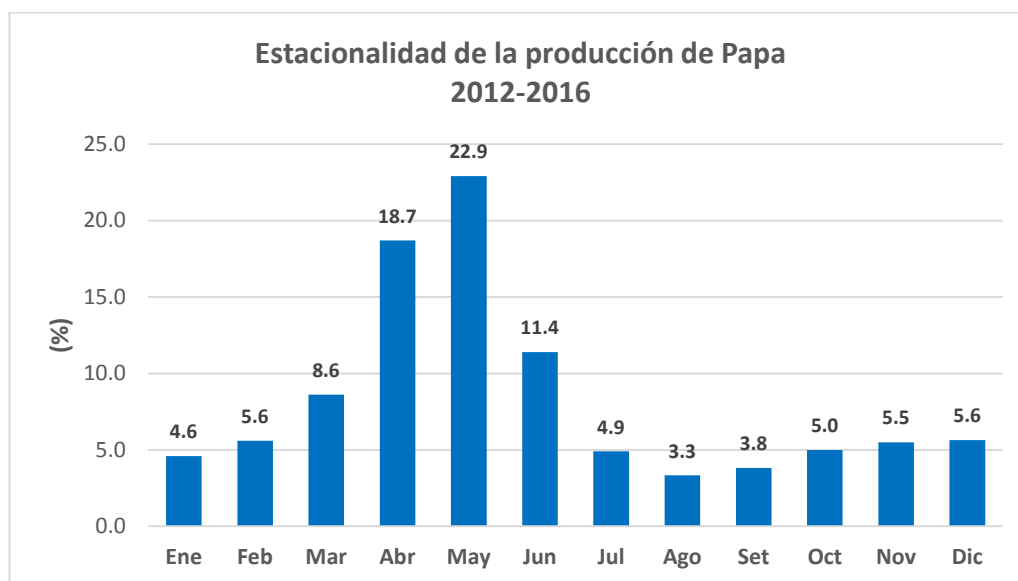
La papa está entre los cuatro principales alimentos de importancia mundial junto al trigo, arroz y maíz. La papa es el principal cultivo del país, la papa lidera la producción nacional de alimentos, el 2016 se ha producido 4'527,600 toneladas.

A continuación, se presenta información estadística que Caracteriza la Producción Nacional de Papa del país según la Dirección de estudios Económicos e Información Agraria del Ministerio de Agricultura y Riego:

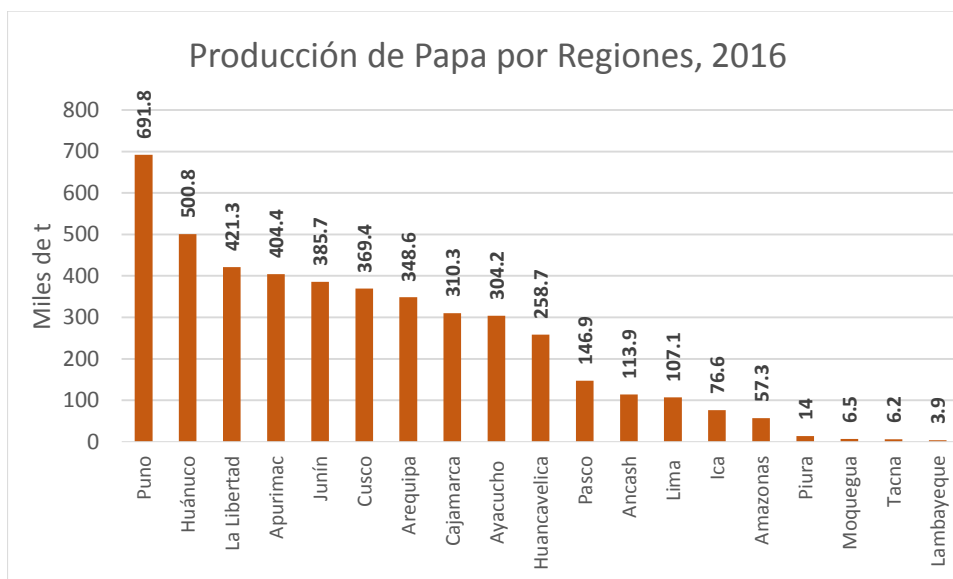
El valor Bruto de la Producción (VBP) de Papa en el 2016, llego a representar el 10.6% del Valor Bruto Agrícola, convirtiéndose en el segundo producto más importante de la agricultura del país, siendo solamente superado por el VBP correspondiente al arroz (13.4%).

- La cadena agro productiva de la papa, en el eslabón primario está conformado por más de 710 mil familias, según el IV Censo Nacional Agropecuario (2012), afincadas predominantemente en zonas andinas del país.
- Se estima que en el 2016 genero aproximadamente 33.4 millones de jornales que representan alrededor del 4% de PBI Agrícola.

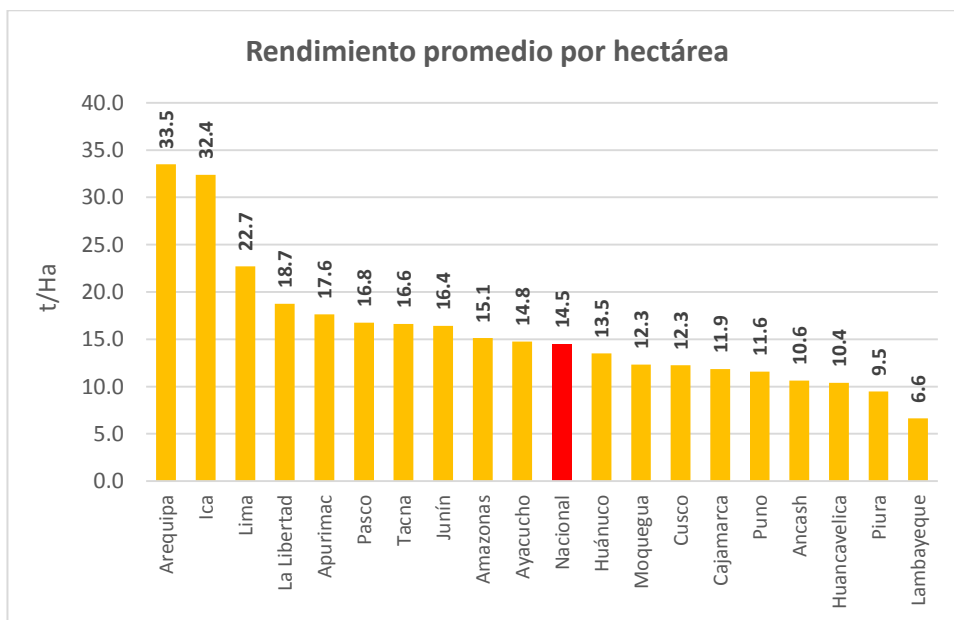
- En la última campaña (2015 – 2016) se ha sembrado 318,530 ha., de esta área sembrada sólo el 0.19% utiliza semilla de calidad, porcentaje tremendamente bajo que hace que la productividad sea muy baja, que la calidad del producto no sea la adecuada y las mermas por producto sean bastante altas en toda la cadena de valor.
- Si bien en el país se produce este tubérculo todo el año, sin embargo, existe una marcada concentración en los meses de abril y mayo, periodo en el que se cosecha un poco más del 40% de la producción nacional. Esta producción; así como la de los meses previos corresponde a áreas cultivadas que se ubican a lo largo de la sierra y corresponden a agricultura bajo secano; mientras tanto la producción disminuye en el segundo semestre, debido a que esta corresponde principalmente, a los valles costeros de las regiones de Lima, Ica y Arequipa; así como también a los valles interandinos de algunas partes de la sierra.
- El Grafico N° 2 muestra la estacionalidad de la producción promedio de los últimos cinco años (2012 – 2016). Allí se observa que mientras el primer semestre se obtiene el 71.8% de la producción nacional, durante el segundo semestre sólo se cosecha el 28.1%



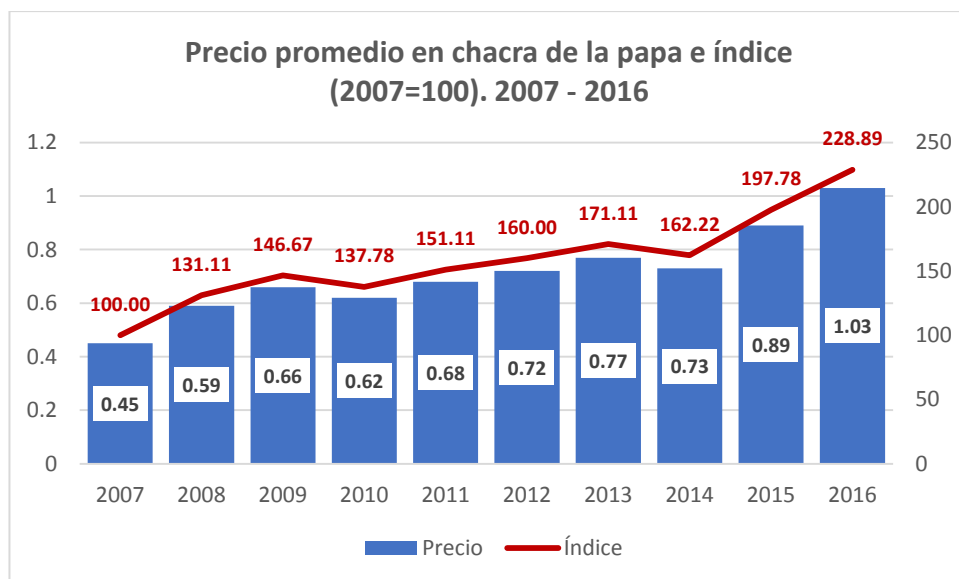
- La superficie cosechada de este cultivo en el año 2016 fue de 311,20 hectáreas a nivel nacional, ocupando el segundo lugar, después del arroz.
- En el Grafico N° 3, se puede apreciar que este tubérculo se cultiva en 19 regiones de las 25 regiones del país, siendo la región Puno, la de mayor producción y la región Lambayeque, la de menor producción.



- El gráfico N° 4 muestra el nivel de productividad promedio por hectárea alcanzado en cada región. Es evidente la asimetría a nivel del país ya que mientras en Arequipa se obtiene un rendimiento promedio de 33.5 t/ha en Lambayeque apenas llegan a 6.6 t/ha. Cabe destacar, que en 10 de las 19 regiones productoras de papa se obtiene rendimientos por encima del promedio nacional que fue de 14.5 t/ha.



- En la última década el precio promedio en chacra mostro una tendencia favorable para los agricultores dedicados a este cultivo, ya que año a año fue incrementándose, pasando de S/. 0.45 el kg, en el 2007 a S/. 1.03 en el 2016 tal como se muestra en el grafico N° 5.



- En el 2016 se comercializaron en el Gran Mercado Mayorista de Lima Metropolitana (MML) 540,477 toneladas de papa de no más de 15 variedades de papa, de estas el 80.6% son papas modernas o blancas (Canchan, Yungay, Perricholi, Unica, Andina, Serranita, y Capiro) y el 14.6% son papas nativas (Amarilla Tumbay, Peruanita, Huayro Rojo, Huayro Moro, Huamantanga y Camotillo). El 2016 se registraron 11 regiones como fuentes de abastecimiento de papa, siendo Huanuco y Junin los principales abastecedores, con 56.5% del volumen comercializado. Le siguieron en importancia las regiones de Ayacucho, Lima, Ica y Pasco, con un aporte conjunto de 35.3%.

Debido a las campañas continuas de un mayor consumo desde el 2005, año en el que se instituyó “30 de Mayo Día Nacional de la Papa” el consumo per cápita ha subido de 67 Kg/persona/año en el 2004 a 85 kilos/persona/año en el 2014 (según FAO) y esta cifra debe ser mayor en el 2016. Al respecto, es importante que como país continuemos promocionando el mayor consumo de papa y recuperemos los 120 kg/persona/año que se consumía en los años 60 considerando que nuestra dieta ancestral consistía en Tubérculos, granos y productos marinos. Países cuya base alimenticia no fue la papa hoy son los primeros consumidores 181 kg/persona/año consume Belarusia, 143 kg/persona/año consume Kirguistan y 136 kg/persona/año consume Ucrania. Esto es lo que nuestros ancestros legaron al mundo (Reporte FAO).

La papa es un alimento básico e importante en la alimentación, pero una dieta equilibrada debe contener asimismo hortalizas y cereales integrales. Una papa mediana, de 150 gramos, consumida con su piel, aporta casi la mitad de las necesidades diarias de vitamina C del adulto (100 mg), 100 calorías, importante cantidad de Hierro, y Zinc, importante cantidad de vitamina B y oligoelementos esenciales como Magnesio, Cromo, Selenio y Molibdeno. Las papas nativas de pulpa de color suman a todo lo anterior antioxidantes, carotenoides y más porcentaje de macro y micronutrientes como Hierro, Zinc, Magnesio, Calcio entre los más importantes.

6.6.2. Caracterización socioeconómica y cultural de los productores según tipo de producción en el ámbito de estudio.

a) Producción tradicional y organica

En el ámbito de estudio Puno, Huancavelica, Huanuco y Cajamarca las familias que cultivan papas nativas utilizan mayormente el tipo de producción tradicional y sólo se ha encontrado una asociación en Huancavelica que su tipo de producción es orgánico que sigue el tipo tradicional, pero cuenta con certificación (AGROPIA).

La característica socioeconómica de las familias dedicadas a la producción tradicional de papas nativas es el siguiente:

- Las comunidades del ámbito de estudio están ubicadas en región quechua y jalca, entre los 2,600 a 4,200 msnm.
- Edad promedio de productores entre 43 y 64 años.
- Número de hijos de 2 a 4.
- Educación el 90% tiene algún grado de instrucción, mayormente primaria y sólo 10% es analfabeto.
- Respecto al ingreso, sólo el 5% logra llegar al salario mínimo vital, este ingreso es generado en gran parte por diversos empleos temporales que desempeñan. Los que más aportan al ingreso familiar son los padres.
- Servicios básicos con los que cuentan: 45% electricidad, 40% agua potable.
- Otros servicios que cuentan: 47% celular, 25% radio y 20% TV
- Vivienda, el 80% es adobe en Huanuco también utilizan piedra y barro.
- Salud el 88% está afiliada al Seguro Integral de Salud.
- Respecto a la participación en programas sociales el 70% participa en este tipo de servicio, principalmente juntos y pensión 65.
- Respecto a la participación en alguna organización el 65% señala que participa en alguna organización y las más comunes son comunidad campesina y las asociaciones, en Cajamarca sólo existen asociaciones de productores
- La principal actividad productiva es la agricultura 90% complementada con la ganadería y otras actividades.
- En cuanto a organizaciones productivas, existen sólo comunidades campesinas y asociaciones.
- En cuanto a la propiedad de las tierras, estas son de propiedad privada.
- El área que cada familia dispone para dedicar al cultivo en promedio en Puno menos de 1000 m², más de 01 hectárea en Huancavelica, Huanuco, Cajamarca,

- Principales cultivos por región:
Puno: papa nativa, quinua, habas, cañihua, trigo, avena, cebada, oca, tarwi, arveja, alfalfa.
Huancavelica: papa nativa, cebada, haba, tarwi, avena, oca, mashua, quinua, arveja, maca, maíz, aguaymanto, cebada, habas, tarwi, oca, mashua, quinua.
Huanuco: papa nativa, papa blanca, mashua, oca, olluco, tarwi, haba, arveja.
Cajamarca: papa nativa, papa blanca, pasto, oca, olluco, mashua, maca, arveja, habas, frejol, trigo, cebada, maíz.
- En los isumos de la producción en los que más invierte en Puno y Huancavelica es en guano y plaguicidas 63%, en Huanuco y Cajamarca en semilla, guano y plaguicidas en esta región utiliza semilla propia un 81% y compra un 19%. En Cajamarca el 93% utiliza su semilla propia.
- Respecto a la producción de papa nativa, en Puno el 68% lo destina al autoconsumo sólo el 32% lo comercializa, en Huancavelica y Huanuco el 96% comercializa su producción, en Cajamarca el 50% lo comercializa.
- Procesamiento de papa tradicional. Puno tuta (papa deshidratada), Huanuco tocosh (papa fermentada).
- Respecto al clima el 90% de productores percibe que el cambio climático es un problema importante e identifican que las heladas, sequías y granizadas son los más importantes.
- Más del 50% de productores señala que las papas nativas son resistentes a las heladas, por región señalan las siguientes variedades como resistentes:
En Puno: ruqui, ccompis, Imilla negra, cuchicoylla son las más resistentes,
En Huancavelica: poggia, huaña, seri, jachillo, camotillo, huaña, winco, cuchipata, Suito, sangre de toro, allusuito, sumac sonco.
En Huanuco: mamichuro, ishkupuro, shiri, cceccorani, añasta, mulajitarpo, puca pishgus, goshpa, uctcush, dumbash, sausojuito, yanaquitish, ullush, tambay, cantina, yurawaita, rauya, yanasima, shaque, caramaquina, huacawawa;
En Cajamarca: santo domingo, huagalina, zaoa, liberteña, aceituna, amarilis, peruanita, huayro, colorado, moro, cceccorani, sumac sonco, clavelina.
- El 90% de productores entrevistados son familias conservacionistas y siembra su propia semilla. En su colección disponen diferentes variedades de papas nativas en promedio en Puno 74 variedades, en Huancavelica 37 variedades, en Huanuco el 49% tiene entre 20 y 300 variedades y un 08% tiene entre 301 a 500 variedades. En Cajamarca un 36% reporta que tiene entre 6 a 10 variedades en esta región se está perdiendo la rica biodiversidad.
- El 50% de productores almacena su semilla en tarimas lo tapa con paja y eucalipto..
- 70% de productores hacen descansar sus terrenos luego de hacer prácticas de rotación de cultivos.
- Los cultivos de rotación con papa nativa en Puno son quinua, cebada, oca, cañigua, habas, cebada, avena, maíz, alfalfa, kiwicha, en Huanuco rotan con oca, olluco, mashua, tarwi, habas, cebada. En Cajamarca oca, olluco, mashua, tarwi, haba, cebada, forraje, trigo.
- Reportan como principales plagas ranchara, gorgojo, epitrix y polilla
- El tiempo de descanso de los terrenos antes de la siembra de papa es variado entre 6 meses y 9 años, el promedio está en 05 años.
- La siembra grande se realiza entre octubre y noviembre y la cosecha entre abril y mayo.
- Más del 50% de productores entrevistados señala que conoce las papas silvestres e identifican algunas de ellas con los siguientes nombres:
En Puno: arapupapa, papa milagro, papa chiri, pescopapa, cuitapapa, jataco y achahuala.

En Huancavelica: anilina, araj papa, atoc papa, papa chaucha, papa arac, curao, cutillpo, atoc pashiri, shire, curack papa y sari papa.

En Huánuco: jachapapa, jircapapa, pishgupapan, uchcupapa, jupaypapa, anca shiri, atog papa, hashui, shiwa.

En Cajamarca: papa del zorro

- En Huanuco el 88% de entrevistado señalan que realizan un ritual antes de la siembra como ofrendas a la pachamama y/o pago a los auquiyos (pago al cerro)
- Más del 80% de entrevistados señala que no recibe asesoría técnica.
- Menos del 20% de entrevistados señala que conoce sobre semillas transgénicas y su posible impacto. Un significativo grupo de agricultores ya conoce los impactos que pueda tener la introducción de semilla transgénica al país, el grupo que lo conoce manifiesta su preocupación por un posible ingreso de OVM en el país.

b) Producción Convencional

En el ámbito de estudio en Huanuco (Pachitea) y Lima las familias que cultivan papas nativas y modernas (blancas) utilizan mayormente el tipo de producción convencional.

La característica socioeconómica de las familias dedicadas a la producción convencional de papas nativas es el siguiente:

- Las comunidades del ámbito de estudio están ubicadas en región quechua y jalca, entre los 2,600 a 3,700 msnm.
- Edad promedio de productores entre 43 y 64 años.
- Número de hijos de 2 a 4.
- Educación el 95% tiene algún grado de instrucción, mayormente primaria y secundaria.
- Respecto al ingreso, más del 25% logra llegar al salario mínimo vital, este ingreso es generado en gran parte por diversos empleos temporales que desempeñan. Los que más aportan al ingreso familiar son los padres.
- Servicios básicos con los que cuentan: 65% electricidad, 40% agua potable.
- Otros servicios que cuentan: 70% celular, 45% radio y 35% TV
- Vivienda, el 80% es adobe en Huanuco también utilizan piedra y barro.
- Salud el 88% está afiliada al Seguro Integral de Salud.
- Respecto a la participación en programas sociales el 70% participa en este tipo de servicio, principalmente juntos y pensión 65.
- Respecto a la participación en alguna organización el 65% señala que participa en alguna organización y las más comunes son comunidad campesina.
- La principal actividad productiva es la agricultura 90% complementada con la ganadería y otras actividades.
- En cuanto a la propiedad de las tierras, estas son de propiedad privada.
- El área que cada familia dispone para dedicar al cultivo en promedio es más de 01 hectárea Huanuco y Lima.
- Principales cultivos por región:
Huanuco: papa nativa, papa blanca, mashua, oca, olluco, tarwi, haba, arveja.
Lima: papa, camote, pepino, mandarina, frijol. En papa reportan cultivar única y perricholi.
- En los insumos de la producción en los que más invierten en Huanuco y Lima es en semilla, guano y plaguicidas

En Huanuco: utiliza semilla propia un 81% y compra un 19%. Utilizan al abonamiento fertilizantes, gallinaza, guano de corral de vacuno y ovino principalmente, el 39% realiza control químico y utiliza los siguientes productos acrovat, Promex, infinito, attack.

En Lima el 100% compra semilla, fertilizantes, plaguicidas y guano.

- Respecto a la producción de papa nativa en Huanuco el 96% comercializa su producción, en Lima el 100% lo comercializa.
- Respecto al clima el 90% de productores percibe que el cambio climático es un problema importante e identifican que las heladas, sequías y granizadas son los más importantes.
- El 50% de productores de Huanuco almacena su semilla en tarimas lo tapa con paja y eucalipto, y algunos lo guardan en sacos de mallas.
- En Huánuco y Lima los terrenos casi no descansan.
- Los cultivos de rotación con papa en Huanuco son oca, olluco, mashua, tarwi, habas, cebada y en Lima maíz y camote.
- Para la preparación de terreno tanto en Huanuco como Lima utilizan mayormente tractor.
- En Huanuco reportan como principales plagas rancho, gorgojo, epitrix y polilla y en Lima mosca minadora y prodiplosis. Para el control de plagas utilizan mayormente el control químico.
- Tanto en Huanuco como en Lima los terrenos casi no descansan.
- La siembra grande se realiza entre octubre y noviembre y la cosecha entre abril y mayo.
- En Huanuco más del 75% de entrevistados señala que no recibe asesoría técnica. En Lima el 85% indica que recibe asesoría técnica principalmente de empresas químicas (69%) y Ministerio de Agricultura (16%)
- Menos del 10% de entrevistados señala que conoce sobre semillas transgénicas y su posible impacto.

6.6.3. Técnicas tradicionales y/o convencionales de acceso a semillas, cultivo y almacenamiento.

La semilla de papa nativa comercial (amarilla tumbay, peruanita, huayro entre otros) y papa moderna (yungay, cancha, única, perricholi) utilizada en la producción convencional en un 95% es comprada.

Entre las técnicas utilizadas en la producción tradicional destacan: la semilla de papa nativa es casi en su totalidad propia (semilla que seleccionan al momento de la cosecha). descanso del terreno mínimo 05 años, clasificación empírica de terrenos, majadeo, aplicación de estiércol, siembra en mezcla, rotación de cultivos, rotación sectorial, aplicación de extractos repelentes, aporque alto, cosecha oportuna, aplicación de orina fermentada, uso de plantas repelentes en almacén, selección de semilla a la cosecha, tarimas de madera para el almacenamiento de semilla, en procesamiento elaboración de chuño blanco y negro (Puno) y tocosh (Huanuco).

Entre las técnicas utilizadas en la producción convencional destacan: uso intensivo del terreno, la semilla de papa en general lo compran sea de papa nativa comercial (amarilla tumbay, peruanita, huayro entre otros) o papa moderna (yungay, cancha, única, perricholi) muy pocos utilizan su propia semilla, preparación de terreno con maquinaria, el abonamiento incluye fertilizantes y guano como gallinaza, el control de plagas es con agroquímicos, labores culturales se realizan con maquinaria, yunta y herramientas en la cosecha se selecciona y clasifica el producto según destino.

6.6.3. Conocimientos tradicionales sobre manejo y conservación de parientes silvestres de la papa.

En el ámbito de estudio existe conocimiento sobre las especies silvestres de papa, pero principalmente en las zonas de producción tradicional

Más del 50% de productores entrevistados señala que conoce las papas silvestres e identifican algunas de las ellas con los siguientes nombres:

- En Puno: arapupapa, papa milagro, papa chiri, pescopapa, cuitapapa, jataco y achahuala.
- En Huancavelica: anilina, araj papa, atoc papa, papa chaucha, papa arac, curao, cutillpo, atoc pashiri, shire, curack papa y sari papa.
- En Huánuco: jachapapa, jircapapa, pishgupapan, uchcupapa, jupaypapa, anca shiri, atog papa, hashui, shiwa.
- En Cajamarca: papa del zorro

6.6.4. Valoración de la diversidad de las papas cultivadas y silvestres desde el lado económico, social, cultural y potencial productivo

En el ámbito de estudio se ha verificado que los productores y sus familias valoran las papas nativas porque lo relacionan con su cultura y sus ancestros. Los agricultores que producen bajo técnicas tradicionales y son conservacionistas son los que más conocimiento y valor le dan a las papas nativas porque saben que son más resistentes a los cambios extremos de clima y además saben que son más nutritivas que las papas modernas así en los últimos 10 años ha sido posible que pequeños productores organizados a través de aliados estratégicos hayan ingresado papas nativas de pulpa de color al mercado; estos mismos productores conocen y aprecian mucho las papas silvestres.

6.7. ORGANISMOS VIVOS MODIFICADOS

Según MINAM¹⁵, un Organismo Vivo Modificado (OVM), es cualquier organismo vivo que posea una combinación nueva de material genético que se ha obtenido mediante la aplicación de la biotecnología moderna.

Recopilación de los eventos OVM en papa presentes en el mercado mundial Investigaciones de OVM en el cultivo de papa en el Perú.

Según Benavides (1998), diez importantes variedades de papa, (Cuadro N° 28) han sido transformadas utilizando el sistema de transformación vía *Agrobacterium tumefaciens* llevando el gen Bt. Las líneas transgénicas han mostrado alta resistencia contra el ataque de la larva de la polilla en hojas y tubérculos, en comparación con plantas de la misma

¹⁵ MINAM. Glosario de la ley de moratoria al ingreso de semillas ovm.

variedad no transformadas. Mediante pruebas moleculares y bioquímicas hemos comprobado la inserción y la expresión del gen Bt en estas plantas transgénicas.

Un total de 81 líneas transgénicas de las variedades Costanera, Sangema y Cruza-148 han sido evaluadas en campo (Cuadro N° 29), siguiendo las medidas de bioseguridad establecidas en la Guía de Bioseguridad del CIP, de 48 líneas transgénicas evaluadas en campo de la variedad Costanera, 9 han sido seleccionadas por sus características agronómicas y de resistencia a la plaga, las cuales han sido evaluadas nuevamente en Tacna. Fueron evaluados en 1998, el restante de líneas transgénicas de las variedades Sangema y Cruza-148¹⁶.

¹⁶ CIP, 1998: Desarrollo y Utilización de Papas Transgénicas Resistentes a Enfermedades Bacterianas. Taller 24 al 26 de noviembre, 1998. Lima y San Ramón – Perú. <http://cipotato.org/library/pdfdocs/60029.pdf>

Cuadro N° 28: Relación de papas transgénicas por variedad

VARIEDAD TRANSF.	ORIGEN	PAÍS	ATRIBUTOS	N°LÍNEAS TRANSG.
Revolución	Perú	Perú, Bolivia		27
Perricholi	CIP	Perú, Bolivia, Guatemala, Burundi, Etiopia, Uganda	LB, FT	2
Cruza-148	México	Burundi, Ruanda, Uganda, Zaire	LB, BW	115
Achirana Inta	Argentina	China, Nepal, Kenia, Madagascar	PLRV, LB, H	83
Sangema	Ruanda	Burundi, Ruanda, Zaire	LB	46
Parda		Colombia		125
Pastuza		Colombia		
Costanera	CIP	Perú	PVX, PVY, TPS	80
María	CIP	Perú	LMF	90
Tambena				
Atzimba	México	Costa Rica, Zaire		43
Desiree		Egipto, Túnez, Marruecos, Chile		60

Cuadro N° 29: Relación de líneas transgénicas de papas comerciales y lugares de evaluación.

VARIEDAD	LÍNEAS	SELECCIÓN	LUGARES
Costanera	48 (3x)	9 (3x)	Ica
Sangema	4 (3x)	ND	Tacna
	10 (1x)		Ica
Cruza-148	19 (2x)	ND	Arequipa

6.7.1. Situación comercial de la papa (*Solanum tuberosum* L.) OVM¹⁷ en el mercado mundial

Para el análisis de la situación comercial de la papa (*Solanum tuberosum* L.) se ha consultado la base de datos del Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas (ISAAA)¹⁸, que reporta la liberación de papas OVM, liberadas al mercado mundial. La última actualización de la información consignada se realizó el 3 de noviembre 2016.

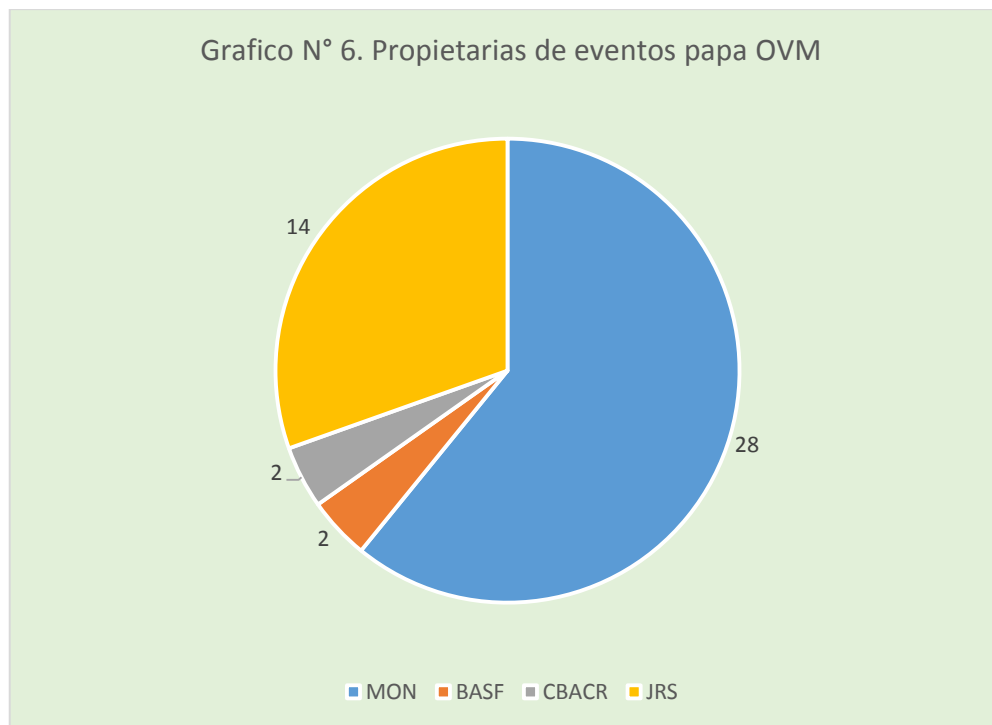
La matriz elaborada para la discusión de la situación de la papa OVM en el mercado mundial considera los siguientes datos:

1. Nombre del evento consignado por la empresa para identificar la papa OVM.
2. Código del evento OVM. Un registro sobre la caracterización de la modificación OVM.
3. Nombre comercial del evento OVM liberado en el mercado.
4. Nombre de la empresa que desarrolla el OVM.
5. Resumen de la modificación genética básica, para el presente caso se considera, el gen introducido, la fuente de genes, el producto obtenido en la modificación y la función final de la modificación o su característica comercial.
6. País donde es liberado y comercializado el evento de papa OVM
7. El año de su liberación y aprobación para su consumo y/o procesamiento
8. El año de su aprobación para ser cultivado.

Según la base de datos del ISAAA, existen 46 eventos de papa OVM en el mercado mundial reportados, 28 de los cuales han sido desarrollados y/o son de propiedad de la compañía Monsanto®, 14 eventos han sido desarrollados por J.R. Simplot Co., mientras que 2 eventos fueron desarrollados por la empresa BASF. Finalmente el Centro de Bioingeniería de la Academia de Ciencias de Rusia ha desarrollado dos eventos de papas OVM. Ver Gráfico N° 06. Empresas propietarias y/o que desarrollan eventos en papa OVM.

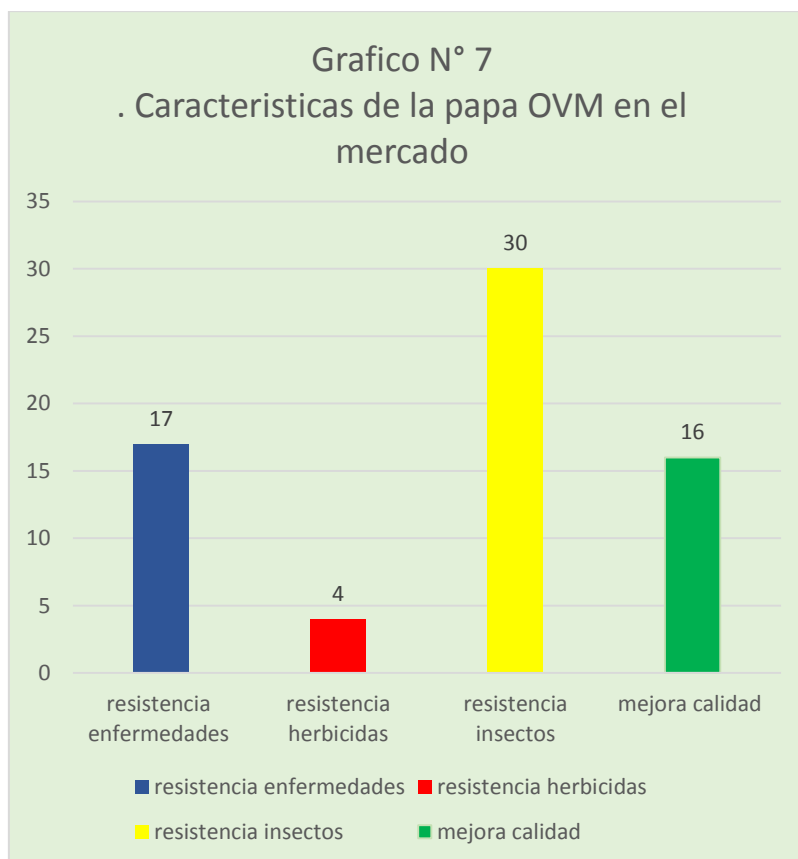
¹⁷ OVM: Organismo Vivo Modificado

¹⁸ Data Base ISAAA: <http://www.isaaa.org/gmaprovaldatabase/default.asp>



En todos los casos la metodología utilizada para la modificación genética fue el uso de *Agrobacterium tumefaciens* como medio para conferir la característica de interés comercial identificado por la empresa.

En este sentido se reportan en el mercado mundial papa OVM con las siguientes características; con resistencia a enfermedades (17), con resistencia a herbicidas (4), con resistencia a insectos (30) y mejora de la calidad del producto (16). Ver gráfico N° 07.



6.7.2. Países que autorizaron OVM

Según la Base de Datos de ISAAA, los países donde se comercializa la papa OVM principalmente USA desde 1994, también Canadá, Australia, Rusia, Japón, Corea del Sur, México y Filipinas, la Unión Europea autorizó el evento BPS-25271-9 con nombre comercial Amflora™ desde el año 2010. Ver cuadro N° 30.

Cuadro N° 30. Países con eventos OVM de papa autorizados para consumo y/o procesamiento

PAÍS	NUMERO DE EVENTOS OVM AUTORIZADOS
Australia	11
Canadá	24
México	13
Japón	8
Filipinas	11
Rusia	2
Corea del Sur	9
USA	49
Total	127

6.7.3. OVM presentes en el mercado actual

De acuerdo a ISAAA 2017. Se reportan solo tres variedades de papas Innate™ de la biotecnología - Russet Burbank, Ranger Russet y Atlantic que actualmente se encuentran comercializándose en el mercado norteamericano.

6.7.4. OVM retirados del mercado

Según la Base de Datos de ISAAA 2017, los eventos de papa OVM con número SEMT 15-15 Shepody NewLeaf™ así como RBMT121-350 New Leaf™ Plus Russet Burbank, fueron desarrollados por la empresa Monsanto®, son las únicas que se reportan como retiradas del mercado el año 2013 y 2014 respectivamente. El listado de la situación actual de las variedades comerciales de OVM papa se muestran el Anexo OVM ISAAA 2017.

La variedad Amflora¹⁹ (BASF), fue retirada del mercado español. Según los reportes de greenpeace²⁰, debido a los altos costos de producción y a la existencia de papas que en el mercado tienen las mismas características (alto contenido de almidón).

La variedad Amadea, aprobada por el parlamento europeo en el año 2010. Fue retirada del mercado de Suecia y también en Bélgica. Según enlace del consejo europeo por protección de los agricultores que realizan cultivos de papas no transgénicas.

6.8. Compilación de información sobre los impactos socioeconómicos y culturales del uso de OVM en los casos existentes de papa según la experiencia internacional incluye base de datos bibliográfica.

Investigaciones de OVM en el cultivo de papa en el centro de origen

Según Catacora (2006), a pesar de todas las implicancias negativas de los organismos genéticamente modificados y particularmente de los riesgos que la papa transgénica en el centro de origen, desde la década de los 90 se han realizado diversas pruebas con papa modificadas, de las cuales se poseen información incompleta sobre sus resultados y estado actual de la investigación (ver Cuadros adjuntos)²¹

La reducción de la biodiversidad agropecuaria que implica la producción de transgénicos en general, reduce las posibilidades productivas y alimenticias, es decir, la soberanía alimentaria debido a los cambios en las relaciones de propiedad de la tierra y poder de decisión en la producción que implican (Riechmann, 2004). La producción de transgénicos producen ganancias a corto plazo para los sectores con capacidad de inversión, pero insostenibilidad a mediano y largo plazo para los sectores productivos pequeños y medianos (Rissler, 1991).

¹⁹ <https://www.publiactiva.com/ecoactiva/la-patata-transgenica-de-basf-es-ilegal/>

²⁰ <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Transgenicos/Transgenicos/En-el-campo/Patata-transgenica/>

²¹ Catacora Georgina, 2006: Papa transgénica en el Centro de Origen: Riesgos y implicaciones. Tierra Viva, publicado en la Gaceta Oficial del Parlamento Andino Año 3 N°012 del XXIX Periodo Ordinario de Sesiones Bogotá D. C, Noviembre del 2006. http://www.planet-diversity.org/fileadmin/files/planet_diversity/Programme/Workshops/GMO-latin-America/La_papa_transgenica_en_el_centro_de_origen_Jun_06.pdf

Sin embargo, el problema real de los transgénicos a nivel socioeconómico no son sólo la inadaptación al medio y propensión al fracaso productivo, sino el debilitamiento de la soberanía alimentaria y los riesgos en la salud humana y animal.

Las tecnologías relacionadas a la producción de transgénicos son muy costosas por los insumos que requiere, especialmente la semilla patentada, agroquímicos y maquinaria pesada, haciendo que sea accesible a productores con alta capacidad de inversión, producción a gran escala y la consecuente desplazamiento y exclusión de los pequeños productores. Todo ello, incompatible con el entorno socioeconómico y productivo de los países de la Región Andina (Vélez, 2000).

En adición, los transgénicos conllevan serios riesgos en la salud humana y animal. Como se describió anteriormente, en la construcción de transgénicos intervienen una serie de genes de microorganismos peligrosos:

- Los genes marcadores usados para la identificación de los casos exitosos en la transferencia de genes son resistentes a antibióticos, los cuales no puede desintegrarse fácilmente durante la preparación de alimentos ni en el tracto digestivo. Este es el caso de los genes marcadores provenientes de la *Escherichia coli* (causante de la diarrea) el *Staphylococcus sp.*, que poseen una resistencia múltiple a los antibióticos. *Escherichia coli* y el *Staphylococcus sp.* son resistentes a 21 de los 22 fármacos más comunes y a 31 fármacos diferentes, respectivamente. Además, los genes resistentes a antibióticos incrementan en 100 veces la transferencia genética horizontal entre especies.
- El virus de Mosaico de la Coliflor (VMOCA), cuyos genes son usados como promotores en los transgénicos, es un pararetrovirus relacionado al virus de la Hepatitis B y el Virus de Inmunodeficiencia Adquirida (VIH). Por otro lado, posee la capacidad de saltar barreras físicas entre especies y derivar en otro virus más infeccioso.
- Inclusión de proteínas provenientes de proteínas que nunca fueron parte de la dieta humana (por ejemplo, escorpiones y ratas, entre otros), lo que deriva en propensión a desórdenes fisiológicos, especialmente alergias (Anderson, 2002).

A través de pruebas científicas se ha podido comprobar que los genes de los organismos transgénicos provenientes de bacterias y virus patógenos y resistentes tiene la capacidad de traspasar las barreras naturales de la células y bloquear su sistema inmunológico, resultando en mutaciones y recombinaciones que originan patógenos mucho más resistentes y agresivos; de lo que resultan alteraciones fisiológicas que varían desde alergias hasta trastornos severos como cáncer (Vélez, 2000; Riechman, 2004).

Por tanto, los riesgos socioeconómicos de la introducción de papa transgénica en la Región Andina implica serios desequilibrios en la dinámica productiva y laboral local, además de riesgos en la salud humana impredecibles e incontrolables debido a la masiva difusión de la papa como base alimentaria.

A pesar de todas las implicancias negativas de los organismos genéticamente modificados y particularmente de los riesgos de la papa transgénica en el centro de origen, desde la década de los noventa se han realizado diversas pruebas con papas modificadas, de las cuales se poseen información incompleta sobre los resultados y estado actual de investigación.

6.9. Implicaciones de papa a nivel cultural en la Región Andina

En la Región Andina, la conservación de variedades de papa en cada familia también tiene connotaciones culturales fuertes. La conservación está en relación con su adaptación espacio y tiempo, a su comportamiento en los almacenes y a su respuesta según indicadores tradicionales como ser los dietéticos con el fin de realizar combinaciones de papa nativa que permitan un mayor tiempo de digestibilidad, absorción de nutrientes, calorías y energía. Es así que las papas runas (alargadas) son catalogadas como “frescas” y las papas Imillas (redondeadas) como “cálidas” (Iriarte et al., 1999; García, 1994).

El manejo de las papas nativas, además de espacial (en diferentes pisos ecológicos), la cosecha de las características específicas útiles para equilibrar la dieta (p.e. siembra en terrenos sin riego para el autoconsumo debido a que la cáscara engrosan y no se deshidratan fácilmente, haciendo que el periodo de almacenaje sea mayor y son para autoconsumo; siembra en terrenos con riego son destinados al mercado) (Iriarte et al., 1999).

Finamente, las variedades de papa nativa son elementos importantes en la ritualidad a la Pachamama (Iriarte et al., 1999). Por tanto, la importancia de la diversidad de variedades nativas de papa en la Región de Origen no sólo es biológica en el sentido que representan una fuente importante de material genético. Sino también, tiene una importancia socio económica muy relevante que influye en la dinámica económica, relaciones sociales (p.e. selección de cónyuge), seguridad y soberanía alimentaria (autoconsumo), participación de la mujer en la producción e incluso organización comunitaria. El valor socioeconómico y cultural de las variedades de papa nativa tiene una influencia muy importante en la conservación genética (Iriarte et al., 1999).

7. MARCO CONCEPTUAL.

7.1. Biología y Biodiversidad.

- La diversidad genética es convencionalmente aceptada como la variación de alelos y de genotipos expresados dentro de una población natural (Frankham et al., 2002). Esto proporciona a los organismos las bases para la adaptación y de su potencial evolutivo. Por lo tanto, el entendimiento de los niveles de diversidad genética abren posibilidades para entender capacidades de adaptación y para seguir cambios en la estructura poblacional que podrían llevar a erosión genética y extinción de la población. También para entender la tendencia global en productividad frente al reto de cambio climático (Hijmans 2003).
- La lista de mecanismos adaptativos expresados como tolerancias a estreses abióticos y como resistencias a pestes y enfermedades es muy abundante. Es claro que los hábitats donde la papa existe en forma natural o donde las variedades nativas fueron domesticadas, están sujetas a diversos tipos de presión selectiva. En naturaleza hay una dinámica co-evolutiva donde hospederos y patógenos luchan constantemente por superar los mecanismos defensivos o por desarrollar variantes en los modos de infección o infestación.
- Esta información es muy importante en los esfuerzos de protección y conservación ya que ayudaría a establecer estrategias adecuadas en conservación de recursos biológicos (Bamberg y del Rio 2005). Por ello es crítico tener conocimiento actual de la capacidad de adaptación de especies cultivadas y silvestres de papa. Un aspecto importante recae en los rangos y limitaciones de la capacidad de adaptación en cada uno de estos grupos de especies. La posibilidad de encontrar variación genética extrema en especies silvestres o dicho de otro modo, de encontrar variación genética con impacto en su capacidad de adaptación así como con importancia en usos económicos, ha hecho que científicos a nivel global hayan puesto esfuerzos para entender los mecanismos biológicos, genéticos, fisiológicos, etc. detrás de estas variaciones genéticas.
- Los avances en nuevas tecnologías como marcadores moleculares y genómica han creado oportunidades de estudios con el objetivo de tener datos adicionales que permitan establecer asociaciones taxonómicas más consistentes en papa.
- Cabe mencionar que las especies de papa han sido caracterizadas por varias décadas, en numerosos estudios y evaluaciones, usando las clasificaciones clásicas, especialmente las propuestas por Hawkes y Ochoa. Esto ha generado que se produzcan datos sobre características genéticas de valor, como resistencias a enfermedades, o fisiológicas como tolerancias a estreses abióticos que han sido atribuidas a especies identificadas con estas taxonomías previas. Con estas premisas, en algunos casos la transición hacia la nueva taxonomía, la propuesta por Spooner ha creado ciertos vacíos, en particular por la pérdida de resolución en las asociaciones del taxa con la expresión fenotípica de interés práctico.
- Por fines prácticos de consistencia con la clasificación taxonómica de bancos y herbarios del Perú se usará la clasificación de Hawkes (1990) que reconoce 7 especies para papas cultivadas y 199 especies silvestres. Se tienen registradas en el

Perú la totalidad de especies cultivadas de las cuales dos son endémicas, para el caso de especies silvestres son 94 especies reportadas de éstas 84 especies son endémicas del Perú.

- Desde una perspectiva positiva, la generación de genotipos nuevos con resistencias y tolerancias mejoradas representan oportunidades para el avance del mejoramiento y la producción de nuevas variedades adaptadas a las condiciones adversas. La papa es el cuarto cultivo más importante del mundo. El mejoramiento de papa, como cualquier otro, depende de la disponibilidad de genes que, cuando integrados en una variedad, se logra consistencia en su alta calidad.

7.2. Producción tradicional, Convencional y Orgánica

- **Producción tradicional.-** Las regiones de Puno, Huancavelica, Huánuco y Cajamarca, la producción tradicional de papa se caracterizaron por el uso de terrenos descansados de 3 a 5 años, preparación del terreno con chakitaklla (en el sur y centro del país) y además con pico, arado con buey. El abonamiento es principalmente con guano de corral descompuesto o gallinaza; para el control de plagas y enfermedades con rotación de cultivos como cebada, olluco, habas o mashua, entre otros; el almacenamiento, tanto de semilla o papa consumo lo realizan bajo forma “Treje”. El enfoque de esta producción es mayormente de uso de insumos locales, para autoconsumo, conservación de semilla y en pequeña escala para la venta en el mercado local.
- **Producción convencional.-** Este sistema de producción convencional se encontró en Huánuco (Pachitea), Cañete y Valle de Chillón en Lima y se caracterizan por la siembra intensiva de variedades comerciales nativas y modernas (en Lima sólo modernas), en el uso de fertilizantes, y agroquímicos en su sistema de producción y la producción obtenida es destinado para la comercialización hacia los mercados mayoristas de la región o de Lima. NO
- **Producción orgánica.-** La producción orgánica de papa nativa se encontró en el distrito de Pazos, provincia de Tayacaja en Huancavelica y la organización que está ejecutando es la Cooperativa Agraria AGROPIA LTDA, la certificación orgánica está acreditada por la Certificadora ECOCERT.
- **La producción ecológica bajo Sistema de Garantía Participativa – SGP,** está siendo promovido a nivel nacional por la Asociación Nacional de Productores Ecológicos (ANPE) e IDMA. Al presente año a nivel nacional se gestionó en 14 regiones el Sistema SGP, con una participación 3,148 productores ecológicos de papa y otros cultivos.

7.3. Organismos blanco y no blanco.

- En la región alto andina, desde Puno a Cajamarca, entre las plagas de mayor importancia que afectan el cultivo de papa y están reportados en la bibliografía y base de datos del Senasa como tal, se encontraron son el Gorgojo de los andes (*Prennotrypes* spp).y la Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*, *Symmetrichema andina*). En la Costa central (Cañete y Chillón en Lima), se encontró la mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) y la Mosquilla del brote (*Prodiplosis longifila*).

- Entre los controladores biológicos de plagas de papa con mayor población en la sierra, se encontró como los Cuysitus (*Methius* sp), Hormigas (*Trichomyrmex* sp), los mariquitas (Coccinellidae); en la costa central (Cañete y Chillón) se encontró los *Chrysopas* (*Chrysopa* sp).
- Las enfermedades más frecuentes e importantes reportadas en las regiones de sierra fueron la Mancha causada por *Phytophthora infestans* y la Alternariosis por *Alternaria solani*. En todas las zonas muestreadas se encontró incidencia de enfermedades virales debido al uso continuo de semilla de mala calidad sanitaria (sierra) y el uso de semilla no certificada (costa).
- La Roya causada por *Aecidium cantensis* se reporta por primera vez en Cajamarca, encontramos campos de papa ubicados en la provincia de Celendin, Distrito de Sorochuco, Comunidad Chorrera, afectando seriamente el follaje de las variedades nativas de papa, anteriormente se reportaba esta enfermedad en la localidad de Canta en Lima y Chupaca en Junín..

c.1) Microorganismos

- Se confirma la presencia de microorganismos no blancos como mohos, levaduras, Actinomicetos, *Pseudomonas* sp. y *Bacillus* sp. asociados a la rizosfera y hojas de papa, verificándose la gran capacidad para colonizar y establecerse preferentemente en la rizósfera del cultivo de papa.
- Los microorganismos estudiados se clasifican según taxonomía y principales capacidades que pueden desempeñar en un agroecosistema del cultivo de papa, de acuerdo a los sgtes Cuadros.

Cuadro N° 31. Clasificación taxonómica y principales capacidades los grupos bacterianos aisladas en las cinco regiones

Dominio:	Bacteria	Bacteria	Bacteria
Filum :	Actinobacteria	Poteobacteria	Firmicutes
Orden :	Actinomycetales	Pseudomonadales	Bacillales
Familia :		Pseudomonadaceae	Bacillaceae
Genero :		<i>Pseudomonas</i>	<i>Bacillus</i>
Principales capacidades:	Promueve el crecimiento vegetal Biocontrol de fitopatógenos Descompone la materia orgánica	Promueve el crecimiento vegetal Biocontrol de fitopatógenos Colonizador de raíces	Promueve el crecimiento vegetal Biocontrol de fitopatógenos Descompone la materia orgánica

Cuadro N° 32. Clasificación taxonómica y principales capacidades los grupos de hongos aislados en las cinco regiones

Dominio :	Eucaria	Eucaria	Eucaria
Reino :	Fungi	Fungi	Fungi
Division :	Ascomicota,	Ascomicota, Zygomycota, Deuteromucota	Glomeromycota, Basidiomycota y Ascomycota
Grupo :	Levaduras	Mohos	Micorrizas
Principales capacidades:	Descompone la materia orgánica	Descompone la materia orgánica	Mejora la absorción de nutrientes y agua para la planta

- Los resultados demuestran que existe gran biodiversidad interespecifica de estos grupos microbianos, ya que se pudo encontrar los mismos grupos en cinco regiones diferentes del Perú.

7.4. Ecología y Agroecología

- Se ha registrado el cultivo de papas desde los 60 msnm hasta los 4,200 msnm, en los pisos ecológicos costa o chala, yunga, quechua, suni o jalca (Pulgar Vidal, 1976).
- En las regiones de Cajamarca y Huánuco (2,900-3,600 msnm) corresponden a los pisos ecológicos de Quechua y Suni. en el piso ecológico suni se registra una agricultura de papas blancas mejoradas que son manejadas de manera convencional, pero también se registra papas nativas, destacando las variedades amarillas, peruanita, runtush, huagalina²² que se maneja de manera tradicional (solo uso de guano de corral como fuente de abono, rotación de cultivos y terrenos en descanso).
- El cultivo de papa en la región chala o costa se realiza en grandes extensiones y se maneja con paquetes tecnológicos como semillas mejoradas fertilizantes y agrotóxicos (MINAGRI 2014), en estas condiciones los costos de producción varía entre 18,000 a 20,000 soles, el gasto en agroquímicos puede superar fácilmente el 40% de los costos^{23,24}.
- En la región de la sierra desde los pisos yunga, quechua y suni se han registrado la mayor diversidad de papas nativas y la agricultura de conservación, que realizan los pequeños agricultores de manera tradicional y la tecnología generalmente es media y baja como también señala Tapia M.(2013).

²² Ministerio de Agricultura 2008, Plan estratégico del sector agricultura, caracterización del sector agrícola. Tipología de la agricultura nacional.

²³ MINAGRI 2013, Costos de producción de papa en la región Lima.
<http://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/handle/MINAGRI/54/papa.cadena%202012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

²⁴ Ministerio de Agricultura 2008. Costos de producción de la papa blanca en el “Norte Chico” y estimación del precio de equilibrio INFORME COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PAPA Campaña 2008 Mayo 2008

- En todas las regiones naturales, donde se ha realizado muestreos se reporta la presencia de parientes silvestres de las papas nativas de acuerdo a la clasificación de Hawkes (1990).

7.5. Flujo de genes

- Existen evidencias del flujo génico natural entre la especie cultivada y las silvestres en áreas que corresponden al centro andino de diversidad de papas en Perú.
- El origen de la papa cultivada se describió como el resultado de hibridaciones sucesivas entre miembros diploides del complejo *S. brevicaulle*, acompañadas de procesos 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 habría dado origen a las papas tipo Andígena. Posteriormente, estas habrían sido modificadas por poliploidización sexual e hibridación intervarietal o introgresiva, para luego dispersarse ampliamente. En la actualidad se les conoce como *S. andigena* o grupo Andígena. Este grupo se caracteriza por ser tetraploide y altamente polimórfico, y desde el punto de vista genético se considera como el más estrechamente relacionado con *S. tuberosum* subsp. *tuberosum* o *S. tuberosum* Grupo Chilotanum, y como su posible ancestro.
- En los campos de papa por mucho tiempo se ha realizado cruces inter-específicos e intra-específicos en papa, y está bien documentado que las variedades nativas son el producto de tales hibridaciones naturales.
- La hibridación natural ocurre en zonas de alta diversidad de papa en los Andes y que los híbridos pueden sobrevivir pero con la intervención del agricultor y con mayor probabilidad los híbridos con características de tolerancia/resistencia a factores propios de esta zona (heladas, Rancho, etc).
- La información publicada hasta el momento sobre flujo de genes en la papa indica que se requiere de un conocimiento detallado de la cruzabilidad, fertilidad, biología reproductiva, polinización y polinizadores, sobrevivencia de la semilla híbrida y posibilidad de selección por los agricultores para cada evento de híbridos entre papas cultivadas comerciales y silvestres o papas OVM y comerciales/silvestres.
- Los resultados obtenidos demuestran que, de ocurrir un cruce entre papas mejoradas (sea OVM o no) y papas nativas, es poco probable que el híbrido resultante sea mantenido dentro del germoplasma de papas nativas de los agricultores alto-andinos a pesar del largo historial de convivencia, compatibilidad reproductiva, cercanía y presencia de insectos polinizadores. Entonces, se puede asumir que, en la región andina, el flujo de genes de papas genéticamente modificadas hacia las variedades nativas sería un evento muy raro.
- Los aspectos de bioseguridad debe ser analizados caso por caso, considerando el área de distribución de las especies silvestres, la densidad y tipo de polinizadores, etc, teniendo en cuenta que la transferencia de genes desde el cultivo a las silvestres podría

conferirles ventajas adaptativas (como resistencias a plagas naturales) con la posibilidad de convertirse en malezas.

- Los riesgos que conlleva la introducción de cultivos transgénicos en su centro de origen tiene posibles implicancias a nivel biológico, social y cultural que son fundamentales para la dinámica productiva y social de la región andina.

7.6. Componente Socioeconómico y Cultural

- La conducción de las parcelas es liderado por el hombre; el rol de la mujer en la conducción de las parcelas es de complemento y apoyo.
- En las zonas de Puno y Huancavelica predomina el minifundio, áreas por debajo de los 1500 m². En Cajamarca y Huánuco predomina áreas de 0.5 ha a 2.5 ha. En Lima se reportó mayor porcentaje de agricultores que trabajan áreas mayores a una hectárea.
- El 95% de semillas de papa utilizadas en sierra es propia de los agricultores, obtenidas de la campaña anterior. En Lima (Cañete y Valle Chillón) la semilla es adquirida a terceros, entre estos a INIA o de productores de semilla.
- Aproximadamente el 90 % de agricultores de papa en sierra se encuentran en situación de pobreza (no extrema), si se toma la medición de pobreza por carencia de una Necesidad Básica Insatisfecha.
- En las familias productoras de papa, la principal carencia es el servicio de desagüe en las viviendas. El servicio de luz eléctrica es la de mayor disponibilidad en los hogares y el agua seguidamente.
- Un mayor porcentaje de Agricultores de Puno y Cajamarca han reportado ingresos por debajo de los 100 soles mensual, tomando la medición de pobreza por ingresos que no superan los 300 soles mensual, se puede inferir que están en el rango de pobreza extrema.
- La producción de papa es la principal actividad del sistema de producción del agricultor andino, por lo tanto también es soporte de la seguridad alimentaria. La actividad ganadera es una actividad paralela que complementa la economía familiar, principalmente en Cajamarca.
- La producción agrícola de papas nativas y cultivos de rotación en la zona andina mayormente es para el autoconsumo familiar, para semilla y pequeña cantidad para la venta en el mercado local. En el caso de la costa (Lima), la producción es principalmente para la venta hacia los mercados mayoristas.
- La asistencia técnica para los pequeños productores de la sierra prácticamente es nula, salvo brindado por los proyectos y/o ONG que trabajan en la zona. En la costa central en Cañete y Valle Chillón la asistencia técnica es brindado por las empresas agroquímicos, a cambio de la venta de sus productos.

- En cuanto al cambio climático percibidos por los productores de papa, en primer lugar es la presencia de heladas intensas, las granizadas, calor intenso. Como consecuencia de estos cambios climáticos, los campos de papa han sufrido daños físicos y fisiológicos, mayor presencia de plagas y enfermedades, entre otros y como efecto baja producción y productividad..
- La comunicación entre los agricultores ya no es una carencia, aproximadamente el 97% de los agricultores cuentan con telefonía móvil y se ha convertido en una herramienta útil para fines de comunicación.

7.7. Organismos Vivos Modificados

- Un Organismo Vivo Modificado (OVM), es cualquier organismo vivo que posea una combinación nueva de material genético que se ha obtenido mediante la aplicación de la biotecnología moderna (MINAM²⁵).
- Según la base de datos del ISAAA²⁶, existen 46 eventos de papa OVM en el mercado mundial reportados, 28 de los cuales han sido desarrollados y/o son de propiedad de la compañía Monsanto®, 14 eventos han sido desarrollados por J.R. Simplot Co., mientras que 2 eventos fueron desarrollados por la empresa BASF. Finalmente el Centro de Bioingeniería de la Academia de Ciencias de Rusia ha desarrollado dos eventos de papas OVM.
- En todos los casos la metodología utilizada para la modificación genética fue el uso de *Agrobacterium tumefaciens* como medio para conferir la característica de interés comercial identificado por la empresa.
- También según ISAAA, en el mercado mundial, los eventos de papa OVM tiene las siguientes características; con resistencia a enfermedades (17), con resistencia a herbicidas (4), con resistencia a insectos (30) y mejora de la calidad del producto (16).
- De acuerdo a ISAAA. Se reportan solo tres variedades de papas Innate™ de la biotecnología - Russet Burbank, Ranger Russet y Atlantic que actualmente se encuentran comercializándose en el mercado norteamericano.
- Los eventos de papa OVM con número SEMT 15-15 Shepody NewLeaf™ así como RBMT121-350 New Leaf™ Plus Russet Burbank, fueron desarrollados por la empresa Monsanto®, son las únicas que se reportan como retiradas del mercado el año 2013 y 2014 respectivamente.

²⁵ MINAM. Glosario de la ley de moratoria al ingreso de semillas ovm.

²⁶ ISAAA. 2016. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016. ISAAA Brief No. 52. ISAAA: Ithaca, NY.

- Por otro lado la variedad Amflora²⁷ (BASF), fue retirada del mercado español. Según los reportes de greenpeace²⁸, debido a los altos costos de producción y a la existencia de papas que en el mercado tienen las mismas características (alto contenido de almidón).
- La tecnología de los OVM en el caso de las papas, requiere de alta tecnología, generalmente maquinaria agrícola, uso de fertilizantes y plaguicidas que complementan el sistema de producción.

²⁷ <https://www.publiactiva.com/ecoactiva/la-patata-transgenica-de-basf-es-ilegal/>

²⁸ <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Transgenicos/Transgenicos/En-el-campo/Patata-transgenica/>

8. PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE LA PAPA



A. La biodiversidad de la papa

El Perú es el centro más importante de domesticación de la papa y ha aportado a la humanidad con este alimento que ahora es globalmente reconocida y consumida. Su expansión global ha generado una serie de problemas agronómicos en su manejo y para enfrentar estos diversos problemas relacionados con la sanidad, adaptación a nuevas condiciones de vida y la mejora de su productividad se requiere de un suministro constante de nuevos cultivares que se encuentran en los diferentes ecosistemas andinos que aún no han sido identificados y delimitados para su conservación y aprovechamiento sostenido.

En el mundo se cultiva una sola especie de papa: *Solanum tuberosum*, mientras que en el Perú se cultivan ocho (8) especies de *Solanum* y están documentadas otras 200 especies silvestres. De acuerdo a los tratados taxonómicos en papa y sus parientes silvestres según Hawkes (1990) clasificó las papas en 21 series, que contenían 228 especies silvestres y 7 especies cultivadas, posteriormente Spooner y Hijmans (2001) redujeron el número a 196 y últimamente Spooner et al. (2014, 2016) utilizando morfología, ecología y genómica han identificado 116 especies silvestres y 4 especies cultivadas.

La papa posee los mayores recursos genéticos conocidos para un cultivo, están presentes en una gran cantidad y diversidad de especies y variedades existentes en los cuatro bancos de germoplasma más grandes, como Centro Internacional de la Papa (CIP) Perú, Interregional Potato Project, Winsconsin (EUA), Commonwealth (Gran Bretaña) y Banco genético mancomunado alemán – holandés (Alemania), con más de 200 especies silvestres y alrededor de 4000 variedades nativas (Piñeros, 2009). Sin embargo, actualmente tan solo se cultivan 10 especies de *Solanum* (entre comerciales y nativas), no obstante, el conocimiento de sus características genéticas y sus propiedades antioxidantes son solo algunos de los elementos que podrían ayudar en su conservación y aportar de manera importante a la seguridad alimentaria (Burlingame et al., 2009)²⁹.

El CIP ha identificado más de 4,300 variedades diferentes de papas comestibles, así como numerosas especies de papas silvestres (y alberga la más grande colección de papas del mundo, con más de 7000 accesiones de papa resguardadas en su banco de germoplasma)³⁰. Asimismo, en el banco de germoplasma del CIP se tienen conservadas 88 especies silvestres peruanas de papa y 7 especies cultivadas peruanas de papa, siguiendo la clasificación de Hawkes (1990). Por fines prácticos de consistencia con la clasificación taxonómica de bancos y herbarios del Perú se ha convenido usar la clasificación taxonómica establecida por Hawkes (1990) que reconoce 7 especies para papas cultivadas.

Cabe mencionar que las especies de papa han sido caracterizadas por varias décadas, en numerosos estudios y evaluaciones, usando las clasificaciones clásicas, especialmente las propuestas por Hawkes y Ochoa. Esto ha generado que se produzcan datos sobre características genéticas de valor como resistencias a enfermedades, o fisiológicas como tolerancias a estreses abióticos que han sido atribuidas a especies identificadas con estas

29

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/17173/MartinezCameloFabianEnrique2015.pdf?sequence=1>

³⁰ <https://cipotato.org/es/press-room/blog/cientificos-exhortan-a-la-accion-para-preservar-parientes-silvestres-de-papa/>

taxonomías previas. Según la FAO (2008), el cambio climático podría poner en peligro la supervivencia de los parientes silvestres, se prevé que hasta un 12 por ciento se extinguirá con el cambio de las condiciones del clima en las que se desarrollan, esta modificación podría reducirse hasta en un 70 por ciento las zonas donde crecen estas papas³¹.

Casi todos los cultivares comerciales de papa tienen una limitada capacidad de florecer porque se propagan vegetativamente y los fitomejoradores no seleccionan las características que hacen que las flores atraigan a los polinizadores. Sin embargo, la polinización natural de la papa sigue siendo importante para sustentar la diversidad de las especies cultivadas de papa con un gran número de cultivares nativos que son creados y recreados por los agricultores y se adaptan a las condiciones del entorno local. La existencia de diversos sistemas agrícolas en pequeña escala en los Andes (aynocas, chagros, etc) que contienen una variedad de especies florecientes que atraen a los polinizadores, como las abejas y los abejorros, contribuyen a la polinización cruzada de las flores de la papa y de esta manera incrementan la producción de semillas que sustentan la diversidad de la papa en el tiempo.

B. Funcionamiento del sistema de conservación de la biodiversidad de la papa

De acuerdo a los objetivos de las diferentes instituciones y organizaciones se tienen colecciones *ex situ* de papa que se pueden clasificar en varios tipos: bancos de germoplasma, colecciones de germoplasma, herbarios y bancos comunales. Los bancos de germoplasma son las instituciones donde se encuentran especies de vegetales con el fin de preservarlos de manera controlada ante cualquier evento. Al ser la papa y/o sus parientes silvestres especies de propagación vegetativa y algunas veces con reproducción sexual, se requiere de una instalación básica que permita mantener estable la identidad de las accesiones que se encuentran en ellos a través del tiempo. Sólo algunas de las colecciones mantenidas por instituciones del país cumplen con los requisitos mínimos para considerarse bancos de germoplasma.

Los bancos de germoplasma se han construido tratando de representar la diversidad de las zonas de las cuales provienen los materiales, obtuvieron permisos de colecta para la mayor parte de sus materiales y son reconocidos como un bien institucional por la institución que los alberga. Las colecciones de germoplasma se han armado y se mantienen con fondos de proyectos de corto plazo o fondos propios y no se les considera como un bien institucional. Los bancos comunales son colecciones que representan la diversidad de un conjunto de comunidades que se conservan en un jardín de diversidad comunal.

Un análisis del funcionamiento de la conservación de la biodiversidad de la papa podemos evidenciar los siguientes aspectos:

- En los últimos 30 años se han hecho esfuerzos por contribuir a la conservación y al uso sostenido de la biodiversidad de papas, quizás lo más representativo en lo que se refiere a conservación *ex situ* es el Banco de Germoplasma del CIP, donde se encuentran las colecciones de variedades de papas gracias al trabajo realizado por investigadores,

³¹ <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/biodiversidad.html>

curadores, técnicos y productores gracias al apoyo de la *cooperación* internacional, acción que también es complementada con el apoyo a los pequeños agricultores para la conservación in-situ y para mejorar sus medios de subsistencia. A esto se suma los bancos de germoplasma desarrollados y mantenidos por las Universidades (UNALM, UNA, entre otras) y los bancos comunales, cada uno de ellos tienen una contribución en la conservación de la biodiversidad de la papa, aunque su funcionamiento es disperso y no se sigue un protocolo único de conservación.

- La acción de los agricultores conservacionistas ha sido fundamental para garantizar la conservación de la biodiversidad de la papa. Estas se ha hecho con o sin apoyo del Estado y de la Cooperación Técnica Internacional, porque forman parte de sus tradiciones milenarias que tienen que ver con la seguridad y la soberanía alimentaria. Por lo tanto, la conservación in situ de las papas nativas, ha permitido sostener necesidades de las poblaciones locales, mediante un manejo espacial y lógica tradicional de intervención, en donde el suelo y la conformación del paisaje productivo han jugado un papel fundamental en su mantenimiento y conservación.

- La conservación de la biodiversidad de la papa comprende una combinación de factores socioculturales, agronómicos y ambientales que en su conjunto mantienen una estructura a nivel de ecosistemas y garantizan la capacidad productiva de las papas nativas en el tiempo. Este proceso se ha mantenido gracias al manejo propio de los sistemas de producción de las comunidades locales en los andes, el caso de las Aynocas en Puno es un ejemplo de esta forma de conservación *in situ* que perdura hasta la actualidad y ha tenido una contribución directa en el mantenimiento de las variedades nativas; por otro lado los esfuerzos de las organizaciones de desarrollo apoyados por la Cooperación Técnica Internacional (Proyecto Conservación in situ, Parque de la papa, la Fiesta de las semillas, entre otras) impulsaron acciones que han contribuido en mantener vigente la necesidad de la conservar y aprovechar sostenidamente las variedades nativas, además de lograr colecciones de papas que se encuentran en poder de los propios conservacionistas como lo realizado en Quisqui- Huánuco.

- Dentro de esta dinámica de trabajo conservacionista se ha sumado los esfuerzos de valoración económica de las papas nativas, que llegó a mayor expresión con el lanzamiento de la alianza cocinero-campesino que permitió visibilizar la agrobiodiversidad de la papa, en este contexto algunas de ellos se han posicionado en el mercado de manera competitiva y se constituyen en una alternativa viable para la generación de ingresos de las familias o comunidades locales involucradas. Esta labor fue desarrollada por las organizaciones de desarrollo (ONG), el MINAGRI y los Gobiernos Regionales y Locales con el propósito de establecer una cadena productiva donde el eje central sean las papas nativas. Los resultados alcanzados de acceso a mercados alternativos y la aceptación de los consumidores actualmente está motivando a más productores a sumarse en la tarea de producción y conservación por lo menos de algunas variedades de papas nativas. Sin embargo, aún no está claramente estudiado sobre los posibles efectos que pueda tener esta estrategia de trabajo en la conservación de otras variedades de papa que aún no tienen la valoración económica.

Por lo indicado, podemos decir que cada actor involucrado (público y privado) ha tenido una contribución diferenciada en la conservación de las variedades nativas de la papa, sin embargo, haciendo un balance general de los últimos 30 años, el rol de las propias

comunidades locales y sus familias, con el apoyo de las organizaciones de desarrollo han tenido una labor destacable en esta tarea de promover la conservación y aprovechamiento sostenido de la biodiversidad de la papa. Ahora que la cooperación técnica está retirándose del país esta tarea debe ser asumida de manera directa las instituciones del Estado en alianza con las organizaciones de la sociedad civil.

C. Marco legal para la conservación y uso sostenido de la biodiversidad de la papa

El Marco legal es frondoso con relación a la conservación de la biodiversidad, desde la Constitución Política de 1993 en su artículo 68°, se tiene un mandato para promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas. La Ley N° 26839, Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica, establece el rol tutelar del Estado en ejercicio de su soberanía sobre recursos tan valiosos como los recursos genéticos, al establecer que será parte y participará en el procedimiento de acceso a tales recursos. Asimismo su reglamento, el Decreto Supremo N° 068-2001-PCM, privilegia la conservación de nuestra diversidad biológica en el sitio donde se encuentra, para ello introduce la figura legal de las Zonas de Agrobiodiversidad (artículos 38° y 39°), las zonas de agrobiodiversidad posteriormente es regulado mediante el Decreto Supremo N°020-2016-MINAGRI. En todo caso estas normas promueven la participación del sector privado y otras actividades en colaboración del Estado.

Hay un conjunto de normas que establecen los objetivos, estrategias y funciones de los diferentes actores claves involucrados en la conservación y el aprovechamiento sostenido de la diversidad biológica y dentro de ello a todo lo relacionado con la agrobiodiversidad donde los cultivos nativos tienen una atención prioritaria³², muchos investigadores y decisores indican que se tiene un frondoso marco legal, la dificultad es como fortalecer la institucionalidad para garantizar su implementación y cumplimiento.

En los países megadiversos como el Perú, esta diversidad coincide con la presencia de una importante diversidad cultural y de comunidades locales que durante siglos han jugado un rol importante en mantener y conservar la diversidad biológica. En los últimos años, se

4

http://www.legislacionambientalspda.org.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=3945

- Ley N° 26839. Ley sobre la Conservación y el Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica. (julio de 1997).
- Decisión 391. Régimen Común sobre Acceso a los Recursos Genéticos. Ley N° 27811. Ley que establece el régimen de protección de los conocimientos colectivos de los pueblos indígenas vinculados a los recursos biológicos. (julio, 2002).
- Ley N° 28216. Ley de protección al acceso a la diversidad biológica peruana y los conocimientos colectivo de los pueblos indígenas. (julio1996).
- Decreto Supremo N° 007-2009-MINAM. Adecuan la Comisión Nacional sobre la Diversidad Biológica - CONADIB a la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente y a la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo. (marzo de 2009).
- Decisión 523. Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino. (julio de 2002).
- Decisión 345. Acuerdo de Cartagena sobre Protección a los Derechos de los Obtentores de Variedades Vegetales. (oct de 1993).
- Resolución Ministerial N° 087-2008-MINAM. Reglamento de Acceso a los Recursos Genéticos. (dic. de 2008).
- Decreto Supremo N° 003-2009-MINAM. Elevan al rango de Decreto Supremo la Resolución Ministerial N° 087-2008-MINAM, Ratifican la Aprobación del Reglamento de Acceso a los Recursos Genéticos. (feb. 2009).
- Decreto Supremo N° 008-96-ITINCI. Reglamento de Protección a los Derechos de los Obtentores de Variedades Vegetales. (Mayo 1996).

ha hecho evidente la necesidad de reconocer a las comunidades sus esfuerzos por conservar ecosistemas y especies alrededor del mundo y de establecer mecanismos normativos para proteger sus conocimientos, innovaciones y prácticas asociados a la diversidad biológica, sin embargo su puesta en práctica sigue siendo en verdadero desafío. Con la finalidad de garantizar la implementación del abundante marco normativo internacional (Convenio de Diversidad Biológica) y nacional se han creado la Comisión Nacional de Diversidad Biológica (CONADIB) como instancia de coordinación intersectorial, de carácter multidisciplinario, establecida para efectos de coordinar la implementación del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Constituida por más de 35 miembros, incluida la representación a nivel regional de las universidades. Su tarea es hacer seguimiento al cumplimiento de la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica y su Plan de Acción al 2018 (ENDB). Cuenta con grupos técnicos especializados en temas de su competencia, como el Grupo Técnico de Agrobiodiversidad, que es un foro valioso para evaluar los avances en la implementación del marco normativo vigente, sin embargo, la falta de voluntad de los actores claves involucrados ha hecho que sus funciones tengan impactos limitados.

D. Funciones de las instituciones involucradas con la conservación de la biodiversidad de la papa

En el país la conservación de la biodiversidad de la papa tiene como eje de intervención estratégica que está basado en la interacción entre los bancos de germoplasma (conservación ex situ), los centros de agrobiodiversidad (conservación in situ) y los conocimientos tradicionales de las comunidades locales. En estos espacios es donde han intervenido los diferentes actores claves para conservar, revalorar y valorar las diversas variedades de papa existentes en el territorio nacional.

Las instituciones públicas y privadas que se han involucrado a la conservación de la biodiversidad de la papa los vienen haciendo en función a sus objetivos institucionales, sus competencias y funciones que a continuación se detalla:

- El Ministerio del Ambiente - MINAM, tiene la función rectora de formular, planificar, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar la Política Nacional del Ambiente, aplicable a todos los niveles de gobierno (Decreto Supremo N° 002-2017-MINAM en su artículo 5) y dentro de sus funciones específicas tiene la responsabilidad de formular y proponer la política y las estrategias nacionales de gestión de los recursos naturales, y de la diversidad biológica. Asimismo, en el artículo 13° de las funciones del Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales en su inciso (d) indica que es el responsable de hacer seguimiento del Convenio de Diversidad Biológica. De igual manera, en su artículo 50° relacionado con las funciones de la Dirección General de Diversidad Biológica en los incisos a, b y c señala que tiene la responsabilidad de conducir la elaboración e implementación de instrumentos orientadores de carácter nacional relacionados con la conservación, uso sostenible de la diversidad biológica, en el ámbito de su competencia y en coordinación con las entidades competentes; conducir la coordinación de la implementación de la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica y conducir la implementación de los tratados, convenios, convenciones y otros instrumentos internacionales sobre Diversidad Biológica, en el marco de sus competencias y en coordinación con las entidades

competentes³³. En este marco legal el MINAM conduce y orienta a las instituciones involucradas en la conservación de la biodiversidad de la papa.

- El Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA es un organismo público adscrito al MINAGRI, dentro de sus competencias (artículo 3° del Decreto Supremo N° 010-2014-MINAGRI) relacionados con la conservación de la biodiversidad de la papa es la Autoridad en Semillas³⁴ y la Autoridad en materia de Seguridad de la Biotecnología moderna, es el Organismo Sectorial Competente del MINAGRI en la prevención de los riesgos derivados del uso de la biotecnología, en concordancia al marco normativo sobre la materia y las políticas, los planes y los objetivos nacionales, es responsable de la administración y ejecución para el acceso a los recursos genéticos de especies cultivadas o domésticas continentales, en el ámbito de su competencia; y en coordinación con el MINAM, es responsable de la evaluación de solicitudes de acceso a los recursos genéticos de las especies silvestres parientes de las especies cultivadas, es responsable de implementar, mantener y actualizar el Registro Nacional de Papa Nativa Peruana³⁵ y otros registros nacionales que le sean encargados. Dentro de sus funciones (artículo 4°) es conservar los recursos genéticos de uso agrario, fomentar su puesta en valor y su desarrollo competitivo en lo económico, ambiental, social y científico, en coordinación con el Ministerio del Ambiente, conforme a sus competencias, conducir el fomento y ejecución de actividades biotecnológicas, en el marco de lo establecido por la normatividad vigente, conducir los registros nacionales de la papa nativa peruana, entre otros, establecidos en la normatividad y promover el intercambio de conocimientos y recursos³⁶.
- El Ministerio de Cultura, considerando que las comunidades locales están directamente involucradas con la dinámica de la conservación de la biodiversidad de la papa, este sector considera dentro de sus competencias compartidas (Ley N° 29565, artículo 6°) con los gobiernos regionales estudiar los usos y costumbres de pueblos andinos, amazónicos y afroperuano como fuente de derecho, buscando su reconocimiento formal y a nivel de los gobiernos locales, promueve el desarrollo cultural a través del diálogo intercultural y el reconocimiento de la diversidad cultural entre los peruanos y para la protección de la diversidad biológica y los conocimientos colectivos de los pueblos indígenas³⁷. Mediante Decreto Supremo N° 006-2016-MC, aprobó la conformación de la Comisión para la Salvaguardia y Revalorización de los Conocimientos, Saberes, y Prácticas Tradicionales y Ancestrales, es presidida por el Ministerio de Cultura y conformada por siete ministerios, cinco organismos públicos y dos representantes de las organizaciones indígenas nacionales que son miembros del Grupo de Trabajo de Políticas Indígenas³⁸.
- *El Centro Internacional de la Papa – CIP* es uno de los mayores centros dedicados a la investigación científica en el mundo en raíces y tubérculos, tiene como objetivo

³³ <http://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2017/05/aprueban-el-reglamento-de-organizacion-y-funciones-rof-del-decreto-supremo-n-002-2017-minam-1514373-1.pdf>

³⁴ <https://research.cip.cgiar.org/confluence/download/attachments/17924162/Reglamento+General+Ley+de+Semillas.pdf>

³⁵ http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/marcolegal/normaslegales/resolucionesministeriales/RM_0533_2008_AG.pdf

³⁶ <http://www.minagri.gob.pe/portal/decreto-supremo/ds-2014/11293-decreto-supremo-n-010-2014-minagri>

³⁷ <https://docs.google.com/file/d/0BzZbFLMScXPrNGE5NmNhY2QtMWQzZi00MTM4LTJhYzUtYTg2Yjk2ODQ1YjI4/edit?hl=es>

³⁸ <http://busquedas.elperuano.com.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-crea-comision-multisectorial-de-naturale-decreto-supremo-n-006-2016-mc-1408433-4/>

disminuir la pobreza y alcanzar la seguridad alimentaria sobre bases sostenibles en los países en desarrollo, en uno de sus objetivos estratégicos es conservar la biodiversidad para el futuro³⁹, el cual está asentado sobre el legado de conservación de los recursos genéticos de los últimos 40 años. Tiene el compromiso renovado de trabajar con las redes existentes y nuevas de socios dentro del sistema CGIAR, cuenta con el banco de germoplasma de papa y permite el uso oportuno de diversos principios genéticos básicos para el desarrollo de variedades que puedan garantizar la productividad global de alimentos saludables, abundantes y seguros. Contribuye a mejorar la conservación y disponibilidad de la valiosa diversidad a través de una mayor racionalización de las colecciones nacionales globales.

- El sistema de la Universidad Peruana a través de sus facultades de ciencias agrarias y biológicas tiene una vinculación directa con la investigación científica relacionada con la biodiversidad en general, en especial con la papa por ser un cultivo básico para la seguridad alimentaria. Los esfuerzos por ejemplo de las UNALM a través de su Programa Nacional de la Papa y El Herbario MOL – Augusto Weberbauer de la Facultad de Ciencias⁴⁰, la Universidad Nacional del Altiplano (UNA) de Puno, la Universidad San Antonio de Abad del Cusco (Herbario Vargas)⁴¹, la Universidad Nacional del Centro-Junín, la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga-Ayacucho, entre otros, han aportado en la identificación de variedades y cuentan con colecciones locales útiles para investigación y desarrollo.
- Organizaciones no gubernamentales, integrada por diversas instituciones de desarrollo, desde hace 35 años han contribuido directamente a través de los proyectos de cooperación internacional a promover la recuperación, revaloración y conservación de diversas variedades de papa nativas en los andes. Las abundantes colecciones logradas por algunos agricultores en las diferentes regiones, en parte han sido promovidas por estas instituciones que aún siguen desarrollando acciones de conservación *in situ*.

Como se puede percibir las competencias y funciones están delimitadas, en este marco se desarrollan el conjunto de actividades vinculadas con la conservación de la biodiversidad de la papa; sin embargo, tienen limitaciones en establecer un sistema de coordinación interinstitucional de carácter permanente, el cual dificulta el logro de los objetivos estratégicos, a esta situación se ve agudizada por la ausencia de liderazgo institucional para facilitar y orientar los esfuerzos para garantizar la conservación de los recursos de la agrobiodiversidad. Al margen de la propia dinámica de las instituciones públicas y privadas el proceso de conservación de la biodiversidad de la papa se ha mantenido en el tiempo, gracias a la propia voluntad de los productores conservacionistas

³⁹ <https://cipotato.org/es/conserving-diversity-for-the-future/>

⁴⁰ <http://www.lamolina.edu.pe/facultad/ciencias/cbiologia/herbario/presentacion.htm>

⁴¹ <http://bi.unsaac.edu.pe/herbario.php?p=13>

E. Puntos críticos a considerar en la conservación de la Biodiversidad de la Papa

Como se ha indicado la necesidad de conservar la biodiversidad de la papa es una necesidad para el país que involucra a todos los actores claves, quienes dentro del marco legal establecido tienen que cumplir funciones de manera coordinada en base a sus competencias y estar integrados a un sistema de gestión de la biodiversidad.

Los principales puntos críticos que requieren ser atendidos están relacionados con:

- El sistema de gestión de la biodiversidad de la papa presenta limitaciones para establecer los mecanismos de coordinación, comunicación e implementación del marco normativo vigente y sus instrumentos de gestión que articule los esfuerzos de los tres niveles de gobierno, de las organizaciones de productores y de las organizaciones de la sociedad civil involucrados con la conservación de la papa.
- Se tiene dificultades para establecer metas consensuadas a corto, mediano y largo plazo sobre la conservación de la biodiversidad de la papa, ausencia de una estrategia de visibilización sobre las bondades de éste recurso y no se cuenta con un agente articulador que involucre al conjunto de actores públicos y privados en la gestión de la agrobiodiversidad de la papa.
- Existen protocolo para clasificar variedades y especies, pero éstas no están estandarizados y reconocido oficialmente, situación que genera la dispersión en las denominaciones de las variedades y problemas en su descripción e identificación.
- Definir estrategias claras de promoción para compatibilizar de manera adecuada entre la conservación y la articulación al mercado de los recursos de la agrobiodiversidad poco visibilizados, el cual implica que las acciones de promoción tomen en cuenta los valores culturales y tradicionales que están involucrados en la conservación de la biodiversidad de la papa.
- La limitada asistencia técnica y el desarrollo de capacidades en el manejo agronómico de los sistemas de producción de papas y la conservación de su biodiversidad está afectando su productividad. En esta perspectiva se debe trabajar en la valoración económica, social y ambiental de la biodiversidad de la papa, de esta manera identificar las potencialidades de las variedades y las necesidades tecnológicas para su conservación y mejora de su productividad.
- Un problema central que afecta a las diversas variedades de papas nativas son incidencia y agresividad de las plagas y enfermedades (gorgojo y rancho, principalmente), los cuales ponen en peligro la conservación *in situ* de algunas variedades y especies de papa. Esta situación requiere un trabajo concertado entre los centros de investigación, la academia y un programa de asistencia técnica permanente a los productores
- Sobre las necesidades de inversión para la conservación de la biodiversidad a nivel de bancos de germoplasma y la conservación *in situ*, se requiere un análisis de costo beneficio que tome en cuenta el rol de los agricultores conservacionistas.

- Reconocer zonas de agrobiodiversidad de las papas nativas, si bien esto ya está normado se requiere una mejor operativización para asegurar que dichos territorios se definan para lograr el objetivo de la conservación de la biodiversidad de la papa, además hay la necesidad de trabajar de difundir la norma entre las comunidades.
- Un serio problema es el acceso a semillas de calidad tanto en variedades comerciales como nativas de papa, solo el 0.04% de las semillas sembradas en el país son certificadas el resto no tiene ningún control de calidad. Esta situación requiere ser atendido en especial a nivel de las variedades nativas adecuando la normativa a nuestra realidad.
- Los cambios en los patrones culturales y el proceso de abandono del campo por las nuevas generaciones, representa una amenaza para darle continuidad a la tarea de conservación de la biodiversidad de la papa.
- Es necesario hacer conocer a las comunidades locales sobre los alcances del registro de las marcas colectivas⁴² el cual puede ser un mecanismo que contribuya al rescate, revaloración y puesta en práctica los conocimientos tradicionales relacionados con la conservación de la biodiversidad de la papa.
- Es necesario que los actores claves vinculados con la conservación de la biodiversidad de la papa tengan una participación activa en la Comisión Multisectorial de Naturaleza Permanente para la Salvaguardia y Revalorización de los Conocimientos, Saberes, y Prácticas Tradicionales y Ancestrales de los Pueblos Indígenas u Originarios que es presidido por el Ministerio de Cultura, de esta manera se pueda establecer mecanismos para el reconocimiento de los derechos ancestrales por la domesticación y conservación de la biodiversidad de la papa.

F. Lineamientos para la conservación de la biodiversidad de la papa

Es base al estado actual de la conservación de la biodiversidad de la papa en el país y de acuerdo al análisis realizado del nivel de contribución del marco normativo y la institucionalidad existente podemos decir lo siguiente:

- La conservación de la biodiversidad de la papa se ha desarrollado en el tiempo bajo la propia dinámica social y cultural de los productores conservacionistas.
- Las comunidades locales han conservado la biodiversidad basados en la necesidad de atender su propia seguridad alimentaria.
- En las últimas décadas los recursos de la agrobiodiversidad han sido abordados por las instituciones públicas y privadas desde el fortalecimiento de su conservación y puesta en valor en el mercado.
- La existencia de un marco legal frondoso no necesariamente ha influenciado y fortalecido la dinámica propia de la conservación desarrollada por las comunidades locales.

⁴² <https://www.indecopi.gob.pe/documents/20182/143803/marcacolectiva.pdf>

En este marco de análisis se propone los siguientes lineamientos:

1. A nivel de la conservación *in situ*

El Convenio de Diversidad Biológica propone de modo prioritario, en su artículo 8, la conservación de la biodiversidad en condiciones *in situ* (CBD 1992). Ésta implica que las especies permanecen en sus hábitats naturales, expuestos a los procesos de selección natural tanto en ecosistemas naturales como agroecosistemas. La característica principal de la conservación en condiciones *in situ*, es que la variabilidad genética del germoplasma evoluciona con el ambiente, seleccionando las frecuencias alélicas que mejor se adaptan a las condiciones ambientales en las que crecen, por ello esta forma de conservación es muy importante mantenerlo en el tiempo, para lo cual se propone los siguientes lineamientos:

- Considerar un bien público a la biodiversidad de la papa, el cual posibilitará la creación de un sistema de pago por conservación de este recurso clave para la seguridad alimentaria para el país. Esta medida puede implementarse en el marco de la ley de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos⁴³.
- Las variedades nativas de papa se han constituido en un recurso primordial para la sobrevivencia de los pequeños agricultores, quienes las seleccionan y conservan de acuerdo a su morfología, atributos culinarios, características agronómicas, resistencia a plagas, enfermedades, tolerancia a condiciones extremas y por usos industriales en los nuevos mercados de papas. Estas acciones de las comunidades locales sobre la conservación *in situ* requieren ser revalorada y reconocida oficialmente dentro de una estrategia de conservación de la biodiversidad mediante la implementación de incentivos que garanticen su sostenibilidad.
- Es necesario el desarrollo de escenarios alternativos que permitan conciliar la productividad con la conservación de la biodiversidad de la papa. Para lograr éste propósito se debe partir de reconocer la existencia de sistemas sostenibles muy arraigados a la tradición de los agricultores, que actualmente brindan servicios sociales, económicos, ecológicos y culturales que aún no se traducen en beneficios directos para los productores conservacionistas.
- Es fundamental consensuar la clasificación taxonómica a utilizar en la identificación de las especies y parientes silvestres de la papa, esta puede estar basado en el marco conceptual establecido por Hawkes (1990), por ser el más desarrollado y reconocido a nivel global.
- Hacer competitivo y sustentable la actividad de la conservación *in-situ* en base a programas y proyectos integrales de desarrollo considerando el conocimiento tradicional de las comunidades locales y los territorios de agrobiodiversidad a ser identificados y reconocidos oficialmente.
- Desarrollar iniciativas concretas para establecer compensaciones diferenciadas a los agricultores conservacionistas de papa y sea atractivo para que la nueva generación de

⁴³ http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/06/ley_302105_MRSE.pdf

agricultores se involucre en el proceso de conservación, de esta manera se asegure su continuidad.

- Establecer centros de diversidad genética regional para la zona (norte, centro y sur del país), estos centros tendrán que ser reconocidos oficialmente bajo un protocolo de homologación para no duplicar colecciones de variedades de papa.
- Promover la formación de centros comunales de semilla de papa nativa en las diferentes regiones o localidades donde se cuenta con una comprobada diversidad genética.
- Promover la producción de semilla básica de papa nativa que cubra la demanda de los agricultores de la zona de agrobiodiversidad, para lo cual será necesario proporcionar asistencia técnica permanente para asegurar la calidad genética y sanitaria de las semillas.

2. A nivel de la Conservación *ex situ*

El mantenimiento de la viabilidad y de la integridad genética de la biodiversidad de la papa continúa siendo el principio básico en el manejo de los bancos de germoplasma y herbarios, su calidad y sostenibilidad dependen de cómo se conserven las semillas. El funcionamiento de un banco de germoplasma involucra la recolección de semillas donaciones de otros centros, su registro, almacenamiento, monitoreo y regeneración. Por ello es muy importante que esta medida de conservación este articuladas a los centros de conservación *in situ*. En este sentido es necesario considerar los siguientes lineamientos:

- Formalizar la inscripción de los “Bancos de Germoplasma” de las diferentes instituciones ante el INIA como autoridad competente para su reconocimiento oficial dentro del sistema de conservación que debe establecerse como país, de conformidad a la quinta disposición transitoria o complementaria del Decreto Supremo N° 003-2009-MINAM⁴⁴.
- Mantener, enriquecer y fortalecer los centros de conservación *ex situ*: bancos de germoplasma y herbarios para garantizar la conservación de la biodiversidad de la papa, realizando nuevas expediciones de colecta para identificar vacíos, tanto en diversidad como a nivel geográfico, de tal modo que las colecciones de germoplasma y de herbario, representen debidamente la biodiversidad de este recurso en el país.
- Es necesario que las colecciones o germoplasma locales/nacionales de papa sean indexadas para la Identificación de duplicados y especímenes únicos. Esto se puede hacer tomando como referencia o protocolos del banco de germoplasma de papa del CIP.
- Para asegurar la retroalimentación y la diversidad de los bancos de germoplasma es necesario garantizar la articulación con las comunidades locales de los andes para el mantenimiento de la biodiversidad de la papa, mediante la repatriación de germoplasma libre de enfermedades de los bancos para ser sembrados en las tierras comunales.

⁴⁴ http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2009-minam-y-anexo.pdf

- Establecer un sistema de información oficial que tenga un aplicativo web para acceder a los datos básicos de las accesiones que cuentan los bancos de germoplasma reconocidos oficialmente, esta debe ser alimentada de manera permanente por la entidad que la autoridad competente asigne.

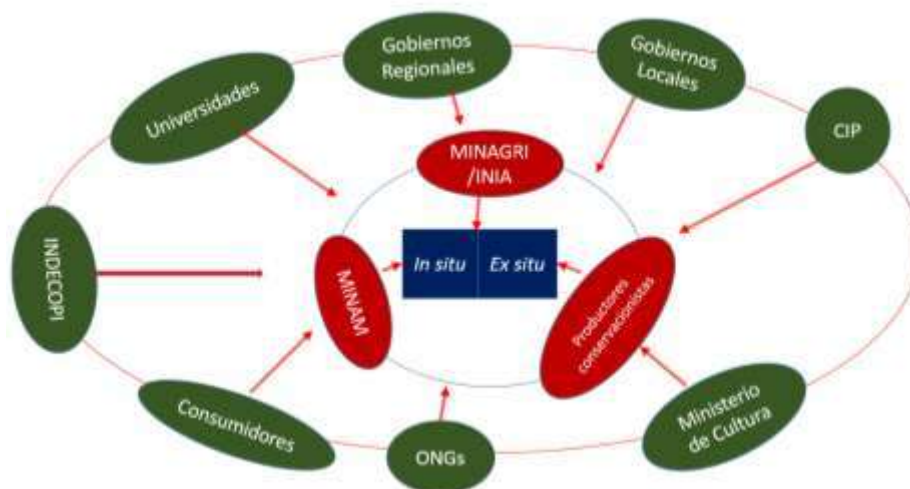
3. A nivel de la Institucionalidad para la conservación

La gestión institucional de la biodiversidad de la papa muestra fortalezas y debilidades que han permitido, por un lado, incrementar el posicionamiento nacional de las papas nativas en la agenda del desarrollo, por otro lado, se evidencia dificultades institucionales en liderar los procesos de conservación. La desarticulación normativa, la delimitación inadecuada de las funciones de los actores involucrados afectan la gestión pública y privada en lo concerniente a la valoración y conservación de las papas nativas, generando un divorcio entre las actividades de producción y conservación, el cual incrementa el riesgo de pérdida de la biodiversidad de la papa y al suministro de servicios ecosistémicos para la seguridad y la soberanía alimentaria.

Una propuesta de sistema de funcionamiento de las diferentes instituciones involucradas con la conservación y gestión sostenible de la biodiversidad de la papa debe tener un objetivo estratégico común que esté presente transversalmente en la dinámica de trabajo de las instituciones públicas y privadas, donde cada uno ellos en función a sus propios roles pueden contribuir a la conservación de la biodiversidad de la papa (ver figura adjunta).

La propuesta de lineamientos para contribuir a mejorar el sistema de funcionamiento de la institucionalidad para una eficiente conservación de la biodiversidad de la papa son:

- Tener claridad de las funciones de cada institución o actor en el cumplimiento de los objetivos y metas establecidas como país, para ser asumida por todos los actores institucionales públicos y privados, de esta manera evitar duplicaciones de esfuerzos y funciones.



Fuente: Elaboración RAAA, 2017

- Es necesario dentro de la estructura del Estado cada institución asuma su liderazgo institucional en sus diferentes roles para el desarrollo de la conservación y gestión de la biodiversidad de la papa.
- Mejorar el sistema de comunicación interinstitucional (INIA, MINAM, Academia, productores y sociedad civil) mediante mecanismos electrónicos prácticos (grupo de trabajo) que puedan acceder a las bases de datos de los bancos de germoplasma y de información científica, estas pueden hacerse en base a boletines electrónicos o grupos en las redes sociales.
- Es necesario que la autoridad competente se semillas evalué la necesidad de flexibilizar o tener un trato especial para los conservacionistas de papa nativa para que sean reconocidos y se inscriban como semilleristas, de esta manera, pueden abastecer de semilla a los agricultores de su zona y estimular al trabajo que realizan, para lo cual será necesario brindarles asistencia técnica.

4. A nivel del desarrollo de mercados alternativos

Las papas nativas tienen un gran potencial económico, su desarrollo puede contribuir a la conservación de la biodiversidad y pueden ayudar a la protección de los ecosistemas donde se encuentran las diversas variedades de papa. Las experiencias comerciales que se vienen mostrando en el país están basados en el desarrollo de mercados alternativos, en la organización de los productores y en los procesos de innovación tecnológica para la transformación, por lo que se propone lo siguiente:

- Incluir el valor de la producción tradicional de la papa nativa el esfuerzo que realizan los agricultores y sus comunidades dentro de la estructura de costos de producción, de esta manera demostrar su contribución a nivel social y ambiental.
- Fortalecer los modelos de acceso a los mercados alternativos de las papas nativas que contribuyan a la conservación de su biodiversidad, estableciendo estímulos a los que forman parte de la cadena de valor, rescatando y valorando su saber tradicional acerca del aprovechamiento sostenido de la biodiversidad de la papa.
- Es necesario realizar innovaciones organizativas y capacitación a nivel de los productores para que puedan mejorar su capacidad de gestión en la conservación de la biodiversidad de la papa y en el acceso a los mercados alternativos. Esta asociatividad puede ser promovida y reconocida por las autoridades competentes y crear una red de organizaciones involucradas con la conservación.
- El mayor potencial para el acceso a los mercados alternativos es generar una oferta sostenida de papas nativas producidas ecológicamente, el cual es reconocido y valorado por los consumidores de productos orgánicos. Para ello, es necesario que los gobiernos locales y regionales declaren territorios de producción orgánica donde se concentre la biodiversidad de papa, esta medida ayudará a su conservación y a mejorar los ingresos de los productores.

- Para atender de manera adecuada a la demanda de los consumidores es necesario establecer un sistema de asistencia técnica que contribuya directamente en la mejora de la producción de las variedades de papa nativa y su transformación. Para lograr este objetivo es necesario establecer alianzas con las facultades de agronomía de las universidades y los gobiernos locales para su implementación.
- Las ferias de agrobiodiversidad donde las papas nativas ocupan un espacio importante deben ser institucionalizadas y calendarizadas a nivel local, regional y nacional, de esta manera los agricultores conservacionistas organizados tengan acceso directo a los potenciales consumidores para mostrar las bondades de las papas nativas y mejorar sus ingresos.
- Desarrollar planes de negocio en base a las variedades nativas de papa que tomen en cuenta su conservación *in situ* y su transformación, de esta manera la valoración económica y social y ambiental sea compatible con las necesidades de conservación de la biodiversidad de la papa.

La información bibliográfica de este Tema se encuentra en versión digital en el Anexo 9: Recopilación bibliográfica carpeta Lineamientos Papa.

9. CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

- La papa ha sido fundamental durante milenios en la alimentación de los peruanos. Datos arqueológicos documentan que la papa se cultivaba en los andes peruanos desde hace 10,000 años, e investigación científica reciente confirman dicha antigüedad (D. Spooner, 2005) e indica que el centro de origen de la papa cultivada está en el Perú, al norte del lago Titicaca, siendo la primera especie cultivada *Solanum stenotomun*.
- En el Centro Internacional de la Papa, con sede en Lima – Perú, se encuentra el más importante Banco de Germoplasma de Papa del mundo el cual mediante la Clasificación de Hawkes (1990) conserva tanto las especies silvestres como las cultivadas. Respecto a las especies silvestres el CIP reporta como conocidas 151 y conserva bajo semilla 140 (50 especies son peruanas y 42 son endémicas). Respecto a especies cultivadas el CIP conserva *in vitro* más de 4500 accesiones de 07 especies cultivadas (aproximadamente unas 3000 variedades).
- En el Perú las papas silvestres se encuentran distribuidos entre 38° N y 41° S, donde la mayor concentración (mayor a 20) se encuentra entre el rango de 8° S a 20° N, siendo en el sur del Perú la mayor concentración (Hijmans, 2002). Los parientes silvestres de la papa en el Perú se encuentran en los ecosistemas montañosos, que se caracterizan por poseer una gran diversidad de espacios, micro-hábitats, donde se manifiesta una gran diversidad de formas de vida (In Situ, 2005).
- Existen 07 especies cultivadas descritas por Hawkes (1990) y por Huaman y Spooner (2002). La distribución de las diferentes especies de papa es muy amplia en los andes y en general en el mundo entero. Actualmente se contabiliza que es un cultivo de importancia económica y social en por lo menos 120 países. Abarca no solamente casi todas las latitudes y continentes, sino igualmente un rango de altura que va desde el nivel del mar hasta 4 300 msnm. En este sentido, es posiblemente el cultivo de mayor versatilidad climática y ecológica.
- Por fines prácticos de consistencia con la clasificación taxonómica de bancos y herbario del Perú se usará la clasificación de Hawkes (1990) por ser la más reconocida y aceptada a nivel académico global, ademas toda la información de fuentes de resistencia a estreses bióticos y abióticos han sido en especies silvestres identificadas y caracterizadas mediante la Taxonomía de Hawkes.
- Las especies silvestres y cultivadas de papa presentan caracteres genéticos de utilidad en ciencias básicas (Brown 1990; Myers 1983) pero también para el desarrollo de nuevas variedades en tiempos de cambios climáticos y de modificaciones en la distribución geográfica de pestes y enfermedades de papa. Esto es crítico ya que estos cambios tienen el potencial de afectar la permanencia de las poblaciones naturales y de limitar el cultivo agrícola en áreas donde era tradicionalmente posible (Lenne y Wood 1999).
- En el país existe tres tipos de producción: a) tradicional en zonas alto andinas con papas nativas, b) convencional en costa y valles interandinos principalmente para papas modernas y nativas comerciales y c) orgánica principalmente en papas nativas en Huancavelica. En las zonas de Puno y Huancavelica en los lugares muestreados predomina la producción tradicional de papas nativas.
- En la región de costa se ha registrado el cultivo de papas en un modelo de agricultura convencional orientado generalmente al mercado. La producción convencional tiene presente el uso de maquinaria agrícola y la aplicación de un paquete tecnológico como insumos químicos como fertilizantes y plaguicidas.

- El costo de producción de papa en condiciones de costa fluctúa de 15,000 a 18,000 soles / ha. (MINAGRI)⁴⁵ de los cuales un 35 a 40% de la estructura del costo corresponde a agroquímicos.
- De acuerdo al compendio de enfermedades de papa de Hooker, W. (Ed.) existen 82 patógenos que afectan al cultivo de papa. De acuerdo a Alata (1973) los insectos registrados en el cultivo de papa son 86. La información oficial del SENASA no es completa y no incluye algunos departamentos del país.
- En la región alto andina, desde Puno a Cajamarca, las plagas de mayor importancia son el Gorgojo de los andes (*Prennotypes* spp.) y la Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*, *Symmestrichema andina*). En la Costa central (Cañete y Chillón en Lima), se encontró la mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) y la Mosquilla del brote (*Prodiplosis longifila*). Los controladores con mayor población en la sierra, fueron los Cuysitus (*Methius* sp), Hormigas (*Trichomyrmex* sp), los mariquitas (Coccinellidae); en la costa central (Cañete y Chillón) se encontró los Chrysopas (*Chrysopa* sp).
- Las enfermedades más frecuentes e importantes en las regiones de sierra fueron la Mancha causada por *Phytophthora infestans* y la Alternariosis por *Alternaria solani*. En todas las zonas muestreadas se encontró incidencia de enfermedades virales debido al uso continuo de semilla de mala calidad sanitaria (sierra) y el uso de semilla no certificada (costa). La Roya causada por *Aecidium cantense* se reporta en la zona de Chorrera en Celendí-Cajamarca, anteriormente se reportaba esta enfermedad en las localidades de Canta en Lima y Chupaca-Junín.
- Una parte muy importante de los microorganismos de suelo son las bacterias y los actinomicetos por ser los más abundantes y que son responsables de la mayor parte de la descomposición inicial de la materia orgánica. En la mayoría de los casos, predominan las bacterias (*Bacillus*, *Pseudomonas* y *Actinomicetos*), unas 100 veces más, que los hongos. Según los resultados de las cinco regiones en estudio, la población de estos microorganismos es mayor en el tipo de producción tradicional que convencional.
- A pesar de todas las implicancias negativas de los organismos genéticamente modificados y particularmente de los riesgos que de papa transgénica en el centro de origen, desde la década de los noventa se han realizado diversas pruebas con papas modificadas, de las cuales se poseen información incompleta sobre los resultados y estado actual de investigación.
- Los aspectos de bioseguridad debe ser analizados caso por caso, considerando el área de distribución de las especies silvestres, la densidad y tipo de polinizadores, etc, teniendo en cuenta que la transferencia de genes desde el cultivo a las silvestres podría conferirles ventajas adaptativas (como resistencias a plagas naturales) con la posibilidad de convertirse en malezas.

⁴⁵ MINAGRI 2014. Costos de producción de papa en Lima. DGESEP-DEA / DGPA-DEEIA - MINAGRI

- El productor de la región Chala, se encuentra más cercano a procesos de difusión y adopción de tecnologías convencionales. Hace uso de una superficie productiva de 2 a 5 has en promedio y frecuentemente es visitado por vendedores de las tiendas de agroquímicos.
- En las regiones naturales de Yunga y Quechua se ha registrado sistemas de producción convencional y también tradicional e inclusive orgánica.
- La producción orgánica es principalmente de papas nativas y es mayor en las zonas quechua, suni y puna. En estas regiones se registran los mayores niveles de conservación de variedades y especies nativas de papas.
- Los Lineamientos para la conservación de la diversidad de papa en el Perú, es una tarea y responsabilidad de todos (estado, academia, Sociedad civil y agricultores), las instituciones del estado deben asumir su liderazgo institucional en sus diferentes roles para el desarrollo de la conservación y gestión de la biodiversidad de la papa y sus parientes silvestres.
- Mantener, enriquecer y fortalecer los centros de conservación *ex situ*: bancos de germoplasma y herbarios para garantizar la conservación de la biodiversidad de la papa, realizando nuevas expediciones de colecta para identificar vacíos, tanto en diversidad como a nivel geográfico, de tal modo que las colecciones de germoplasma y de herbario, representen debidamente la biodiversidad de este recurso en el país.
- Es necesario que las colecciones o germoplasma locales/nacionales de papa sean indexadas para la Identificación de duplicados y especímenes únicos. Esto se puede hacer tomando como referencia o protocolos del banco de germoplasma de papa del CIP.
- Para asegurar la retroalimentación y la diversidad de los bancos de germoplasma es necesario garantizar la articulación con las comunidades locales de los andes para el mantenimiento de la biodiversidad de la papa, mediante la repatriación de germoplasma libre de enfermedades de los bancos para ser sembrados en las tierras comunales.
- El productor altoandino de papa, en su mayoría alcanza una educación a nivel de primaria, entre sus necesidades insatisfechas destaca el servicio de desagüe; maneja su cultivo de papa bajo sistema tradicional, su escaso ingreso económico se basa en la venta de sus productos agropecuarios en el mercado local; mientras el productor papero de la costa, su educación en su mayoría alcanza a nivel secundario, maneja su cultivo de papa bajo sistema convencional y la producción lo destina hacia grandes mercados.

9.1. RECOMENDACIONES

- Los antecedentes científicos y prácticos concluyen que los lineamientos de conservación, protección y uso de biodiversidad tienen que ser establecidos en base a la necesidad de preservar genes y de mantener viables las poblaciones naturales. Especialmente frente a los diferentes riesgos mencionados en diferentes partes de este reporte.
- Es importante promover esfuerzos para seguir acumulando y generando información que ayude a entender mejor la situación actual de las poblaciones tanto en especies silvestres como en cultivadas. Por ejemplo, se indica que la identificación de hábitats específicamente favorables para la papa son difíciles de identificar consistentemente. Esto es sin duda un vacío de información científica y/o empírica que necesita ser resuelto para responder estas incógnitas. Lo mismo con respecto a catalogar el vigor y la viabilidad de la población en un sitio natural determinado. En muchos casos es posible encontrar poblaciones con plantas apenas sobreviviendo y en otros años, en el mismo nicho, la población muestra un desarrollo excelente. En muchos casos es paradójico que las diferencias ocurran sin distinción climática aparente entre los años de colección.
- Realizar estudios sobre los niveles de dormancia de tubérculos y semillas en los suelos de las poblaciones naturales, evidencia empírica sugiere que condiciones favorables son aprovechadas muy bien por este tipo de unidades propagativas. Otros han sugerido que la papa presenta otras vías de reproducción asexual y de adaptación basada en cambios epigenéticos, pero poco se sabe y ello es un área que necesita explorarse. Responder a estas preguntas permitiría avances significativos en los procesos de conservación y protección de diversidad genética.
- Basado en lo presentado en este reporte, en la presentación de la información científica y técnica, es posible entender mejor algunos aspectos asociados a la expresión de diversidad genética tanto en especies cultivadas y silvestres de papa. Este reporte espera influir en la creación de una visión crítica y emprendedora que permita al final tener herramientas para desarrollar los planes de acción necesarios para asegurar no solo la conservación de la biodiversidad sino también establecer prioridades de investigación, uso, protección de nichos naturales, entendimiento de la biología poblacional, etc. Así como también definir la significancia de colectas futuras y de materiales a preservar en base a una percepción científica y realista.
- Promover revisiones y sistematizaciones de información científica acerca de la biología reproductiva del cultivo de papa, así como de sus parientes silvestres, y de investigaciones científicas realizadas sobre el enfoque de metapoblaciones en el estudio de la dinámica de poblaciones nativas.
- Evaluar la probabilidad de eventos de introgresión como es la producción de híbridos con papas nativas y su posterior adopción por los agricultores.

- Evaluar el posible flujo génico desde la especie cultivada a las silvestres, así como la permanencia de la introgresión. En ese sentido, se pueden evaluar caracteres morfológicos (como el color de la corola) o moleculares.
- La producción tradicional de papa nativa y demás cultivos alto andinos deben ser rescatada, revalorada y fortalecida e incluirla en la agenda de desarrollo local, regional y nacional.
- Frente al cambio climático eminente, investigar y desarrollar sistema de producción de los cultivos alto andinos, por las ventajas de tolerancia y resistencia al cambio climático y plagas y enfermedades.
- Seguir fortaleciendo el sistema SGP, mediante la mejora de los procesos metodológicos e instrumentos de evaluación, desde el nivel de las unidades productivas. Por otra parte, continuar buscando el reconocimiento por parte del Estado al sistema SGP, vía una norma que les de seguridad a los pequeños productores agroecológicos en el largo plazo.
- La evaluación y colección de plagas, enfermedades y microorganismos blanco y no blanco deberían realizarse en las etapas fenológicas de floración y cosecha, debido a que la presencia, población y composición de éstos es variable en estos estados, de tal manera de tener una información más completa y actualizada. Esta información servirá para identificar problemas fitosanitarios actuales y/o potenciales que afectarían al cultivo de papa y determinar las medidas de control más eficientes y sustentables evitando así afectar principalmente la seguridad alimentaria de los agricultores de escasos recursos.
- Para tener una mayor información sobre el potencial de “Fertilidad natural del suelo” sería conveniente no sólo la cuantificación de los Grupos funcionales de microorganismos sino también el aislamiento e identificación de especies que son conocidas como biocontroladores de plagas y enfermedades así también de otras especies promotoras del crecimiento de la planta y micorrizas
- Informar y hacer mayor difusión entre los productores de papa y a toda la sociedad civil, sobre los OVM y los posibles impactos que podrían causar su introducción al país, en especial en el Centro de origen del cultivo de papa.

10. GLOSARIO

Alogamia: es un tipo de reproducción sexual en plantas consistente en la polinización cruzada y fecundación entre individuos genéticamente diferentes. Este tipo de reproducción favorece la producción de individuos genéticamente nuevos y, por ende, la generación constante de variabilidad genética en las poblaciones.

Agroecología. Según MINAM, es una disciplina que utiliza principios y métodos ecológicos y técnicos con el fin de mejorar el desarrollo productivo de las cosechas agrícolas, preservando la biodiversidad, el ciclaje de nutrientes, mejorando el uso de recursos locales y aprovechando el conocimiento tradicional. Todo esto de manera sostenible.

Agrobiodiversidad nativa. Según el DS 20-2016-MINAGRI, es la parte de la agrobiodiversidad que corresponde a las especies que se han originado y han obtenido sus características distintivas en el país.

Agroecosistema. Según el DS 20-2016-MINAGRI, es un ecosistema culturalmente intervenido en forma consciente por el ser humano y en provecho suyo, con fines agropecuarios, para proveerse de alimentos y otros bienes y servicios. Los agroecosistemas constituyen sistemas agrícolas dentro de pequeñas unidades geográficas, tal como un predio o un área específica, de modo tal que al interior de los mismos destacan las interacciones entre la gente y los recursos de producción de alimentos. En el presente estudio, se utiliza de manera similar que la zona agroecológica.

Anemofilia: es la adaptación de muchas plantas espermatofitas que aseguran su polinización por medio del viento. El término se aplica también a cualquier dispersión de esporas realizado por el viento, como ocurre en muchos hongos o en los helechos.

Arvense. Es cualquier especie vegetal que crece de forma silvestre en una zona cultivada o controlada por el ser humano como cultivos agrícolas o jardines. Esto hace que prácticamente cualquier planta pueda ser considerada *mala hierba* si crece en un lugar en el que no es deseable. Algunas plantas de algodón que fueron cultivadas en un tiempo y quedaron solitarias en lugares aledaños a los cultivos, pasan a ser arvenses.

Colecta de germoplasma. Germoplasma, según la FAO, es el material genético que constituye la base física de la herencia y que se transmite de una generación a la sucesiva mediante las células germinales. Colecta, entonces es tomar muestras de dicho germoplasma para su identificación, caracterización y conservación en adecuadas condiciones *ex situ*.

Ecología. Según Antonio Brack, del griego oikos = casa y logos = estudio o conocimiento, es la ciencia que estudia las relaciones entre el ambiente y los seres vivos; y trata de descubrir los mecanismos que nos relacionan con el ambiente y de desarrollar formas para controlar los impactos negativos, que pueden conducir a un desastre a la humanidad, por la destrucción de la capacidad de la biosfera de mantener viva a una especie indefinidamente.

Ecosistema. Un ecosistema es la unidad ecológica funcional básica donde todos los componentes del ambiente (plantas, animales, microbios, suelo, agua, aire, energía solar, rocas, minerales, etc.) son interdependientes. En el presente estudio, se utiliza con el enfoque de regiones naturales que le da Pulgar Vidal a la clasificación del ecosistema.

Especies cultivadas o domesticadas. Según el DS 20-2016-MINAGRI, son aquellas especies que han sido seleccionadas por el ser humano, de manera que dependen de éste para su sobrevivencia.

Estudio socioeconómico. Análisis de la situación económica y social de una persona, familia o un grupo social específico. El estudio socioeconómico de la

persona que tiene o cultiva algodón analiza una serie de variables que darán un indicador que permitirá caracterizarlo.

Flujo de genes: se define como el movimiento de información genética entre individuos, poblaciones o taxones de forma que se incorporan genes dentro de otro pool genético.

Incidencia. Porcentaje de plantas con enfermedad y sanas

Indicadores de pobreza. indicador de pobreza es un parámetro estadístico que la Organización de Naciones Unidas (ONU) ha desarrollado con la misión de medir el nivel de vida que prevalece en los países, es decir, en este caso particular nos permite conocer a partir de una cifra cuántos ciudadanos viven en condiciones de pobreza. En el presente estudio se puede comentar que las personas relacionadas con el cultivo de papa en las zonas prospectadas, presentan indicadores de pobreza en distintos niveles o grados.

Línea de base. Estado actual del área de actuación, previa a la ejecución de un proyecto. Línea de base del algodón, permite conocer el estado actual de esta especie.

Mapa. Se trata de un dibujo o esquema que representa una cierta franja de un territorio sobre una determinada superficie de dos dimensiones.

Micorriza arbuscular: es un tipo de micorriza en la que el hongo penetra en las células corticales de las raíces de una planta vascular. Se caracterizan por la formación de estructuras únicas, arbuscúlos y vesículas de los hongos del phylum Glomeromycota, teniendo una asociación simbiótica con la planta. El hongo ayuda a la planta a capturar nutrientes como fósforo, azufre, nitrógeno y micronutrientes del suelo.

Micorriza: es la unión íntima de la raíz de una planta con las hifas de determinados hongos.

Microorganismo. Organismo vivo, muy pequeño que solamente puede ser visto a través del microscopio. En el presente estudio, nos referimos a los hongos, bacterias y actinomicetos que se encuentran en la rizosfera y hojas de la papa.

NMP/g: número más probable por gramo del suelo, se usa en recuento de bacterias

Organismo blanco: aquel organismo al cual está destinado el control de los OVM.

Organismo no blanco: aquel organismo que comparte el mismo medio ambiente y que no es el objetivo del control para el que han sido desarrollados los eventos OVM.

OVM: Organismo vivo modificado.

Parientes silvestres de cultivares. Según el DS 20-2016-MINAGRI, son especies consideradas como los parientes más cercanos de las especies cultivadas, que poseen un importante potencial genético, para el mejoramiento de los cultivos, y son considerados un recurso vital para la alimentación del hombre; sin embargo, estos genes corren riesgos de erosión por diversos factores.

Plaga potencial: organismos fitófagos asociados a los cultivos, su presencia no es perceptible por el agricultor porque no ocasiona daño económico y pasa por desapercibido

Plaga ocasional: organismos fitófagos que por el incremento de sus poblaciones pueden ocasionar daño importante temporalmente, luego de un control o por factor de mortalidad, se reducen sus poblaciones y deje de ser plaga.

Plaga clave: Organismos fitófago con daños económicos y perseverante en tiempos prolongados, el agricultor siempre dirige alguna forma de control.

Pobreza. Según INEI, es una condición en la cual una o más personas tienen un nivel de bienestar inferior al mínimo socialmente aceptado. En una primera aproximación, la obreza se asocia con la incapacidad de las personas para satisfacer sus necesidades básicas de alimentación. Luego, se considera un concepto más amplio que incluye la salud, las condiciones de vivienda, educación, empleo, ingresos, gastos, y aspectos más extensos como la identidad, los derechos humanos, la participación popular, entre otros.

Práctica agrícola tradicional. Es la actividad que realiza un agricultor desde tiempos ancestrales, para conducir sus cultivos o las plantas que conviven con él y su familia.

Procarionte: son las células sin núcleo celular definido, es decir, el material genético se encuentra disperso en el citoplasma, reunido en una zona denominada nucleoide

Prospección. Es la exploración de posibilidades futuras basada en indicios presentes (RAE, 2007).

Prospección biológica. Es la exploración, basada en indicios históricos o del presente, sobre las posibilidades futuras de los recursos biológicos.

Región natural. Pulgar Vidal define el término región como el área continua o discontinua, en el cual son comunes o similares el mayor número de factores del medio ambiente natural y que, dentro de dichos factores, el hombre juega el papel más activo como agente modificador de la naturaleza.

Rizósfera: Región del suelo cuya actividad biológica es influenciada por las raíces de las plantas. Aquí los exudados de las raíces afectan los procesos del suelo y los microorganismos que se encuentran en él.

UCF/g: unidad formadora de conidias por gramo del suelo, se usa en mohos, levaduras y actinomicetos

Uso tradicional. El uso que se le da en este caso a las diversas partes o a toda la planta de algodón nativo, desde tiempos ancestrales.

Zona agroecológica. Están definidas por condiciones climáticas como temperatura (relacionada a altitud), humedad disponible (determinada por la precipitación y evapotranspiración) y la geomorfología (fondo de valle, laderas, cumbres). Son factores que condicionan los cultivos y crianzas que se puedan producir y sus niveles de producción. A este nivel, algunos factores limitantes pueden ser modificados, aunque a elevados costos energéticos. En el presente estudio, las zonas agroecológicas están relacionadas con la clasificación micro de Mario Tapia, dentro de las sub regiones en que clasifica a la Sierra del Perú.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Las referencias bibliograficas se encuentran en formato electrónico en el Anexo 9 Carpeta "Recopilación Bibliográfica" están ordenadas por Tema.