



Uso de insecticidas y fungicidas en agroecosistemas de papa en la Región de Cusco

Use Of Insecticides And Fungicides In Potato Agroecosystems In The Cusco Region

Citación: W. Catalan-Bazan *et al.* (2023). uso de insecticidas y fungicidas en agroecosistemas de papa en la región de Cusco Rev. Q'EUÑA 14(2): 13-21

<https://doi.org/10.51343/rq.v14i2.1294>

Recibido: 25-03-2023

Aceptado: 10-11-2023

Publicado: 31-12-2023

Copyright: © 2023 W. Catalan-Bazan *et al.*

Este es un artículo de acceso abierto revisado por pares y publicado por la Revista Q'EUÑA de la Sociedad Botánica del Cusco y la UNSAAC

(<http://revistas.unsaac.edu.pe/index.php/RQ>) y distribuido bajo los términos de la licencia de atribución Creative Commons, que permite el uso, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se acredite el autor y la fuente originales.

Declaración de disponibilidad de datos:

Todos los datos relevantes están dentro del documento y sus archivos de información de respaldo.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Autor Corresponsal:

W. Catalan-Bazan
wilfredo.catalan@unsaac.edu.pe

Wilfredo Catalan Bazan ORCID:
0000-0001-6370-6754
Alexander Rodríguez Berrio
ORCID: 0000-0001-6052-7160
Manuel Canto Sáenz
ORCID: 0000-0002-4717-6738
Jesús Alcázar Sedano
Fabiola Catalán Ortega.

W. Catalan-Bazan¹; A. Rodríguez Berrio²; M. Canta Sáenz²; J. Alcázar-Sedano³; F. Catalan-Ortega⁴

¹Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco - Perú.

²Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú.

³Entomólogo. Docente invitado de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)

⁴Ingeniero Agrónomo. Investigadora colaboradora

Abstract

This research allowed us to record and understand the strengths and weaknesses of farmers in the technical use of insecticides and fungicides, for the control of pests and diseases, and the environmental implications that this technology generates in Andean agroecosystems of Cusco. By knowing farmers' weaknesses in application frequency, dosage, active ingredients and their relationship with environmental pollution, it will serve as a database so that competition institutions can incorporate this weakness into technical assistance and improve capacities for use. suitable for this technology.

71 farmers were surveyed in seven communities located from 2670 to 3992 meters above sea level. The data collected allowed us to determine the estimated value of environmental impact with "A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides". Farmers reported seven pests and two major diseases. To control it, they use insecticides with five active ingredients of phosphorus, three of carbamate, seven of pyrethroid and four of miscellaneous; In fungicide they use eight compound active ingredients and seven of one active ingredient. Farmers show medium to low level knowledge in the technical use of insecticides and fungicides. For 20 hectares, the estimated environmental impact value for insecticides was 83,977 unidades in the low zone, 198,434 ud in the middle zone, and 83,217 in the high zone. For fungicides it was 390,376 ud in the low zone, 261,865 ud in the middle zone and 160,560 ud in the high zone. These values represent a medium to high level of negative environmental impact.

Keywords: :Potato, pests, insecticide and fungicide, environmental contamination

Resumen

Esta investigación permitió registrar y conocer las fortalezas y debilidades de los agricultores en el uso técnico de insecticidas y fungicidas, para el control de plagas y enfermedades y las implicancias ambientales que esta tecnología genera en agroecosistemas andinos de Cusco. conocer las debilidades de frecuencia de aplicación, dosis, principios activos y su relación con la contaminación ambiental, servirá como base de datos, para que las instituciones de competencia incorporen esta debilidad en la asistencia técnica y mejoren las capacidades sobre el uso adecuado de esta tecnología.

Se realizaron encuestas a 71 agricultores en siete comunidades ubicadas de 2670 a 3992 msnm. Los datos colectados permitieron determinar el valor estimado de impacto ambiental con "A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides". Se reportaron siete plagas y dos enfermedades principales utilizando Para su control, usan insecticidas con cinco principios activos de fosforado, tres de carbamato, siete de piretroide y cuatro de misceláneos; en fungicida usan ocho principios activos compuestos y siete de un principio activo. Mostrando un conocimiento de nivel medio a bajo en el uso técnico de insecticidas y fungicidas. Para 20 hectáreas, el valor de impacto ambiental estimado para insecticidas fue de 83.977 ud en la zona baja, 198.434 ud en la zona media, y 83.217 ud en la zona alta. Para fungicidas fue de 390.376 ud en la zona baja, 261.865 ud en la zona media y 160.560 ud en la zona alta. Estos valores representan de nivel medio a alto en impacto ambiental negativo.

Palabras clave: Papa, plagas, insecticidas y fungicidas, contaminación ambiental.

Introducción

En la región de Cusco, el cultivo de papa es considerada de importancia, por poseer la mayor diversidad de variedades nativas y parientes silvestres; las áreas sembradas fluctúan de 29 a 35 mil hectáreas anuales que representa el 9% del área total sembrada con papa a nivel nacional (OIA-DRAC, 2015); Donde el 40 % es sostenida por las comunidades nativas altoandinas con variedades nativas y pocas variedades comerciales, el 60 % siembra en valles interandinos y zona media, con variedades modernas y con uso de pesticidas y fertilizantes. El consumo per cápita en Cusco es de 120 kg por persona, con respecto a 80kg que es el consumo per cápita nacional (OIA-DRAC, 2016).

Entre plagas importantes de insectos se registran a 4 especies del gorgojo de los Andes, *Premnotrypes latithorax* (Kuschel), *Premnotrypes solaniperda* (Kuschel), *Premnotrypes sanfordi*, (Pierce) *Premnotrypes pusillus* (Kuschel). La especie *P. latithorax* es de importancia económica y se ha registrado en 10 provincias de Cusco, otras especies están recluidas en áreas focalizadas (Yábar, 1994). 2 especies de polilla de papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Synmetrischema tangolias* (Turner) (CIP, 1996; Pérez & Forbes, 2011; Escalante, 1975). Anteriormente *S. tangolias* en estudios de morfología y biología fue considerada como *Symmetrischema plaesiosema* (Rodríguez, 1992). También se reportan a especies del género *Epitrix*, siendo *Epitrix parvula* (Fab), *Epitrix subcrinita* (Le Conte), *Epitrix ubaquensis* (Harolls) (Escalante, 1975), que tienen amplia distribución en la zona andina del Cusco (Pérez & Forbes, 2011). El género *Diabrotica* es reportada con las especies *Diabrotica decempunctata* (Latreille), *Diabrotica decempunctata sicuanica* (Bechyne), *Diabrotica speciosa vicens* (Erichson), *Diabrotica viridula optiva* (Erichson), *Diabrotica viridula viridula* (Bachyue) (Escalante, 1975). En la actualidad las especies *D. sicuanica* (Bechyne) y *D. speciosa* (Vigens) han sido reportadas para el cultivo de kiwicha y maíz en Valle Sagrado de los Incas (Villanueva, 2010; Percca, 2014), estas especies por su condición polífaga también se alimentan del cultivo de papa, ocasionando daños considerables.

Otra plaga reportada por Escalante (1975) es el "gusano esqueletizador de la hoja de papa" *Acordulecera* sp., de la familia Tendredinidae; actualmente esta especie ha sido revisada y reubicada como *Tequus* sp. Smith, en la familia Pergidae y se ha registrado en 10 provincias de Cusco (García, 2009). El "barrenador del tallo" fue reportado por Escalante (1975) como *Stenoptycha coelodactyla* (Zeller), posteriormente como *Zellerina* sp. (Torres); en un trabajo reciente de estudio de biología por Enríquez (1994) continua con la especie *Stenoptycha coelodactyla* (Zeller). En "mosca minadora" citan a *Melanagromyza lini* (Spencer), *Agromyza virens* (Loew), *Liriomyza langei* (Frick) y *Liriomyza flaviola* (Fallen) (Escalante, 1975), no se encontró para esta especie estudios recientes sobre taxonomía y biología en Cusco. Otras plagas de menor importancia son *Epicauta latitarsi* (Haag) y *Epicauta willei* (Dent), reportados por Wille (1952) y Escalante (1975). Por otro lado, Escalante (1975), en la lista de insectos plaga para Cusco incluye a los áfidos *Macrosiphum solanifolii* (Ashm), *Myzus persicae* (Sulz), *Empoasca kraemeri* (Ross y More) y *Empoasca fabae* (Ross) de la familia Cicadellidae.

En cuantos las enfermedades las causadas por *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary, *Alternaria solani* (Cooke) Wint, *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary, *Spongospora subterranea* (Wallroth) Lagerhem, son de mayor distribución y de importancia económica en la zona andina del Cusco y Peru (CARE-Perú, 2000; Pérez & Forbes, 2008, 2011; CIP, 1996). El patrón de uso de insecticidas y fungicidas por los agricultores que cultivan papa en agroecosistemas andinos de Cusco, están dirigidos para el control de plagas y enfermedades primarias anteriormente mencionadas.

Los organismos como los insectos, enfermedades y los nematodos están influenciados en su distribución geográfica, por las estaciones, variaciones diarias de la temperatura, humedad relativa, lluvias, viento, insolación y fotoperiodo que, influyen en los periodos de actividad, tasa de metabolismo, tasa de crecimiento, reproducción, comportamiento, y mecanismo de herencia. Las condiciones climáticas determinan las posibilidades de alcanzar altas o bajas densidades poblacionales de plagas. Dentro del área climática favorable, la distribución del insecto está determinada por la presencia de su alimento (Altieri, 1987 y 1995).

El cambio climático, con variaciones de temperatura, humedad relativa y lluvias, favorece al ciclo biológico provocando mayor presión de plagas y patógenos en los cultivos (Kapsa, 2008, citado por Ortiz *et al.*, 2009). Lo que implica que en un futuro las plagas, aumentarían en poblaciones y daño en el cultivo de papa en la región del Cusco y la dependencia de control con pesticidas será mayor.

El control químico de plagas es la represión de sus poblaciones o la prevención de su desarrollo, mediante el uso de sustancias químicas. El éxito consiste en decidir qué producto usar, en qué forma aplicarlo y en qué momento u oportunidad ejecutar el tratamiento. Estas decisiones exigen conocimientos sobre las características de los productos insecticidas, equipos de aplicación, comportamiento de daño de las plagas y la fenología de la planta cultivada. También hay que tomar en cuenta las prácticas culturales, condiciones climáticas, condiciones económicas del agricultor, características culturales y sociales del medio (Cisneros, 2012).

En el contexto ecológico, los insecticidas y fungicidas son sustancias tóxicas que el hombre introduce al agroecosistema con el afán de controlar las plagas, que paralelamente afectan a todos los organismos biológicos y se extienden a contaminar el agua, aire y suelo. El efecto varía con las características del insecticida y fungicida, el grado de susceptibilidad de las plagas y organismos benéficos presentes, la formulación y dosis del producto, forma de aplicación, clase de cultivo y las condiciones climáticas durante las aplicaciones (Cisneros, 1995; INIA, 2016).

Las dosis altas, los intervalos cortos entre aplicaciones y la última aplicación, provocan residuos tóxicos en los productos cosechados; incrementan los riesgos de intoxicaciones a los operadores y consumidores. Los insecticidas de largo poder residual, confieren un mayor periodo de protección a las plantas, pero al mismo tiempo, afecta a la fauna benéfica y dificulta su recuperación. Por otro lado, los insecticidas son agrupados por su grado de toxicidad, siendo de etiqueta roja extremadamente tóxico, de etiqueta amarilla moderadamente tóxico, de etiqueta

azul poco peligroso y de etiqueta verde productos que normalmente no ofrecen peligro (Cisneros, 2012).

A medida que los métodos de producción de papa se han vuelto más intensivos, los agricultores dependen cada vez más del control químico. Todos los agricultores encuestados en Cusco aplicaron por lo menos algún pesticida. Los productos usados, la dosis, frecuencia de aplicación y costos fueron significativamente diferentes entre los agricultores. Alrededor de 64 principios activos de insecticidas y fungicidas son utilizados en cultivo de papa para el control de plagas en Perú, de estos al menos el 40 % son usados en Cusco (Ewell, *et al.*, 1994). Mientras Cabrera (2015) menciona que, en Guasave, Sinaloa - México usan 70 tipos de plaguicidas en cultivo de papa, siendo mayor que Perú.

Con respecto a los seres humanos, la exposición a plaguicidas puede afectar la salud de diversas formas, causando efectos de deterioro de tipo funcional, lesiones patológicas que afectan el funcionamiento del organismo y reducen su capacidad de respuesta a factores de riesgo o estrés. El tiempo de exposición y la duración del poder residual del plaguicida en el organismo puede manifestarse en efectos tóxico de tipo agudo o crónico. En esta tendencia, el estudio realizado en Chota - Cajamarca, muestra que el 56.3% de agricultores no gestionan adecuadamente el uso de plaguicidas, mientras que, en 43.7% si lo hace. Así mismo el 47.5% de ellos presentan síntomas que indican daños en su salud por la exposición a dichos productos (Castro, 2017).

El impacto ambiental (EI) es una herramienta que ayuda a estimar el riesgo potencial causado por los pesticidas que los agricultores aplican para el control de plagas, los riesgos son para los consumidores y los componentes ecológicos. Los agroquímicos son contaminantes activos del ambiente y sus componentes.

Varios estudios muestran este hecho. En Cañete se demostró que el 33.8% de agricultores consideran que la contaminación por plaguicidas es alta y el 10% afirma que esta acción se da en campos de cultivo de papa (Castillo, *et al.*, 2020). Por otro lado, en la comunidad de Chaglla, Huánuco, las formulaciones comerciales de pesticidas de mayor uso son: 106 herbicidas, 92 nematocidas, 72 insecticidas y 69 fungicidas; además, el uso intensivo de estos agroquímicos presenta un nivel de riesgo medio y bajo de contaminación (León, *et al.*, 2018).

Los agroquímicos en los suelos agrícolas promueven la acidificación, erosión, alteración de sus propiedades físicas y químicas, implicancias en bajo rendimiento agrícola, alteración de especies de flora y fauna, destrucción de microorganismos benéficos, pérdida de la fertilidad y reducción de la materia orgánica del mismo (Álvaro & Cárdenas, 2020). Otra afirmación refiere que el 95% de los herbicidas y el 98% de los insecticidas aplicados llegan a los microorganismos del suelo por aplicación a todo el campo; del total de plaguicida aplicado alrededor del 0,1% llega a los organismos objetivo, mientras que la cantidad restante contamina el suelo y el medio ambiente (Meena, *et al.*, 2020).

La contaminación por el uso de agroquímicos se debe a las malas prácticas de aplicación de estos productos, como lavado inadecuado de tanques o contenedores y mala disposición final de envases. El tipo de suelo y capacidad de movimiento de las moléculas de pesticidas determina si el contaminante permanece

y causa daños en el suelo (Del Puerto, *et al.*, 2014). Finalmente, Castillo, *et al.*, (2020) menciona que esta acción es importante para proteger los cultivos, aunque sea tóxico y conlleve a la contaminación del suelo, agua y aire.

La capacitación de los usuarios es importante para promover la información clara sobre el uso adecuado y oportuno de esta tecnología en control de plagas y protección de cultivo. En Perú, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria a través de sus normas de sanidad, es la institución responsable del registro, supervisión, monitoreo y control para el uso racional de esta tecnología. Las actividades que debe realizar son: capacitación y asistencia técnica, disposición final de envases de plaguicidas de uso agrícola, disposición final de plaguicidas de uso agrícola vencidos y caducos, vigilancia de la calidad de los plaguicidas de uso agrícola, publicidad, control y fiscalización del comercio, almacenamiento y transporte, vigilancia epidemiológica de plaguicidas de uso agrícola y monitoreo ambiental según el Plan de Manejo Ambiental aprobado (García, 2022).

La valoración de la contaminación ambiental, es una metodología relativamente simple, que requiere de datos que se pueden obtener fácilmente, como el tipo de pesticida, la dosis, número de aplicaciones y número de agricultores que los usan (Ortiz & Pradel, 2009).

Existen valores de coeficiente de impacto ambiental (EIQ) para muchos pesticidas, que fue determinado por la universidad de Cornell en Estados Unidos (Kovach, *et al.*, 1992). Estos valores de EIQ para los insecticidas y la metodología propuesta por Ortiz & Pradel (2009) sirven para determinar el Impacto Ambiental (IE) y han sido utilizados para evaluar el impacto ambiental del presente estudio.

Las plagas y enfermedades constituyen factores que limitan la producción óptima de papa en Cusco, el control principal para disminuir el daño se basa en el uso de insecticidas y fungicidas que, al mismo tiempo, promueven el impacto ambiental negativo. En tal sentido, la pregunta de investigación fue: ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades actuales de los agricultores en el uso técnico de insecticidas y fungicidas en el control de plagas y enfermedades y las implicancias ambientales en diferentes agroecosistemas andinos de la región de Cusco?

Materiales y métodos

Ámbito de investigación

La investigación se realizó en 2017 y 2018, en siete comunidades distribuidas entre 2670 a 3992 msnm. Para la zona baja las comunidades determinadas fueron: Pampacongá, Huerta Alta y Miskiyacu del distrito de Limatambo, provincia de Anta, que corresponden agroecológicamente a la zona Quechua, donde siembran papa en época seca y el cultivo se desarrolla con riego; en la zona media las comunidades de Huaypo y Yanacona del distrito de Chinchero, Urubamba; en la zona alta las comunidades de Occopata del distrito de Santiago, Cusco y Huat'a en el distrito de Huancarani, Paucartambo, comunidades que corresponden a la zona Zuni o Jalca (Tapia, 1996), zonas donde el cultivo de papa se desarrolla en época de lluvias.



Figura 1. Mapa de ubicación de comunidades encuestadas

El total de agricultores encuestados fueron 71 informantes. Las comunidades indicadas priorizan el cultivo de papa para el mercado, donde el uso de pesticidas es necesario para el control de plagas y enfermedades.

Cuadro 1. Localidades, agricultores encuestados y ubicación geográfica

Provincia y Distrito	Comunidad	Nº Agricultores Encuestados	Altitud (msnm)	Ubicación geográfica
Anta-Limatambo	Miskiyaku	7	2755	18L0770994 UTM8509638
	Huerta Alta	4	3044	18L0779066 UTM8511497
	Pampaconga	9	3280	18L0781181 UTM8511348
Urubamba-Chinchero	Huaypo	11	3577	18L0813186 UTM8517679
	Yanacona	9	3718	18L0815063 UTM8520491
Cusco-Santiago	Occopata	21	3940	19L0178097 UTM8495090
Paucartambo-Huancarani	Huat'a	10	3603	19L0217223 UTM8506904



Figura 2. Entrevista a agricultores con la encuesta

Las variables de la encuesta fueron: los datos personales de los agricultores, área sembrada con papa, plagas y enfermedades presentes en cultivo de papa mencionadas por ellos, nombres comerciales de insecticida y fungicida usado por ellos, dosis y frecuencia de aplicación, reconocimiento de toxicidad de pesticidas por color de envase y uso de indumentarias de protección durante la aplicación. El tipo de encuesta fue para respuestas abiertas y se realizó a manera de conversación. El lugar de encuesta fue en casa o en parcela de papa del agricultor, según el caso. Los informantes fueron los varones responsables de aplicación de pesticidas.

Se ha solicitado a los agricultores que muestren los envases de insecticidas y fungicidas que utilizan y el material que usan para medir la dosis durante la mezcla del caldo insecticida o fungicida,

con la finalidad de constatar los principios activos (PA), el grado de toxicidad, el grupo químico al cual pertenece y la cantidad del producto formulado que usa por aspersor de 15 litros. Posterior a la encuesta, se mostró copas de diferentes medidas de insecticida y fungicida, para concordar las dosis que el agricultor utiliza; asimismo, se mostró materiales de colores que identifican el grado de toxicidad que son rojo, amarillo, azul y verde.

Después de la encuesta, con el acompañamiento de los agricultores, se observó las parcelas de papa, para constatar la presencia de plagas y enfermedades que ellos indicaron durante la encuesta. En este proceso no fue necesario coleccionar insectos y enfermedades, porque los agricultores mencionaron a las especies-plaga y enfermedades ampliamente conocidas por el investigador y reportadas en la introducción de este documento.

Para la determinación del valor de impacto ambiental se utilizó el método propuesto por Kovach, et al. (1992) "Un método para medir el impacto ambiental de los pesticidas", además se utilizó la guía introductoria para la evaluación de impactos en programas de manejo integrado de plagas (MIP) propuesto por Ortiz & Pradel (2009), donde se encuentra el coeficiente de impacto ambiental (EIQ) para cada PA que incluye la ecotoxicidad y la toxicidad humana; por otro lado, se usó la información registrada de los agricultores, que son: los PA de insecticidas y fungicidas, las dosis, frecuencia de aplicaciones y el área cultivada con papa. Con estos datos se ha estimado el Valor del Impacto Ambiental (VIA). En insecticidas y fungicidas compuestos por dos PA, se ha determinado el impacto ambiental para cada PA, para la valoración final del impacto se ha considerado el PA con el valor más alto, como recomienda Schaaf (2015).

Para determinar la cantidad de PA de insecticidas y fungicidas usadas por hectárea, primero se ha determinado la dosis que usa el agricultor por mochila de 15 litros, luego la cantidad de PA. Con esta información se ha revisado la ficha técnica de cada PA que se reporta en porcentaje y se multiplica por la cantidad de mochilas que uso el agricultor por hectárea, para luego multiplicar por el número de aplicaciones que realizó en la parcela de papa por campaña agrícola. De esta manera se determinó, la cantidad de PA de insecticida y fungicida que utilizó el agricultor por hectárea.

Para estimar los valores del impacto ambiental de insecticida y fungicida por hectárea (EI/ha) y el principio activo de cada insecticida y fungicida usado por hectárea y por el agricultor, se multiplica con el valor de coeficiente de impacto ambiental (EIQ), obtenido de la lista de valores de coeficiente de impacto ambiental para cada PA de insecticidas y fungicidas determinado por Kovach *et al.* (1992), luego por el porcentaje de cada PA y el número de aplicaciones de insecticida y fungicida. Estos valores en seguida se proyectaron a 20 hectáreas de cultivo de papa.

Resultados y discusión

En el universo de los agricultores encuestados se ha encontrado que el 67 % de agricultores tienen educación primaria, 28 % educación secundaria, 3 % sin educación y 1 % con educación superior (técnico), estos resultados muestran variación con la información del INEI (2012), que para las zonas rurales de Cusco registra el 18.7% de agricultores analfabetos, 48% con primaria, 27% con secundaria y 6.3% con educación superior. En las

comunidades estudiadas se muestra la reducción significativa de agricultores sin educación, lo que incide en mejor entendimiento de la aplicación de técnicas de producción agrícola.

Las áreas sembradas varían de 2 a 0.33 hectáreas (ha) en la zona baja, de 4 a 1 ha en la zona media y de 2 a 0.5 ha en la zona alta. En la zona media los agricultores poseen mayor extensión de tierras destinadas para el cultivo de papa, con respecto a los agricultores de la zona baja y alta. Las variedades de papa registradas en estas zonas son: CICA, Yungay, Canchan, Serranita y Revolución; en las nativas comerciales Ccompis, Maq'illo, Peruanita, Huayro, Luchin y Alianza; la nueva variedad liberada por INIA, Puka poncho, es poco conocida por los agricultores. Las variedades más antiguas coinciden con el reporte de Pradel, et al. (2017), menos las variedades modernas que están en proceso de adopción por los agricultores. Las variedades liberadas en los últimos años son: Nust'a-Cica (Cosio, et al., 2020) y Morada-Cica (Catalán, et al., 2020), con resistencia horizontal a *P. infestans*, la adopción amplia de estas variedades por los agricultores implicara en el futuro la disminución de uso de fungicidas en agroecosistemas andinos de Cusco.

plagas y enfermedades reportados por los agricultores

Los agricultores de la zona baja del valle de Limatambo reportan como plagas primarias a *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), seguido de *Phothorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*, las dos últimas especies tienen distribución amplia en los valles interandinos (Rodríguez, 1992 y Palacios, et al., 1997). Para la zona baja y media los agricultores indican a *Epitrix* spp. y *Diabrotica* spp, que son especies mencionadas por Escalante (1975). Para la zona media y alta reportaron a *Premnotrypes latithorax* (Yábar, 1994; Kroschel et al., 2012). Las enfermedades consideradas importantes son *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani* (CARE-Perú, 2000; Pérez & Forbes, 2008 y 2011; CIP, 1996). Los agricultores no reportaron especies de plagas y enfermedades que sean nuevas en su agroecosistema. El patrón de control químico está dirigido a plagas primarias y complementa al control de plagas secundarias. Los insecticidas y fungicidas usados por los agricultores no tienen el atributo de especificidad, son de amplio espectro, por lo tanto, el control se podría dar a las plagas y enfermedades mencionados por los agricultores.

Insecticidas de formulación comercial y sus principios activos reportados por los agricultores

Tabla 1. Insecticidas registrados en agricultores.

Nombre comercial	Principio activo	Grupo químico o familia	Modo de acción	Agricultores que usan*
Stermin	Metamidofos	Fosforado	Contacto, ingestión y sistémico	14
S-K-Mata	Metamidofos	Fosforado	Contacto, ingestión y sistémico	6
Lasser	Metamidofos	Fosforado	Contacto, ingestión y sistémico	4
Tifon	Clorpirifos	Fosforado	Contacto, ingestión y sistémico	4
Ciclón (Cygon)	Dimethoate	Fosforado	Contacto, ingestión y sistémico	1
Furadan 4F	Carbofuran	Carbamato	Contacto, ingestión y sistémico	16
Carbofor	Carbofuran	Carbamato	Contacto, ingestión y sistémico	1
Diafuran	Carbofuran	Carbamato	Contacto, ingestión y sistémico	1

Cyperklin	Cypermtrina	Piretroide	Contacto, ingestión y sistémico	5
Pounce	Permetrina	Piretroide	Contacto, ingestión y sistémico	3
Karate	Landacyalotrina	Piretroide	Contacto, ingestión y sistémico	17
Campal	Cypermtrina	Piretroide	Contacto, ingestión y sistémico	4
Blitz	Fipronil	Piretroide	Contacto, ingestión y sistémico	3
Buldock	Betacyflutrina	Piretroide	Contacto, ingestión y sistémico	4
Furia	Zeta-Cypermtrina	Piretroide	Contacto, ingestión y sistémico	1
Dardo	Fipronil	Misceláneo	Contacto, ingestión y sistémico	1
Fulminante	Fipronil	Misceláneo	Contacto, ingestión y sistémico	5
Engeo	Landacyalotrina + Thiametoxan	Misceláneo	Contacto, ingestión y sistémico	6
Regente	Fipronil (Fenil-Pirazoles)	Misceláneo	Contacto, ingestión y sistémico	2

* Nota: En este cuadro, el número de agricultores es 98, mayor a 71 agricultores encuestados, porque hay agricultores que usaron más de un principio activo de insecticida por campaña agrícola.

Los principios activos de insecticidas registrados son: Fosforado con tres PA (Metamidofos, Clorpyrifos, Dimethoate), Carbamato con un PA (Carbofuran), Piretroide con seis PA (Cypermtrina, Permetrina, Landacyalotrina, Fipronil, Betacyflutrina, Zeta-cypermtrina), Misceláneos con tres PA (Landacyalotrina + Thiametoxan, Fipronil y Fipronil compuesto Fenil-Pirazoles). El número de PA e insecticidas encontrados en agroecosistemas de estudio es menos al número de insecticidas registrados en la comunidad de Chaglla en Huánuco por León, et al. (2018).

Los tres grupos de insecticidas son aplicados por aspersión a hojas y tallos de las plantas, utilizando el aspersor de capacidad de 15 litros. Los agricultores no han reportado el uso de insecticidas de formulación granulada o polvo que pueden ser aplicados al suelo. Los insecticidas utilizados, son de protección superficial y sistémica. Según la vía de ingreso al insecto, son de ingestión y de contacto (Cisneros, 2012).

En el ámbito de estudio, se ha registrado que el uso de un PA de insecticida no es sostenible en el tiempo, ni por campaña agrícola. En la Tabla 1, se observa la tendencia de mayor uso de Stermin (metamidofos), Furadan 4F (carbofuran) y Karate (landacyalotrina), otros PA son de menor uso.

Uso de insecticidas por agroecosistemas de zona baja, media y alta

En la figura 3, se muestra la gráfica del uso de insecticidas por zonas, el grupo de fosforados está representado por el color rojo, carbamatos por el ámbar, piretroides por el amarillo y misceláneos por morado (Cisneros, 2012). En la zona baja los agricultores priorizan el uso de fosforados como: Stermin, S-K-Mata y Ciclón (liquido) a nivel de campo; en almacén utilizan Tifón en polvo para proteger a los tubérculos del daño de la polilla de la papa; en carbamato utilizan Furadan 4F y en piretroide Cyperklin. En la zona media con excepción de Stermin (fosforado), los agricultores utilizan más el carbamato Furadan 4F; el piretroide de mayor uso es Karate y en misceláneos Fulminante, Engeo y Regent. En la zona alta prefieren los fosforados como: Stermin, S-K-Mata y Lasser; en carbamato a Furadan 4F, en piretroides Karate, Campal, Blitz y Buldock y finalmente el insecticida Furia del grupo de misceláneo. En la zona media se registraron agricultores que usan hasta dos PA,

mientras, en la zona baja y alta un PA en ambos casos por campaña agrícola. Los agricultores de la zona baja y media, son dependientes al uso de insecticidas para el control de plagas en cultivo de papa; sin embargo, en la zona alta su uso es con menor intensidad, situación que corrobora a la afirmación de Ewell, *et al.* (1994).

El uso de insecticidas está dirigido para insectos masticadores de hojas, barrenadores del tallo y picadores-chupadores. En la zona baja aplican un principio activo para controlar a varias especies de insectos plaga; en la zona media y alta, el patrón de aplicación de insecticidas está dirigido para *Premnotrypes* spp. “Gorgojo de los Andes” y complementa el control a plagas secundarias indicados por los agricultores.

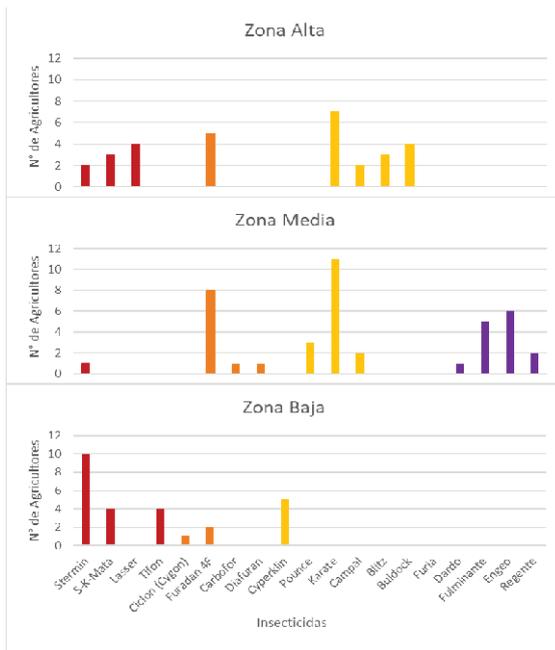


Figura 3. Uso de principios activos y familias de insecticidas por zonas (Rojo: Fosforados; Ámbar: Carbamatos; Amarillo: Piretroides; Morado: Misceláneos)

Tabla 2. Fungicidas reportados por agricultores

Nombre comercial	Principio activo	Grupo químico o familia	Modo de acción	Nº de agricultores que usan
Capataz	Cymoxanil + Mancozeb	Ditiocarbamato – acetoamida	Sistémico	5
Antracol	Propineb	Ditiocarbamatos	Contacto	13
Polyran Combi	Metiran	Ditiocarbamatos	Contacto	4
Fitoraz	Propineb + Mancozeb	Ditiocarbamato	Contacto y sistémico	5
Ridomil	Metalaxyl + Mancozeb	Fenilamida (Metalaxil-M); Ditiocarbamato (Mancozeb)	Sistémico	5
Galben	Benalaxil + Mancozeb	Acylalil-Ditiocarbamato	Contacto y sistémico	16
Cymozate	Cymoxanil + Mancozeb	Ditiocarbamato-acetoamida	Sistémico	2
Mancozeb	Mancozeb	Ditiocarbamato	Contacto	4
Coraza	Cymoxanil + Mancozeb	Morfalina-Ditiocarbamato	Sistémico	1
Ranchapaq	Metalaxyl + Mancozeb	Fenilamida:acetalanina – Ditiocarbamatos	Sistémico-Contacto	1
Mancozil	Mancozeb	Ditiocarbamato	Contacto	3
Curzate	Cymoxanil + Mancozeb	Cimoxanilo-Ditiocarbamato	Contacto y Translamina r	6
Manzate	Mancozeb	Ditiocarbamato	Contacto	3
Champion	Hidroxico de Cobre	Compuesto de Cobre	Contacto	2
Protexin	Carbendazina	Benzimidazol	Sistémico	1

En la tabla 2, se registró cuatro formulaciones compuestas de dos PA (contacto y sistémico), cinco formulaciones de un PA de cobertura superficial (contacto). Existe la tendencia de los agricultores por el mayor uso de Galben que es de contacto y sistémico, seguido de Antracol de contacto y finalmente Curzate y Fitoraz de contacto y sistémico respectivamente, otros PA son menos usados. El número de formulaciones y PA de fungicidas encontrados en agroecosistemas del estudio, es menor al número de fungicidas registrados en la comunidad de Chaglla, Huánuco por León, *et al.* (2018).

Los agricultores de las tres zonas indican que el uso de fungicidas es necesario, principalmente para la prevención de *Phytophthora infestans*. En la zona baja, la siembra se da en época seca, por lo tanto, el uso de fungicidas es con menor frecuencia; sin embargo en la zona media y alta, la siembra es en época de lluvias, por lo que, la frecuencia de aplicación es mayor en la zona media y menor en la zona alta. La tendencia del uso de PA de fungicidas es variable para cada campaña agrícola, por las mismas razones comentadas para insecticidas.

Dosis, frecuencia de aplicación e información relacionada con insecticidas y fungicidas

La mayoría de los agricultores no usan las dosis indicadas en el envase, ellos determinan la dosis que está por debajo o es mayor a la dosis registrada en la etiqueta de los insecticidas y fungicidas. En fosforados, los agricultores usan cantidades inferiores a las dosis indicadas en los envases; en carbamatos, utilizan la dosis similar al envase del producto; en piretroides y misceláneos, la tendencia es al incremento de la dosis con respecto a la dosis que indica en el envase del insecticida. En fungicidas el uso de la dosis es mas deficiente con respecto a la dosis en la etiqueta. El uso del dispositivo para medir las dosis de insecticidas y fungicidas es variable para cada agricultor, la mayoría muestran materiales no confiables para la medición del producto formulado, por lo que es una de las deficiencias que intensifica el problema del uso correcto de las dosis.

En fungicidas, la frecuencia de aplicaciones varía de 1 a 4 veces por campaña agrícola. El 70% de agricultores aplicaron 2 veces, el 30 % aplicaron de 1, 3 y 4 veces durante la campaña agrícola para el control o prevención de *P. infestans* y *A. solani*. En insecticidas, la frecuencia de aplicación varía de 2 a 5 veces por campaña agrícola, el 62 % de agricultores aplican 3 veces, el 21 % y 14 % de agricultores de 2 a 4 veces respectivamente, solo el 3 % de agricultores mencionaron 5 aplicaciones durante la campaña agrícola. Las frecuencias de aplicaciones no están en relación a la evaluación de plagas, prevalece la aplicación calendarizada y establecida por tiempos o etapas fenológicas del cultivo.

La mayor frecuencia de aplicaciones de insecticidas y fungicidas se da en agroecosistemas de la zona media y menor frecuencia en la zona baja y alta. Los agricultores indican, que la frecuencia de aplicaciones de fungicidas varía de una campaña a otra, esta variación se relaciona con la incidencia de la enfermedad, que son promovidas por las precipitaciones pluviales, época de siembra y las variedades susceptibles o resistentes. La frecuencia de aplicación de insecticidas es similar en las campañas, porque las variaciones de poblaciones de insectos fitófagos-plaga no son significativas en las campañas agrícolas, es la versión de los agricultores y se corrobora desde el punto vista técnico.

Los agricultores indican el uso del mismo principio activo de insecticidas y fungicidas durante 3 o 4 años, siempre y cuando garantice el control del problema y los daños no sean importantes, asimismo el uso del adherente es necesario para ellos. El 42 % de agricultores indican que guardan los excedentes de insecticidas y fungicidas para usar en la siguiente campaña agrícola, sin embargo, el ambiente donde guardan no es favorable para este fin. El 50 % de agricultores compra el mismo PA de insecticida y fungicida por la efectividad de control en la anterior campaña agrícola, el 24% cambia de PA por la recomendación del agricultor vecino y el 26% compra por recomendación de la tienda comercial. No se ha encontrado información antecedente que sustente las razones de preferencias de los agricultores por PA de insecticidas y fungicidas anteriormente mencionados.

Con respecto a la capacitación de uso de pesticidas, los agricultores indican que no recibieron asistencia técnica o capacitaciones de las instituciones competentes como: SENASA, INIA, Agencias Agrarias y Municipalidades. Un porcentaje de agricultores reconocen que a veces reciben el asesoramiento de tiendas o empresas que comercializan agroquímicos. En Perú, SENASA, es la institución responsable de brindar capacitaciones y asistencia técnica en el manejo de plaguicidas y monitoreo ambiental (García, 2022), esta responsabilidad según la versión de los agricultores no se cumple.

La persistencia de plagas y enfermedades en las campañas agrícolas es variable, en años con sequía prolongada y/o veranillos, hay mayor proliferación de insectos lo que motiva mayor frecuencia de aplicaciones; mientras que, en enfermedades la incidencia está supeditada a las frecuencias e intensidad de lluvias, más la condición resistente o susceptible de la variedad. No se ha encontrado información coincidente o contradictoria a los resultados anteriormente reportados.

En la zona baja, la mayoría de agricultores usa el agua entubada para la mezcla de insecticidas o fungicidas, en la zona media y alta utilizan el agua procedente de lluvias, manantes, lagunillas y pequeños ríos. La procedencia del agua, no garantiza la calidad de la mezcla, puede existir la presencia de partículas contaminantes, que generen reacciones químicas y físicas incompatibles causando una inadecuada protección de la planta frente a los daños de plagas y enfermedades.

La Organización Mundial de la Salud (1975), citados por Cisneros (2012), ha aprobado un sistema de clasificación de peligrosidad de los plaguicidas, basada en los valores DL_{50} oral y dermal. Cada nivel de toxicidad se distingue con un color de banda, siendo el rojo extremadamente tóxico (veneno), amarillo altamente tóxico (veneno), azul moderadamente tóxico (cuidado) y verde ligeramente tóxico (precaución) (Cisneros, 2012). El 55 % de agricultores interpretaron con frases diferentes a los colores de toxicidad mostrados en la lámina; el color rojo ha sido indicado como peligro, muy tóxico, muy fuerte, de alto riesgo; el color amarillo como menos peligro, menos tóxico, menos fuerte, menos riesgo; el color azul no fue reconocido ni interpretado por ellos; finalmente, el verde fue mencionado como poco peligro, no tóxico, no es fuerte, no es de riesgo. El 45 % de agricultores no interpretaron los colores de grado de toxicidad, por el desconocimiento del mismo.

El 42 % de agricultores encuestados indican que la aplicación de insecticidas y fungicidas es asumida por la persona mayor de

casa, el 58 % indica que estas labores son realizadas por papá e hijos. Sobre el uso de indumentarias de protección durante la manipulación y aplicación de insecticidas y fungicidas, el 4 % de indicaron que no usan alguna protección, el 96 % mencionan el uso de una lámina de plástico o los envases de fertilizantes para cubrirse la espalda, pocos indican el uso de botas durante la aplicación. Los agricultores no mostraron el uso de indumentarias y materiales de protección convencional como mascarillas, guantes y ropa de protección recomendadas por la OMS y no indicaron otros materiales de protección.

La contaminación de los agricultores por exposición permanente durante la operación de estos productos químicos, no ha sido incluido como variable de esta investigación. Sin embargo, por el uso permanente y las condiciones de almacenamiento del producto en casa es implícito que ocurra el efecto tóxico de tipo agudo o crónico, como manifiesta Castro (2017) para Chota-Cajamarca.

Impacto ambiental por el uso de insecticidas y fungicidas en control de plagas y enfermedades en cultivo de papa por campaña agrícola

El valor del impacto ambiental (VIA) estimado para insecticidas y proyectado a 20 hectáreas fue de 83.977 unidades en la zona baja, 198.434 unidades en la zona media y 83.217 unidades en la zona alta (Figura 4). Estos resultados son ampliamente mayores al valor de impacto ambiental de insecticidas en el manejo integrado del cultivo de tomate que fue de 7.21 unidades, indicado por Ortiz y Pradel (2009). La diferencia de ambos estudios radica en que los agricultores del presente estudio priorizan el uso de insecticidas para el control de plagas y como complemento usan las prácticas culturales; mientras, en cultivo de tomate priorizan las prácticas culturales del MIP y el uso de insecticidas es de segunda opción.

Los agricultores de la zona baja priorizan el uso de insecticidas fosforados, de segunda opción carbamatos y piretroides, no se registraron el uso de principios activos de cuarta generación (modernos o misceláneos); en la zona media priorizan el uso de piretroides, seguido de carbamatos y en escasos casos a misceláneos o modernos; en la zona alta priorizan el uso de carbamatos, seguido de fosforados, piretroides y no mencionaron el uso de insecticidas misceláneos o modernos.

El uso de familias de insecticidas y PA se relaciona con las épocas de siembra, tecnología de producción, variedades sembradas y las expectativas de precios de papa en el mercado. En la zona baja, en época de abril a octubre, cultivan variedades modernas con riego, los rendimientos se registran por debajo de 15 t/ha y las plagas que se presentan son: *Liriomyza huidobrensis*, *Trialeurodes vaporarum*, *Synmetrischema tangolias* y *Phthorimaea operculella*. En la zona media cultivan con lluvia temporal, las variedades más sembradas son modernas y comerciales, algunas variedades nativas, los rendimientos llegan hasta 25 t/ha, la plaga primaria es el “Gorgojo de los Andes” *Premnotrypes* spp. En la zona alta cultivan con lluvias y priorizan las variedades nativas, luego las modernas, la plaga con relativa importancia es *Premnotrypes* spp.

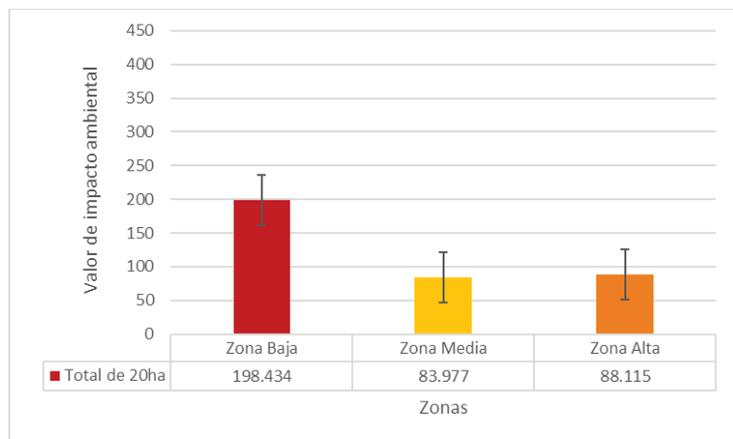


Figura 4. Comparativo de valores de impacto ambiental de insecticida por zonas y por 20 hectáreas

El valor de impacto ambiental (VIA) estimado para fungicidas y proyectado para 20 hectáreas fue de 390.376 unidades en la zona baja, 261.865 unidades en la zona media y 160.560 unidades en la zona alta. Lo que implica que en la zona baja hay mayor frecuencia de aplicaciones de fungicidas con principios activos de alto valor en impacto ambiental.

La aplicación de fungicidas está dirigida principalmente a la prevención y control de *Phytophthora infestans*, en segundo lugar, para *Alternaria solani*. Los agricultores no reportan el uso de fungicidas para otras enfermedades. Es evidente que el uso de fungicidas para el control de *P. infestans* se da en todos los agroecosistemas del cultivo de papa, para *Alternaria solani* el uso de fungicidas es opcional, en particular en la zona media.

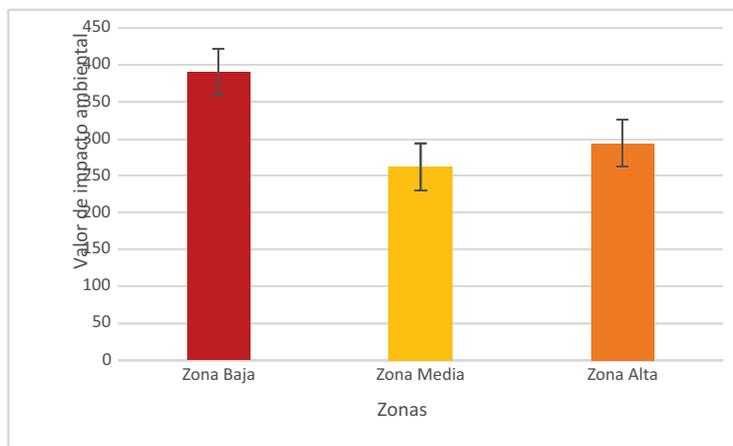


Figura 5. Comparativo de valores de impacto ambiental de fungicidas por zonas y por 20 hectáreas

Las diferencias del VIA en la zona baja, media y alta, se debe al uso de grupos químicos de insecticidas y fungicidas, diferencias en uso de dosis, frecuencia de aplicación, variedades susceptibles o resistentes, tipo de producción (consumo o mercado) y la presión de daño de plagas y enfermedades en el cultivo.

Los agroquímicos son contaminantes activos del ambiente. Los valores de impacto ambiental encontrados en este estudio son mayores para fungicidas con respecto a insecticidas, estos valores se encuentran en el rango medio y alto de contaminación, por lo que, es probable que sus efectos se relacionen con las investigaciones de: Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivo en Cañete, realizado por Castillo, et al.

(2020), Impacto ambiental de pesticidas en el cultivo de papa en Chaglla-Huanuco realizado por León, et al. (2018), estudios de impacto ambiental realizados en suelo por Meena, et al. (2020) y movimiento de los productos químicos en el suelo, estudiado por Del Puerto et al. (2014).

Conclusiones

Se ha registrado tres principios activos de fosforados, uno de carbamato, seis de piretroides y tres de misceláneos modernos. En fungicidas se ha registrado cuatro formulaciones compuestas de dos principios activos que son de contacto y sistémico, cinco formulaciones de un principio activo que es de contacto. Las deficiencias técnicas en el uso de estos productos se relacionan al uso de la dosis errónea, material de medida no apropiado, frecuencias de aplicaciones calendarizadas, fuentes de agua que no garantizan la calidad de la mezcla, inadecuado almacenamiento del producto y exposición del agricultor al producto durante la aplicación, por lo tanto, prevalecen las debilidades técnicas en el manejo de esta tecnología.

El valor del impacto ambiental para las zonas de estudio es variable y con nivel medio a alto, siendo mayor para fungicidas con respecto a insecticidas. Los valores de impacto ambiental se relacionan con el manejo de las dosis, frecuencia de aplicación, grupos químicos de insecticidas y fungicidas, presión de daño de plagas y enfermedades en el cultivo.

Agradecimiento

Agradecemos al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco y Fondos Canon, por habernos dado las facilidades necesarias y oportunas, para alcanzar a los objetivos de la investigación. También, hacemos extensivo a los agricultores de la región de Cusco que brindaron la información.

Referencias Bibliográficas

- Altieri, M. (1987). Agroecology. The scientific basis of alternative agriculture. (1st ed). California – EEUU. Westview Press. ISBN: 0-8133-7284-4.
- Altieri, A. (1995). El MIP y la agricultura sustentable en América Latina. Natural Resources Institute (1st ed.), Taller sobre la implementación del MIP en América del Sur. Memorias del Taller, Quito, Ecuador, Chatham Reino Unido, pp.21-39
- Álvaro, R., Cárdenas, M. G. (2020). Uso de agroquímicos en la producción de papa y su impacto en el suelo, en el Perú. Tesis de Ingeniero Ambiental. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental: Universidad de César Vallejo.
- Cabrera, M. (2015). Evaluación del impacto ambiental por el uso de plaguicidas en el cultivo de papa en Guasave, Sinaloa. Tesis de post grado, Instituto Politécnico Nacional, Mexico, 88 pp. Disponible en: <http://www.cienciasinaloa.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/231/1/Tesis%20Mar%C3%ADa%20del%20Carmen%20Cabrera%20Ouna%20%281%29.pdf>
- Castillo, B., et al. (2020). Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivo en Cañete (Perú). Revista Espacios, 41(10): 1-11 pp. ISSN: 0798-1015 Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a20v41n10/a20v41n10p11.pdf>

- Castro, A. (2017). Gestión de plaguicidas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) y sus efectos en la salud y economía de los productores del distrito de Chota – Cajamarca 2017. Tesis de postgrado, Universidad Nacional de Cajamarca, 110 pp. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2473/GESTI%C3%93N%20DE%20PLAGUICIDAS%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20PAPA%20%28Solanum%20tuberosum%20L.%29%20Y%20SUS%20EFECTOS%20EN%20LA%20SALUD%20Y%20E.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Catalán, W., Cosío, T. P., Chilo, E. (2020). Nueva Variedad de Papa MORADA-CICA, Resistente a *Phytophthora infestans* (Mont. De Bary). Vol, 24, N-1. Revista Latinoamericana de Papa.
- Cooperativa de remesas estadounidenses a Europa (CARE). (2000). Curso introductorio al manejo integrado de plagas y enfermedades de la papa. CARE-Centro Internacional de la Papa pp. 41-65. Lima – Perú
- Cosío, T., Catalán, W., Chilo, E. (2020). Nueva Variedad de Papa ÑUST^A-CICA, Resistente a *Phytophthora infestans* (Mont. De Bary). Vol, 24, N-2. Revista Latinoamericana de Papa.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (1996). Principales enfermedades, nematodos e insectos de la papa. Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). Ministerio de Agricultura. Lima-Perú
- Cisneros, F. (1995). Control de plagas agrícolas. ISBN: 9972-9017-00-1. Lima-Perú
- Cisneros, F. (2012). Control químico de plagas agrícolas. ISBN: 978-612-46103-1-8. Lima – Perú
- Del Puerto, A., Suarez, T. & Palacios, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, 52(3): 372-387 pp. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v52n3/hig10314.pdf>
- Enríquez, L. (1994). Morfología biológica del gusano esqueletizador de la papa *Acordulucera spp.* Smith (Hymenoptera-Pergidae en la región Cusco). Tesis de Ingeniero Agrónomo-UNSAAC
- Escalante, G. (1975). Plagas insectiles de la papa en el Cusco. Revista Peruana de Entomología, 18(1). Lima-Perú
- Ewell, P., Fano, H., Raman, K. V., Alcázar, J., Palacios, M., Carhuamaca J. (1994). Manejo de plagas de la papa por los agricultores del Perú. Informe del Proyecto Interdisciplinario de Investigación en Determinadas Regiones de las Zonas Altas y de la Costa. Centro Internacional de la Papa pp. 19, 29, 33, 439.
- García, L. (2022). Mercadeo y gestión comercial de plaguicidas de uso agrícola en Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina Facultad de Agronomía. trabajo de suficiencia profesional para optar el título de: **Ingeniera Agrónoma** Lima – Perú.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2016). Guía metodológica para la transferencia de tecnología agraria. Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario. Ministerio de Agricultura. Lima-Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2012). Censo Agrario Nacional. Compendio Estadístico de Producción Agropecuaria. Lima-Perú.
- Kroschel, J.; Mujica, N.; Alcázar, J.; Canedo, V.; Zegarra, O. 2012. Developing integrated pest management for potato: Experiences and lessons from two distinct potato production systems of Peru. In: He, Z.; Larkin, R.P.; Honeycut, W. (eds). Sustainable potato production: Global case studies. (USA). Springer. ISBN 978-94-007-4103-4. pp. 419-450.
- Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J., Tette, J. (1992). A method to measure the environmental impact of pesticides, Table 2: List of Pesticides. IPM Program - Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station. Geneva, New York.
- León, G., et al. (2018). Impacto ambiental de pesticidas en el cultivo de la papa en el distrito de Chaglla, en la provincia de Pachitea, año 2017. Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco, Perú, 94 pp. Disponible en: http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1340/ESPIN_OZA%20MACHUCA%2C%20Sherly.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Meena, R., et al. (2020). Impact of Agrochemicals on Soil Microbiota and Management: A Review. Land, 9(34): 1-21 pp. DOI: <https://doi.org/10.3390/land9020034>
- Oficina De Información Agraria (OIA). (2015). Estadística de la agricultura regional. Dirección Regional Agraria del Cusco. Oficina de riesgos de Agricultura.
- Oficina De Información Agraria (OIA). (2016). Estadística de la agricultura regional. Dirección Regional Agraria del Cusco. Oficina de riesgos de Agricultura.
- Ortiz, O., Pradel, W. (2009). Guía introductoria para la evaluación de impacto en programa de manejo integrado de plagas (MIP). Centro Internacional de la Papa. Proyecto MIP de la Mosca Blanca Tropical, ISBN 978-92-9060-370-2.
- Palacios, M., Cisneros, F. (1997). Integrated Management for the Potato Tuber Moth in Pilot Units in the Andean Region and the Dominican Republic. International Potato Center, Program Report 1995-96. ISSN 0256-6311. pp. 162 – 168.
- Percca, R. (2014). Evaluación de insectos fitófagos en cultivo de maíz Blanco Gigante Cusco (*Zea mays* L.) en el valle sagrado de los incas - Cusco. Tesis de ingeniero Agrónomo -UNSAAC
- Pérez, W., Forbes, G. (2008). El tizón tardío de la papa. Centro Internacional de la papa (CIP). ISBN 978-92-9060-343-6
- Pérez, W.; Forbes, G. 2011. Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona andina. Lima (Perú). Centro Internacional de la Papa (CIP). ISBN 978-92-9060-402-0. 48 p.
- Pradel, W.; Hareau, G.; Quintanilla, L.; Suarez, V. 2017. Adopción e impacto de variedades mejoradas de papa en el Perú: Resultado de una encuesta a nivel nacional (2013). Lima (Perú). Centro Internacional de la Papa. ISBN 978-92-9060-211-8. 48 p.
- Rodríguez, A. (1992). Ciclo biológico de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) Lepidoptera-Genelichae. Revista peruana de entomología, 75-78.
- Schaaf, A., (2015). Valoración del impacto ambiental por pesticidas agrícolas. Universidad Nacional de Jujuy (Argentina). CIT-Jujuy. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CONICET).
- Tapia, M. (1996). Zonificación agroecológica en el Perú, Tercera Edición, Editorial IICA, San José-Costa Rica.
- Villanueva, M. (2010). Aves e insectos importantes como plagas en cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) distrito San Salvador – Calca, Cusco.
- Yábar, L. 1994. Manejo ecológico del gorgojo de los andes (*Prembotrypes latithorax* Pierce, 1914). Red de acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Lince, Lima-Perú.