

El cultivo de papa, recursos genéticos y retos para el futuro

Potato cultivation, genetic resources and challenges for the future

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7724758>

AUTORES: Fernando Cobos Mora^{1*}

Edwin Hasang Moran²

Reina Medina Litardo³

Edgar Orellana Hidalgo⁴

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: fcobos@utb.edu.ec

Fecha de recepción: 01 / 09 / 2022

Fecha de aceptación: 21 / 11 / 2022

RESUMEN

La papa es uno de los cultivos de mayor importancia en Ecuador y Perú, donde se siembran anualmente alrededor de 22.107 y 330,000 hectáreas respectivamente; tiene importancia agronómica, económica y cultural; porque constituye un alimento básico para las familias campesinas. Este producto agrícola tiene un contenido importante de almidón con un promedio de 14%. Además, su contenido de proteínas y grasas es bajo, con grandes posibilidades de industrialización, a través de productos con valor agregado y altamente aceptados por los consumidores. Sin embargo, el desarrollo de este rubro se ve limitado por una serie de factores internos y externos, como la emergencia de nuevas plagas, los bajos rendimientos, efecto climático y la falta de información agrícola disponible que limitan su competitividad. La presente revisión bibliográfica aborda diferentes aspectos sobre este cultivo, su manejo, variedades y tecnologías de producción en Ecuador.

^{1*} Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador

² Universidad Agraria del Ecuador, Av. 25 de Julio, 090104, Guayaquil, Ecuador

³ Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Ecuador

⁴ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP

Palabras clave: Cultivo de papa, alimento, población, diversidad, manejo.

ABSTRACT

The potato is one of the most important crops in Ecuador and Peru, where around 22,107 and 330,000 hectares are planted annually, respectively; it has agronomic, economic and cultural importance; because it constitutes a staple food for peasant families. This agricultural product has a significant content of starch with an average of 14%. In addition, its protein and fat content is low, with great possibilities for industrialization, through value-added products that are highly accepted by consumers. However, the development of this item is limited by a series of internal and external factors, such as the emergence of new pests, low yields, climatic effects and the lack of available agricultural information that limit its competitiveness. This bibliographic review addresses different aspects of this crop, its management, varieties and production technologies in Ecuador.

Keywords: Potato cultivation, food, population, diversity, management.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) es una de las principales fuentes de alimentación a nivel mundial, cuyos atributos, especialmente energética, le ha permitido ocupar el segundo lugar en importancia después del trigo y a nivel de Ecuador y Perú, el primer lugar en producción y por la gran cantidad de mano de obra que se utiliza. Sin embargo, a pesar que los Andes, es el centro de origen de este tubérculo, no se han hecho los esfuerzos necesarios para mejorar su producción, y la preservación del germoplasma existente (Reátegui y Aguirre, 2019). Por su parte, (Devaux *et al.* 2014), afirman, que la papa es el tercer cultivo alimenticio de mayor importancia para consumo a nivel mundial, y ha sido muy recomendado como cultivo de seguridad alimentaria por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación ante el incremento constante de la población y las necesidades por alimento del mundo.

Según el informe del Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri), el Perú ocupa el puesto 14 como productor mundial de papa, solo superado por China (1), Rusia (2), India (3), entre otros. Sin embargo, es el principal productor de papa en América Latina con una

producción anual de 5.3 millones de toneladas en el 2019. Se reporta que en el año 2019, se lograron más de 34 millones de jornales de trabajo, en las áreas andinas. Además, este cultivo ha sido producido a nivel nacional por 711,313 familias, concentrándose el 90% de la producción en la sierra y destacando las variedades nativas (Gestión, 2020).

En esta publicación, se hace una revisión de algunos aspectos importantes del cultivo de papa en Ecuador y el Mundo, relacionado con su importancia, manejo, y perspectivas futuras, considerando el incremento poblacional, el cambio climático y la seguridad alimentaria.

METODOLOGÍA

El análisis propuesto es pertinente, debido a la importancia que este cultivo representa como patrimonio de los pueblos nativos y a su vez como insumo de interés para el desarrollo de la industria moderna, en especial de la alimenticia.

Esto a través de la revisión de información existente relacionada proveniente de fuentes secundarias de carácter bibliográfico e informativo para posteriormente proceder a emitir conclusiones generales.

Se presenta para el desarrollo de la investigación un proceso unimétodo con paradigma pragmático, el cual según Lewin (1946), citado por Duque (2015), permite esclarecer el quehacer profesional en el manejo de problemas sociales específicos; Duque (2015), acota interpretando al paradigma como una investigación o acción que estudia una situación social para buscar una mejora en el accionar de la misma.

Origen e importancia

La papa (*S. tuberosum* L.) es originaria de la gran Cuenca del Lago Titicaca, meseta del Collao, ubicada entre Perú y Bolivia, región donde se localiza aproximadamente el 50% de las especies de papas silvestres y ocho especies de papas cultivadas (INIA, 2020). La papa es una planta alimenticia que ha estado relacionada con las culturas preincaicas, cuyas evidencias arqueológicas a través de las representaciones cerámicas de las culturas Moche y Chimú, la presentan como el alimento que formaba parte de la dieta de los antiguos

peruanos (Egúsquiza, 2014), siendo considerado el Perú como centro de origen de la papa (INIA, 2020).

La domesticación de la papa se inició hace 10000 años o 8000 años en base a la siembra de diferentes especies silvestres producto de la hibridación entre ellas y luego de las sucesivas generaciones de selección por el agricultor, en base a producción de tubérculos, tamaño, sabor y la adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas de los Andes peruanos. Asimismo, los antiguos peruanos contribuyeron con la deshidratación de la papa para su consumo en productos como el “chuño” o “moraya” o “tunta”, como una alternativa para aprovechar y conservar los tubérculos amargos de las papas primitivas (Egúsquiza, 2014). La importancia de este cultivo, originaria de la región andina, es contribuir con la seguridad alimentaria de los países, debido a su valor nutricional. (PNIA, 2019)

Importancia del cultivo de papa

La papa a nivel mundial se siembra en más de 156 países; es el tercer cultivo utilizado para consumo humano después del arroz y el trigo y el cuarto producto agrícola con mayor demanda a nivel mundial, antecedido por los cultivos de maíz, trigo y arroz, respectivamente (PNIA, 2019).

La producción mundial total del cultivo de papa para el año 2017 supero los 388 millones de toneladas (FAO, 2019). Los principales países productores de papa son 157 de los cuales, los encabeza China, seguido de India, Rusia, Ucrania, y otros. También, se observa una tendencia a un incremento anual de la producción por encima de los 300 millones de toneladas en zonas que oscilan entre 18 a 19 millones de hectáreas dedicadas al cultivo a nivel mundial. La producción promedio mundial es de 8.5 t/ha, existiendo variación; pero, muchos de los países desarrollados producen más de 20 t/ha (PNIA, 2019).

En Ecuador la papa es un producto alimenticio milenario, siendo su ámbito de producción las tierras altas andinas; tiene importancia agro-económica porque constituye un alimento básico para las familias campesinas; teniendo en cuenta que la agricultura familiar satisface la demanda nacional de alimentos; y en particular sustenta el 64% de la demanda nacional de papa (Mora *et al.*, 2018).

Este cultivo posee relación directa al sector rural, donde la agricultura en los ámbitos productivo, económico y social es una de las actividades más relevantes y representa con el 9% del PIB nacional al año 2018. (MAG, 2019). Por otro lado, las exportaciones en Ecuador al año 2017 aumentaron en 21,05 %; de las cuales, el 94,21% fue como papa fresca (sin procesamiento); para el año 2018 registró un total de volumen exportado de 361,76 y el principal destino fue USA con el 87,03%.

En Ecuador se han identificado tres áreas dedicadas a su cultivo (Figura 1): al norte, en las provincias de Carchi e Imbabura; al centro, en Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar; al sur, en Cañar, Azuay y Loja (Araujo *et al.*, 2021). A nivel nacional, la superficie sembrada es de 22.107 hectáreas, el rendimiento es de 517.655 toneladas y el consumo per cápita es 26 kg/persona año-1 (INEC, 2019). La provincia del Carchi tiene la mayor producción de papa del Ecuador, representando el 38% de la producción total del país, seguida de Chimborazo (16,57%) y Tungurahua (10,34%). (INEC, 2019). La provincia del Carchi mantiene el mayor rendimiento de este cultivo, superando a la media nacional (23.41 t ha⁻¹) durante el año 2019 alcanzando 32.01 t ha⁻¹; en tanto que Cotopaxi es la provincia de menor rendimiento con 11.20 t ha⁻¹ (MAG, 2019).

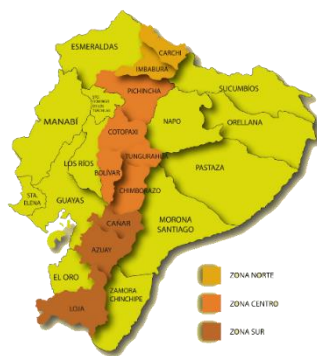


Figura 1. Zonas de producción de papa en el Ecuador

Fuente: Araujo *et al.*, 2021

Descripción taxonómica

La papa pertenece a la familia de las solanáceas, y todas las especies, tanto cultivadas como silvestres, pertenecen a la sección *Petota* del género *Solanum*. La sección *Petota* se subdivide en series, especies y subespecies.

Hay varios sistemas de clasificación de la papa, los cuales se basan principalmente en el número de series y especies reconocidas. Así, hay tres sistemas de clasificación de las variedades cultivadas de papa, los cuales reconocen 3, 8 ó 18 especies, según el grado de variación existente dentro de cada característica usada para distinguir una especie de la otra. De ellos, el que reconoce ocho especies cultivadas es el más universalmente utilizado (Campos, 2014). A la fecha no hay consenso acerca de la clasificación de la papa. A lo largo de la historia se han presentado diferentes puntos de vista entre los taxónomos; además, muchos investigadores han aplicado diferentes conceptos taxonómicos para reconocer grupos y especies (Campos, 2014).

Ubicación taxonómica de la papa *Solanum spp*

Según MINAM (2019), la especie papa *Solanum spp* es clasificada jerárquicamente según las siguientes categorías taxonómicas:

Reino: Plantae

División: Angiospermae

Clase: Eudicotyledoneae

Sub Clase (Clado 2): Asteridae

Super orden (Clado 1): Lámidas

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Según MINAM (2019), en el Tabla 1, se presenta la clasificación para los principales tratamientos taxonómicos de las plantas cultivadas

Hawkes (1990)		Ochoa (1990, 1999)		Spooner <i>et al.</i> , (2007)	
Especie	Polodia	Especie	Polodia	Especie	Polodia
<i>Solanum ajanhuiri</i>	2n=2x=24	<i>S. x ajanhuiri</i>	2n=2x=24	<i>S. ajanhuiri</i>	2n=2x=24
<i>S. curtilobum</i>	2n=5x=60	<i>S. x curtilobum</i>	2n=5x=60	<i>S. curtilobum</i>	2n=5x=60
<i>S. juzepczukii</i>	2n=3x=36	<i>S. x juzepczukii</i>	2n=3x=36	<i>S. juzepczukii</i>	2n=3x=36
<i>S. tuberosum</i>	2n=4x=48	<i>S. tuberosum</i>	2n=4x=48	<i>S. tuberosum</i>	2n=4x=48
<i>subsp. andigena</i> Hawkes		<i>subsp. andigena</i> Hawkes		Grupo Andigenum	
<i>subsp. tuberosum</i> Hawkes		<i>subsp. tuberosum</i> Hawkes		Grupo Chilotanum	
<i>S. chaucha</i>	2n=3x=36	<i>S. x chaucha</i>	2n=3x=36	<i>S. tuberosum</i>	

Hawkes (1990)		Ochoa (1990, 1999)		Spooner <i>et al.</i> , (2007)	
Especie	Polodia	Especie	Polodia	Especie	Polodia
<i>S. phureja</i>	2n=2x=24	<i>S. phureja</i>	2n=2x=24	(<i>Grupo Andigenum</i>)	
		<i>S. stenotomum</i>	2n=2x=24		
<i>S. stenotomum</i>	2n=2x=24	<i>S. goniocalyx</i>	2n=2x=24		

Tabla 1. Principales tratamientos taxonómicos de las papas cultivadas

Fuente: MINAM (2019)

Biodiversidad y variedades de papa

Ecuador, Perú y Bolivia forman parte de los ocho centros mundiales de origen de las plantas cultivadas, el Centro Suramericano, según la propuesta de clasificación de centros de origen de Vavilov en 1931. Menciona que existen cultivos originarios de estos centros y que han adquirido importancia mundial como: pimiento (*Capsicum annum*), calabaza (*Cucurbita maxima*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*), papa varias especies (*Solanum spp.*), quinua (*Chenopodium quinoa*), cacao (*Theobroma cacao*) y yuca (*Manihot esculenta*) (Tapia *et al.*, 2017).

Existe una gran variabilidad genética del cultivo, por cuanto es nativo de Ecuador y Perú. La variabilidad de la papa no sólo se observa en la especie cultivada (*Solanum tuberosum*), también existe variabilidad inter específica con la existencia de otras especies como *S. acaule*, *S. phureja*, o *S. andigena*, en esta última hay muchas variedades cultivadas en Ecuador y Perú conocidos como “papas nativas”, una pequeña muestra de la variabilidad del cultivo de papa, en términos de genotipos, se muestra en el análisis nombrado “Potato landraces: description and dynamics in three 15 reas of Ecuador” (Monteros, 2011). Este documento identifica hasta 33 razas de papa, procedente del germoplasma en tres sitios de Ecuador: Carchi, Chimborazo y Loja, seleccionadas por su tolerancia a tizón tardío, además de características de calidad y preferencias del agricultor.

Según investigaciones realizadas por investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), referente a genotipos de papa nativas en cuatro provincias de la Sierra centro y norte de Ecuador. Se ha encontrado que 47 cultivares de papa ya no se cultivan; mientras que 120 cultivares son cultivadas en las provincias estudiadas. Esto significa que alrededor del 28% de los cultivares nativos de papa ya no se

encuentran en las parcelas, es decir se han perdido. Si este es el caso en un cultivo extensivo, debe asumirse que la situación de erosión genética para otros cultivos menos conocidos será mucho más grave. (Monteros *et al.*, 2010).

Agroecosistema de la papa

Los agroecosistemas, son sistemas complejos cuyas propiedades están determinadas por sus componentes y las interacciones entre ellos. Son sistemas ecológicos (ecosistemas) con componentes biológicos, modificado por el hombre, ligados a variables socioeconómicas, con la finalidad de producir bienes y servicios de importancia económica. La complejidad de los agroecosistemas no debe ser entendida simplista, reduccionista y fragmentada de la realidad, para lograr un manejo sustentable que incluya aspectos económicos, socioculturales, ecológicos y temporales (Sarandón, 2014).

Perú como Ecuador, por ser países megadiversos, y centro de origen de las papas cultivadas y silvestres presentan dos ecosistemas diferenciados: el agroecosistema de las papas cultivadas y el agroecosistema de las papas silvestres (MINAM, 2019).

Los agroecosistemas de las papas cultivadas

En el caso de la papa cultivada, el Perú y Ecuador por ser centro de origen de este cultivo se reconocen al menos 16 agroecosistemas tipo, que van desde el nivel del mar hasta altitudes por encima de los 3500 msnm. La altitud y el área de explotación de la papa tienen una relación inversa con la diversidad genética y el enfoque de mercado. Las variedades nativas amarillas y pigmentadas moradas y rojas para el consumo fresco y hojuelas (chips), así como las variedades blancas y algunas nativas amarillas para hojuelas y tiras fritas (french fries potatoes), han logrado una mayor presencia en los últimos años (MINAM, 2019).

Los agroecosistemas de las papas silvestres

Las papas silvestres se distribuyen en 16 países de América entre 38° de latitud Norte y 41° de latitud Sur, donde Argentina, Bolivia, México y Perú reúnen el 88% de las especies. La mayoría de ellas son raras y endémicas. El Perú tiene el mayor número de especies (93), seguido de Bolivia (39). La mayor riqueza de especies se ubica entre 8° y 20° de latitud Sur

y alrededor de 20° latitud Norte (norte de Argentina, centro de Bolivia, centro de Ecuador, centro de México y, especialmente, el sur y norte-centro de Perú). Específicamente, las papas silvestres se encuentran entre 2000 y 4000 msnm (MINAM, 2019). En el Perú, las papas silvestres 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 (MINAM, 2019).

Variedades de papa en Ecuador

Del total de 284 variedades obtenidas por el INIAP, 23 variedades son de papa; además mantiene una colección de 550 variedades de las especies: *S. andigena*, *S. phureja*, *S. stenotomum* y *S. chaucha*. En el país se siembran alrededor de 30 genotipos mejorados, los más cultivados son: Superchola, Única, Yema de huevo e INIAP Fripapa, que representan más del 50% del área sembrada en el país (Araujo *et al.*, 2021).

Zona norte: Carchi e Imbabura. Las variedades más representativas son: Superchola, Diacol-Capiro, Rosada, Roja, Parda, Violeta y Única (Cuesta *et al.*, 2014).

Zona centro: Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo. Las variedades más importantes son: INIAP- Gabriela, INIAP-Natividad, INIAP-Cecilia, INIAP-Fripapa, INIAP-Santa Catalina, Superchola, Yema de huevo, Uvilla y Leona blanca (Cuesta *et al.*, 2014).

Zona sur: Cañar, Azuay y Loja, las variedades predilectas son: Bolona, Jubaleña, Suscaleña, Uvilla, Carrizo, Chauchas, INIAP-Santa Catalina, INIAP-Fripapa y Superchola (Cuesta *et al.*, 2014)

Principales prácticas culturales

Elección del terreno. La elección del terreno resulta importante para el éxito en la producción del cultivo de papa. Se deben considerar los criterios siguientes: la presencia de plagas y enfermedades, presencia de distintos tamaños de agregados de suelo y que tengan una capa arable por arriba de los 30 cm, ricos en materia orgánica y nutriente, de tipo negro-andino y de textura arcillosa. De preferencia seleccionar terrenos nuevos o que hayan descansado por lo menos 3 años. Resulta importante, evitar zonas expuestas a heladas,

eligiendo lotes con algún grado de pendiente, debido a que éstos son menos afectados por las heladas; pero, evitar usar terrenos en zonas de anegamiento o con exceso de humedad en el suelo (INIAP, 2014)

Preparación del suelo. La arada debe ser profunda, con tractor, yunta o pico, realizándose al menos un mes antes de la siembra, tiempo suficiente para la descomposición de las malezas y residuos vegetales. Con respecto a la rastra, se deben realizar las necesarias hasta que el terreno quede bien mullido, y se realiza en sentido contrario al arado. El abonamiento se aplica durante el arado en una cantidad de 5 t/ha, esto mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, facilitando la acción de los fertilizantes químicos. La rastra se realiza normalmente con tractor con el fin de desmenuzar bien el suelo; para que las semillas tengan un buen contacto con el suelo favoreciendo su desarrollo. El surcado se realiza un día antes de la siembra buscando mantener la humedad en el terreno. La orientación del surco debe ser en contra a la pendiente, puede realizarse con tractor, yunta o con azadón. La distancia entre surco puede ser de 0,90 a 1,20 m dependiendo de la variedad; si es de origen Tuberosum el espacio es menor y si es de origen indígena, el espacio debe ser mayor (INIAP, 2014).

Siembra. Para la siembra, se debe aplicar el fertilizante a chorro continuo al fondo del surco, se tapa el fertilizante con una ligera capa de tierra para evitar que entre en contacto con la semilla y se quemen los brotes. Depositar la semilla de buena calidad, cada 25 a 40 cm de distancia. Si la semilla es pequeña (> a 60 g), deposite 2 a 3 tubérculos por golpe, si es mayor a 60 g, deposite una semilla por golpe. La distancia entre surcos varía de 90 a 120 cm dependiendo de la variedad. Finalmente, tapar con azadón o tractor, la semilla con una capa de aproximadamente 10 cm de tierra. La siembra debe coincidir con la época de lluvias para mantener la humedad del suelo y el normal crecimiento del cultivo (INIAP, 2014).

Fertilización. Para asegurar una buena producción de papa es necesario realizar una fertilización adecuada, para ello un mes antes de la siembra, muestrear el suelo del terreno

que se van a cultivar, determinando mediante un análisis de suelo la recomendación adecuada de fertilización (Tabla 2).

Interpretación del análisis de suelo	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Azufre
	no	Kg / ha		
Bajo	150-200	300-400	100-150	40-60
Medio	100-150	200-300	60-100	20-40
Alto	60-100	100-200	40-60	0-20

Tabla 2. Fertilización cultivo de Papa

Fuente: INIAP, 2014

Deshierbo. Se realiza a los 15 días después de la siembra; consiste en eliminar las malezas que existe alrededor de la planta, removiéndose superficialmente el suelo para evitar la pérdida de humedad (Yanchatipan, 2020).

Aporque. Es la labor que se realiza entre los 75 días a los 90 días dependiendo de la variedad. Consiste en cubrir con tierra la base de la planta de papa, Esta etapa es cercana la floración, cumple con la función de eliminar las malezas, dar aireación a la planta y cubrir los estolones para favorecer la tuberización (INIAP, 2014).

Cosecha. La cosecha se debe realizar cuando las plantas hayan alcanzado su madurez fisiológica (cambio del color del follaje de verde a amarillo – café, ausencia de floración y evidencia de acame en las plantas), además al friccionar la piel del tubérculo no se desprenda de esta. Si se realiza en forma manual se utiliza el azadón, retirando un poco de tierra de los costados de los surcos. Luego se invierte el suelo en donde se encuentra la planta, quedando los tubérculos en la parte superficial listos para ser recogidos. Mientras que, por el método mecanizado, se puede utilizar la cavadora de molinete o de cadena sin fin. Se ha comprobado que estas máquinas son capaces de trabajar eficientemente en suelos franco-arenosos, sobre pendientes de hasta 8%. Si se realiza por medio de tracción animal se puede utilizar yunta con reja (INIAP, 2014).

Plagas y Enfermedades. El termino de plagas o peste se refiere al conjunto de anomalías que se presentan durante el crecimiento y funcionamiento del cultivo

causadas por agentes bióticos y abióticos; incluyéndose además de insectos a las enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus (Tabla 3) y aquellas causadas por factores como deficiencias nutricionales, salinidad, heladas y granizos (Pijuango, 2020).

Nombre común	Nombre científico
Plagas	
Polilla guatemalteca o mariposa de los anillos, polilla andina y polilla común de la papa	<i>Symmetrischema tangolias</i> , <i>Tecia solanivora</i> , <i>Phthorimaea operculella</i>
Pulgones o áfidos	<i>Myzus persicae</i> y <i>Macrosiphum euphorbiae</i>
Gusano blanco	<i>Premnotrypes vorax</i>
Nematodo del quiste de la papa	<i>Globodera pallida</i>
Paratrioza, psílido de la papa, pulgón saltador, salerillo, piojos saltones, piojos brincadores.	<i>Bactericera cockerelli</i>
Pulguilla	<i>Epitrix spp.</i>
Trips	<i>Frankliniella tuberosi</i>
Gusano de la hoja, gusano tungurahua, yata o ninacuro	<i>Copitarsia sp.</i>
Mosca minadora	<i>Liriomyza huidobrensis</i>
Enfermedades	
Pie negro	<i>Pectobacterium spp.</i> , <i>Dickeya spp.</i>
Punta morada de la papa (PMP) y/o papa manchada, papa rayada o chip cebra	<i>Candidatus Phytoplasma solanacearum</i> <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i> (CaLso)
Lancha temprana o tizón temprano	<i>Alternaria solani</i>
Lancha, tizón tardío	<i>Phytophthora infestans</i>
Roya	<i>Puccinia pittieriana</i>
Oidiosis o mildiu pulverulento	<i>Golovinomyces cichoracearum</i> (<i>Syn. Erysiphe cichoracearum</i>)
Rhizoctonia o costra negra	<i>Rhizoctonia solani</i>
Sarna polvorienta, roña	<i>Spongospora subterranea</i>
Sarna común	<i>Streptomyces scabies</i>
Lanosa	<i>Rosellinia sp.</i>

Tabla 3. Plagas y enfermedades en papa

Fuente: Araujo *et al.*, 2021

El Manejo Integrado de Plagas - MIP, es un conjunto de actividades y métodos de control que ayuda mutuamente, para planificar y ejecutar cuidadosamente en un ámbito que vaya más allá del ciclo del cultivo (Diogardo, 2014). Considerando, que la presencia de plagas y enfermedades está determinada directamente por los siguientes factores: a) Clima: Cantidad de lluvia, humedad relativa, temperatura y evaporación; b) Factores biológicos: Susceptibilidad de las variedades cultivadas, estados fenológicos, densidad de siembra y la virulencia de los agentes causales de las enfermedades. Por lo tanto, para mantener en niveles bajos la población de los insectos plaga y enfermedades para evitar causar daño al cultivo, es necesario realizar un manejo integrado de control con acciones tanto preventivas como curativas, con la finalidad de reducir los gastos en plaguicidas por su empleo racional, en beneficio del ambiente, del agricultor y animales, en la obtención de productos de calidad (Araujo *et al.*, 2021).

DISCUSIÓN

El Perú y Ecuador es el centro más importante de domesticación de la papa, pero, su expansión global ha permitido que esté expuesta a muchos problemas sanitarios y a la adaptación de diversos ambientes, así como en la mejora de su productividad. Por lo tanto, es necesario, la generación de nuevas variedades para estos agroecosistemas andinos y para otras regiones del mundo.

La agricultura en general se ve afectada por los impactos desfavorables del cambio climático amenazando la seguridad alimentaria mundial; entre los efectos del cambio climático sobre la papa se incluyen los siguientes factores: incremento de temperatura, aumento de plagas y enfermedades, estrés hídrico, incremento de los niveles de carbono en la atmósfera, cambios en la distribución e intensidad de las lluvias y del incremento en la frecuencia de granizadas, heladas y nevadas en altitudes elevadas (Alonso, s/f).

Las regiones que más dependen de la producción de papa para la seguridad alimentaria son también las regiones menos capaces de invertir en la agricultura y son las más afectadas por

los impactos del cambio climático. Por lo tanto, Estas regiones requerirán de asistencia técnica para adaptaciones específicas al cambio climático (Raymundo *et al.*, 2017).

Según la FAO (2019), el cambio climático podría causar vulnerabilidad en los parientes silvestres de la papa, señalando que hasta un 12 % se perderían por los cambios de las condiciones del clima en las que se desarrollan; reduciéndose hasta en un 70 % las áreas donde crecen estas papas. Entonces, existe la necesidad de implementar estrategias de conservación de germoplasma in situ (agricultores altoandinos) y ex situ (Bancos de Germoplasma).

Existe la necesidad de establecer alianzas institucionales ente el INIAP, SENASA, Gobiernos locales, universidades, entre otros, para realizar investigaciones científicas sobre como los agroecosistemas de la papa tendrían que adaptarse a los cambios climáticos futuros (MINAM, 2019)

La amplia diversidad genética del cultivo de papa y su alto grado de adaptación a ambientes desfavorables resulta de vital importancia en la producción y calidad de los alimentos, como en las sociedades y en la cultura de los agricultores, por ello el mejoramiento genético sigue siendo una herramienta para desarrollar nuevas variedades para enfrentar los efectos negativos del cambio climático (MINAM, 2019).

Las nuevas herramientas biotecnológicas desarrolladas para el aprovechamiento de la diversidad genética de la sección *Petota* del género *Solanum* para su uso en cisgénesis (intragénesis), y la mutación dirigida (edición genómica) resulta una alternativa para la modificación del genoma en comparación a la transgénesis convencional (MINAM, 2019).

Es necesario considerar los derechos de propiedad intelectual por el acceso a los genes, tecnología de transferencias y la edición, en virtud que los agricultores, las universidades, los institutos como el INIAP y el CIP, han sido los principales obtentores de variedades de

papa, motivo por el cual es necesario estimular, tanto para la conservación del germoplasma como la continuidad de los estudios científicos (MINAM, 2019).

La conservación in situ de las papas nativas ha sido fundamental para garantizar la conservación de este valioso tubérculo, en base a los conocimientos y tradiciones ancestrales, para mantener la seguridad y la soberanía alimentaria. Además, de contar con el apoyo de la Cooperación Técnica a las iniciativas “conservacionistas” como es el caso del Parque de la papa, entre otras. Sin embargo, esta cooperación actualmente es reducida por lo que debe ser asumida por las instituciones públicas en sociedad con las organizaciones civiles (MINAM, 2019).

CONCLUSIONES

La papa es uno de los cultivos de mayor importancia en Ecuador y Perú en términos de ingresos y nutrición.

La amplia diversidad genética de la papa, permite enfrentar los efectos desfavorables del cambio climático; estrés hídrico, incremento de plagas y enfermedades.

El desarrollo de nuevas herramientas biotecnológicas como la cisgénesis y la mutación dirigida (edición genómica), permitirá un mejor aprovechamiento de la diversidad genética del género *Solanum* para la generación de nuevas variedades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, J. (s/f). Cinco iniciativas andinas que estarían contribuyendo a la adaptación de la papa al cambio climático. Recuperado de <https://medium.com/@redepapa/la-papa-y-el-cambio-climatico-fc70e4956052>.
- Araujo, M., Cartagena, Y., Castillo, C., Cuesta, H., Monteros, J., Paula, N., Racines, M., Rivadeneira, J., Velásquez, J., León, J., Panchi, N., Andrade, J. 2021. Manual del cultivo de papa para pequeños productores. Manual No. 78, 3ra. Edición. INIAP. Mejía-Ecuador. 120p.
- Campos, A.R. 2014. Efecto de la fertilización en el rendimiento y características biométricas del cultivo de papa variedad Huayro en la comunidad de Aramachay (Valle del Mantaro). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú. 99 p.
- Cuesta, X., Oyarzun, P., Andrade, J., Kromann, P., Taipe, A., Montesdeoca, L., Reinoso, I. 2014. INIAP-Libertad Nueva Variedad de Papa precoz con resistencia al tizón tardío. VI Congreso Ecuatoriano de la papa, 2.
- Devaux, A.; Kromann, P.; Ortiz, O. 2014. Potatoes for sustainable global food security. *Potato Research*. (Netherlands). ISSN 0014-3065. 57(3-4): 185-199. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11540-014-9265-1>.
- Diogardo, H. 2014. Producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) de 6 familias procedentes de semilla asexual de polinización controlada (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro de Perú, El Mantaro, Perú.
- Duque, E. (2015). Seminario Metodología de la Investigación, Universidad Nacional de Colombia.
- Egúsqiza, B.R. 2014. La papa en el Perú. 2da edición. Oficina Académica de Extensión y Proyección Social de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 200p.

Food and Agriculture Organization (FAO). 2019. FAOSTAT Statistics Database 2018. Consultado abril del 2021. Disponible en: [<http://www.fao.org/faostat/en/#data>].

Gestión. 2020. Perú se mantuvo como el principal productor de papa en América Latina en el 2019. Actualizado el 23/05/2020. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/peru-se-mantuvo-como-primer-productor-de-papa-en-america-latina-en-2019-segun-minagri-nndc-noticia/>.

INEC. 2019. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria. Quito. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf.

INIAP. 2014. Papa. Obtenido de *Solanun Tuberosum*: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mraiz/rpapa>.

Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA. 2020. Manual técnico: manejo integrado del cultivo de papa. Lima, Perú. 22p.

MAG. 2019. Ecuador se proyecta a ser exportador de papa. Recuperado el 17 de enero de 2019, de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-se-proyecta-a-serexportador-de-papa/>.

Ministerio del Ambiente (MINAM). 2019. Línea de base de la diversidad genética de la papa peruana con fines de bioseguridad. 1a . edición. Lima, Perú. 128p.

Monteros, A. 2011. Potato landraces: description and dynamics in three areas of Ecuador. Wageningen: Wageningen University.

Monteros, C., Yumisaca, F., Andrade-Piedra, J. y Reinoso, I. 2010. Catálogo de cultivares de papas nativas de la Sierra Centro y Norte del Ecuador: Etnobotánico, morfológico, agronómico y calidad. Quito, Ecuador: INIAP. CIP. Publicación Miscelánea N° 179.

- Mora, J., Velasco, C., Mejía, A., & Flores, R. 2018. Midiendo pérdidas en la cadena papa en Ecuador. Quito, Ecuador. Centro Internacional de la Papa.
- Pijuango, L. 2020. Adaptabilidad de papas nativas (*Solanum spp.*), procedentes de la provincia de Chimborazo, en el cantón Cotacachi. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- Programa Nacional de Innovación Agraria-PNIA. 2019. Sistematización de la experiencia de los subproyectos de papa financiados por el programa nacional de innovación agraria. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima. Perú.
- Raymundo, R., Asseng, S., Robertson, R., Petsakos, A., Hoogenboom, G., Quiroz, R., Hareau, G., Wolf, J. 2017. European Journal of Agronomy. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.11.008>.
- Reátegui, K; Aguirre, N. 2019. Caracterización fenológica y rendimiento de la papa (*Solanum spp.*) en el altiplano peruano. 70 pp. Disponible en: <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/163>.
- Sarandón, S.J. 2014. El agroecosistema: Un ecosistema modificado. En: Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Editores: Sarandón, S. J. y Flores, C. C., La Plata: Edulp, 2014, p. 100-130. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10915/37280>.
- Tapia, C., Nieto, C., Paredes, N., Nieto, M., Añazco, M., Hidrobo, G., Flor, E. 2017. La biodiversidad para la alimentación y la agricultura en Ecuador.
- Yanchatipan, D. 2020. “Monitoreo del Psílido *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el campus CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Salache, 2020”. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador.