



Citación: Catalán Bazan, W. ., Rodríguez Berrio, A. ., Canto Saenz, M. ., & Peña Valdeiglesias, J. . Diagnóstico situacional de la sustentabilidad del cultivo de papa en agroecosistemas Andinos de Cusco con énfasis en manejo integrado de plagas. Q'EUÑA, 17(1), 9–24.

<https://doi.org/10.51343/rq.v17i1.2047>

Recibido: 22-01-2026

Aceptado: 17-05-2026

Publicado: 29-06-2026



Copyright: © 2026. 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 Reconocimiento-NoComercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), 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:

Wifredo Catalán Bazan

Wilfredo.catalan@unsaac.edu.pe

Diagnóstico situacional de la sustentabilidad del cultivo de papa en agroecosistemas Andinos de Cusco con énfasis en manejo integrado de plagas

Situational diagnosis of the sustainability of potato cultivation in Andean agroecosystems of Cusco with emphasis on integrated pest management

Wifredo Catalán Bazan¹, Alexander Rodríguez Berrio², Manuel Canto Saenz², Joel Peña Valdeiglesias³

¹Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.

²Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

³Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú.

Resumen

El cultivo de papa en Cusco, Perú, es fundamental para la seguridad alimentaria de aproximadamente 1.5 millones de personas, con un consumo per cápita de 120 kg (OIA-DRAC, 2012). Este cultivo se desarrolla en diversos agroecosistemas altoandinos y presenta una elevada diversidad genética; en la colección del Centro Internacional de la Papa (CIP), Cusco aporta 1154 variedades nativas nominales y 11 variedades mejoradas. El estudio tuvo como objetivo evaluar la sustentabilidad actual de las tecnologías de producción y del manejo integrado de plagas y enfermedades implementadas en fincas de agricultores durante las últimas dos décadas, considerando las dimensiones social, económica y ambiental. La investigación se realizó en comunidades altoandinas ubicadas entre 2500 y 4030 m s.n.m., involucrando a 194 agricultores, a quienes se aplicaron encuestas estructuradas basadas en indicadores y subindicadores preestablecidos. Los valores cualitativos fueron transformados en una escala cuantitativa de 0 a 4 (Likert), considerando sustentables aquellos valores iguales o superiores a 2. El análisis se centró en las tecnologías de producción y en las principales plagas y enfermedades reportadas por los agricultores en los últimos 10 años. Los agricultores identificaron como plagas primarias a *Epitrix* sp., *Diabrotica* sp., *Phthorimaea operculella*, *Symmetrischema tangolias*, *Liriomyza huidobrensis*, *Trialeurodes vaporariorum* y *Premnotrypes latithorax*, y como secundarias a *Tequus* sp. y *Atomopteryx* sp. En cuanto a enfermedades, destacaron *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*. El índice de sustentabilidad general (ISG) fue de 1.92, valor cercano al umbral de sustentabilidad, lo que evidencia una adopción limitada de las tecnologías, haciendo necesaria la reorientación de estrategias para fortalecer el manejo integrado y la producción sostenible del cultivo.

Palabras clave: *Sustentabilidad, Tecnología, Plagas, Solanum tuberosum.*

Abstract

The potato crop in Cusco, Peru, is essential for the food security of approximately 1.5 million people, with a per capita consumption of 120 kg (OIA-DRAC, 2012). This crop is cultivated across diverse high-Andean agroecosystems and exhibits high genetic diversity; within the collection of the International Potato Center (CIP), Cusco contributes 1,154 nominal native varieties and 11 improved varieties. Given its importance of potato cultivation, this study aimed to evaluate the current sustainability of production technologies and integrated pest and disease management practices implemented on farmers' fields over the past two decades, considering social, economic, and environmental dimensions. The research was conducted in high-Andean communities located between 2,500 and 4,030 m s.n.m., involving 194 farmers who were surveyed using structured questionnaires based on predefined indicators and sub-indicators. Qualitative values were converted into a quantitative scale ranging from 0 to 4 (Likert), with values equal to or greater than 2 considered sustainable. The analysis focused on production technologies and the main pests and diseases reported by farmers over the last 10 years. Farmers identified *Epitrix* sp., *Diabrotica* sp., *Phthorimaea operculella*, *Symmetrischema tangolias*, *Liriomyza huidobrensis*, *Trialeurodes vaporariorum*, and *Premnotrypes latithorax* as primary pests, while *Tequus* sp. and *Atomopteryx* sp. were considered secondary pests. Regarding diseases, *Phytophthora infestans* and *Alternaria solani* were highlighted as the most important. The general sustainability index (GSI) was 1.92, a value close to the sustainability threshold, indicating limited adoption of technologies and underscoring the need to reorient strategies to strengthen integrated management and sustainable potato production.

Keywords: *Sustainability, Technology, Pests, Solanum tuberosum.*

Introducción

La investigación se enmarca en agroecosistemas con prevalencia en policultivos, donde se establecen dos o más cultivos simultáneamente con alta posibilidad de darse la competencia interespecífica o complementaria, siendo posible la disminución de la población de las plagas de insectos por doseles complejos o por alelopatías (Gliessman y Amador 1980 citados por Altieri y Nicholls 2007). En la investigación se analiza la sustentabilidad de tecnología de producción y prácticas de control de plagas y enfermedades que por sus principios y enfoques es considerado como una solución promisorio de control de plagas en la perspectiva de agricultura sustentable (Ortiz *et al.* 1997). En consecuencia, el manejo integrado de plagas (MIP) integra todas las tácticas de control, priorizados en: cultural, biológico, físico, mecánico, etológico y como última opción el control químico; la base fundamental son los factores de mortalidad natural (Cisneros *et al.* 1995). Así mismo, el conocimiento local, integra un conjunto de prácticas, producto de experiencia local que constituyen el soporte para el manejo de cultivos y de plagas, y es considerada como base para la sustentabilidad de la agricultura andina (Ortega 2012; Ortiz *et al.* 1997). Para analizar la factibilidad de sustentabilidad de la agricultura, es necesario evaluar las dimensiones económico, ecológico y sociocultural, a través de sus indicadores y subindicadores. Si los valores pasan el valor de umbral mínimo de sustentabilidad, la agricultura bajo las condiciones evaluadas, es sustentable. En el análisis de sustentabilidad es necesario considerar la definición a partir de los atributos de los agroecosistemas: la productividad; estabilidad, confiabilidad y resiliencia; adaptabilidad, equidad y autodependencia, que determinan los puntos críticos, fortalezas y debilidades para la sustentabilidad (Sarandon *et al.* 2002). Bajo esta premisa, se ha planteado la investigación para analizar la sustentabilidad de tecnologías de producción y prácticas de control de plagas en agroecosistemas andino con tendencia a minifundio en cultivo de papa.

En Cusco, Perú, desde 1980, el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), las agencias agrarias y proyectos especiales del Ministerio de Agricultura, las ONGs (Asociación Arariwa, CEDEP AYLLU, CESA), promovieron en cultivo de papa, las tecnologías de producción basados en uso de semilla de calidad en variedades modernas, el uso y manejo de fertilizantes. Desde 1990 hasta después del 2000, el Centro Internacional de la Papa (CIP), el INIA y las ONGs promovieron los programas de manejo integrado de plagas en “Gorgojo de los Andes” *Premnotrypes latithorax* (Alcázar *et al.*, 1993; Cisneros *et al.*, 1995; Ortiz *et al.*, 1997); la “Polilla de la papa” *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias* (Raman *et al.*, 1987; Cisneros *et al.*, 1995; Kroschel *et al.*, 2012); el “Tizón tardío” (*Phytophthora infestans*) y otras enfermedades asociadas (CIP, 1983); finalmente el “nematodo quiste de la papa” (*Globodera* spp.) (CIP, 1983). Con las tecnologías de producción y las prácticas de control de plagas que contiene cada uno de estos programas, se realizaron capacitaciones y asistencia técnica a los agricultores en diferentes agroecosistemas de cultivo de papa.

Para *Premnotrypes* spp, se validó y se promovieron las siguientes prácticas de control: eliminación de plantas voluntarias de papa, recojo manual de adultos y larvas, aradura invernal en campo cosechado de papa, uso de mantas a la cosecha para recojo de larvas, empleo de pollos como depredadores de larvas, remoción de suelos en áreas de amontonamiento de tubérculos, cosecha oportuna, almacenamiento de semilla bajo luz difusa, suelo del almacén de tubérculos tratado con el hongo *Beauveria* sp., la barrera vegetal y la barrera química al contorno de las parcelas de papa, para interceptar los adultos, (Alcázar *et al.*, 1993; Cisneros *et al.*, 1995; Ortiz *et al.*, 1997; Kroschel *et al.*, 2012).

La “Polilla de la papa” *P. operculella* y *S. tangolias*, es otra plaga principal, se promovió la cosecha oportuna, selección de tubérculos después de la cosecha, eliminación de rastrojos de papa, limpieza y desinfestación del almacén, almacenamiento inmediato de tubérculos y protección, uso de trampas con feromona sexual en almacén, cobertura de tubérculos con plantas repelentes, almacenamiento de tubérculos en ambientes de luz difusa, tubérculos tratados con *Bacillus thuringiensis* y *Baculovirus phthorimaea* (Raman *et al.*, 1987; Cisneros *et al.*, 1995; Kroschel *et al.*, 2012).

En “Nematodo del quiste de la papa” *Globodera* spp. se fortalecieron los acuerdos de las comunidades campesinas para continuar sosteniendo las rotaciones sectoriales que son áreas sembradas con papa cada 5 a 6 años, el uso de las variedades resistentes de papa al nemátodo, la eliminación de plantas espontaneas de papa, el uso de guano de corral y guano de isla en la siembra y el uso de nematicidas (CIP, 1983; Pérez y Forbes, 2011).

Para la enfermedad “Tizón tardío” *Phytophthora infestans*, se promovieron el uso de variedades de papa resistentes, uso adecuado y oportuno de fungicidas, época de siembra, eliminación de plantas voluntarias de papa, selección de semilla, distanciamiento entre plantas y surcos, corte de follaje antes de la cosecha, cosecha oportuna y eliminación de tubérculos afectados por la enfermedad (CIP, 1983; Pérez y Forbes, 2008).

En Cusco, las tecnologías de producción y las prácticas de control de plagas, llegaron a los agricultores de provincias, distrito y comunidades, por capacitaciones y asistencia técnica de las instituciones como el Centro Internacional de la Papa en convenio con el INIA, la Asociación Arariwa y CEDEPAYLLU (Alcázar *et al.*, 1993; y Arariwa, 2008). Posterior a 1996 la ONG Asociación Arariwa en convenio con el CIP y a través de un proyecto, masificó la difusión del MIP en 600 familias distribuidas en 24 comunidades campesinas ubicadas en las provincias de Calca y Urubamba, con influencia indirecta a 3269 familias; posteriormente la difusión amplió a las provincias de Acomayo y Canas (Arariwa, 2008). El CEDEPAYLLU promovió el MIP en los distritos de Accha y Omacha en la provincia de Paruro y en el distrito de Pisac en Calca, ambos en la región de Cusco. El Centro de

Servicios Agropecuarios (CESA) promovió el MIP en las comunidades de la provincia de Paucartambo; el RICCHARY AYLLU en las comunidades del distrito de Lamay en Calca; la Estación Experimental Andenes (INIA-Cusco) a través de sus técnicos proporcionó asistencia técnica en varias provincias de Cusco; PRONAMACHS (ahora AgroRural) y las Agencias Agrarias, también asumieron esta actividad en sus zonas de trabajo.

También, se realizaron investigaciones sobre la adopción de prácticas de control del programa de manejo integrado de gorgojo de los Andes en Cusco. Almanza (2003) registro que el 71 al 93% de los agricultores productores de papa adoptaron el conocimiento teórico sobre el comportamiento de gorgojo de los Andes y la existencia de las prácticas del MIP para el control de la misma que significa un nivel alto, sin embargo, la aplicación real de estos conocimientos y las prácticas de control es solo de 50% que corresponde a un nivel medio. La Asociación Arariwa en autoevaluación de agricultores productores de papa en Calca y Urubamba, donde se capacitó con programa MIP de gorgojo de los Andes, determinó que la adopción de conocimiento teórico sobre las prácticas MIP fue del 70% lo que significa un nivel alto, sin embargo, la aplicación real de las prácticas de control es de nivel bajo, siendo menor a 50% (Arariwa, 2008).

El tiempo que ha transcurrido después de la promoción y capacitación de los agricultores con las tecnologías de producción y manejo integrado de plagas (MIP) en cultivo de papa en Cusco, ameritó a una evaluación, para conocer cuan sustentable son las tecnologías principales de producción y los métodos de control para las principales plagas en cultivo de papa en sistemas de los agricultores.

Materiales y método

El estudio se realizó en las provincias de: Anta (L.S 13°29'00'' y L.W 72°26'53.9'') Urubamba (L.S 13°13'10.9''y L.W 72°38'53.5'') y Paucartambo (L.S 13°13'10.9''y L.W 72°38'53.5.5''), considerados provincias importantes en cultivo de papa en Cusco. En la zona baja que corresponde a 2581 a 3387 m snm ubicados en Anta y Paucartambo, se encuestaron a 76 agricultores que cultivan papa en estación seca, con riego, uso de variedades mejoradas y producción comercial. En la zona media que se encuentra entre 3538 a 3760 msnm ubicados en Urubamba, se encuestaron a 51 agricultores que cultivan papa en estación de lluvias, donde priorizan las variedades mejoradas para mercado y poco de variedades nativas. En la zona alta que se encuentra entre 3600 a 4072 msnm ubicados en Anta, Paucartambo y Urubamba, se encuestaron a 67 agricultores que cultivan papa en estación de lluvias, con mayor incidencia de variedades nativas y poco de variedades mejoradas para el mercado. Se encuestó en total a 194 agricultores. En la estructura de la encuesta, en la dimensión económica se consideró variedades comerciales de papa, el área cultivada y la productividad; en lo ambiental se consideró la diversificación, las prácticas culturales, rotación de cultivos y el control químico de plagas y enfermedades, no se consideró el control biológico, por antecedente se conoce que en estos agroecosistemas no promovieron el control biológico comercial; en lo social se consideró el nivel de educación, las capacitaciones recibidas, la participación de las instituciones y el conocimiento de prácticas MIP por los agricultores (Tabla 1).

Las plagas y enfermedades perjudiciales para el cultivo de papa fueron registradas del testimonio de los agricultores, con una encuesta estructurada, luego el investigador ha realizado las observaciones de estas plagas y enfermedades en campo y almacén, para corroborar la información del agricultor.

Tabla 1

Indicadores de sustentabilidad evaluados en producción del cultivo y control de plagas de papa en comunidades altoandinas

Subdimensión/Indicador	Valores				
	0	1	2	3	4
A. Material genético					
A1. Procedencia de semilla	SP	SP+M	SP+FA	SP+AS	SP+INIA
A2. Variedades comerciales	2	3	4	5	>5
B. Área cultivada					
B1. Área sembrada (ha)	<= 0.5	0.6 -1	1.1-1.5	1.6-2	> 2
C. Productividad					
C1. Abonamiento y fertiliz.	NP	NPK	MO + N	NP+MO	NPK+MO
C2. Rendimiento (Tn/Ha)	<= 5	5.1-8	8.1-12	12.1-16	> 16
C3. Costos pesticidas/campaña	<=350	351-499	500-599	600-799	>= 800
C4. Precio en chacra/kg	0.4-0.5	0.51-0.7	0.71-0.9	0.91-1.1	1.11-1.3
A. Diversificación					
A1. Vari. nativas de papa	No tiene	1-5	6-10	11-20	>20
A2. Especies cultivadas	<= 1	3	5	7	> 7
B. Prácticas culturales					
B1. Rotación de cultivos (años)	2	3	4	5	> 5
B2. Prácticas control no químico.	<=2	3-4	5-6	7-8	> 8
C. Control químico					
C1. Grupo qco de insecticidas (S/.)	> 120	120-80	79.9-40.1	<= 40	No aplica
C2. # de princ. activos insectic.	>3	3	2	1	No usa
C3. Frec. aplicac. de insectic.	>3	3	2	1	No usa
C4. Grupo qco de fungic. (S/.)	>50	50-40	39.9-30.1	<= 30	No usa
C5. # de princ. activos fungic.	>3	3	2	1	No usa
C6. Frec. aplicac. de fungic.	>3	3	2	1	No usa
A. Nivel educativo e idiosincrasia					
A1. Nivel educativo	Ninguno	Primar.	Secund.	Tecn.	Univ.
A2. Consumo de papa (Kg/día)	<= 0.4	0.5-0.6	0.7-0.8	0.9-1	> 1
A3. Participac familiar en MIP	Ninguno	Ea	Eo	Ea+Eo	Ea+Eo+H
B. Capacitaciones recibidas					
B1. # de capac. recibidas	Ninguno	1	2	3	> 3
B2. # de Instituc involucradas	Ninguno	1	2	3	> 3
C. Conocimientos en MIP					
C1. Conocim. de MIP (GA)	No conoce	1-3	4-6	7-9	>9
C2. Conocim. de MIP (PP)	No conoce	1-2	3-4	5-8	>8
C3. Conocim. de MIP (TT)	No conoce	2	3	4	>4
C4. Conocim. Local de control	No indica	1-2	3-4	5-6	> 6

SP= semilla propia, M= mercado, FA= feria agropecuaria, AS= agricultores semilleristas

Ea= esposa, Eo= esposo, H= hijos, GA= Gorgojo de los

Andes, PP= polilla de la papa, TT= tizón tardío

Para evaluar la sustentabilidad se aplicó la metodología propuesta por Sarandón (2002), con el uso de indicadores económicos, ambientales y socioculturales. En el análisis de sustentabilidad se consideró las tecnologías más relevantes en la producción de papa y el conocimiento de técnicas de control de plagas y enfermedades del primer orden consideradas por los agricultores. Para la conversión de valores cualitativos a cuantitativos se utilizó la escala de Likert de 0 a 4; donde 4 representa mayor contribución a la sustentabilidad y 0 la más baja o situación crítica para la sustentabilidad del sistema. El umbral mínimo de sustentabilidad (UMS) se consideró 2 nominal, siendo los valores igual o superior a 2 sustentables, y valores inferiores a 2 no sustentables (Tabla 1). Se analizó los componentes principales (PCA) para denotar las tecnologías y prácticas de control que destacan los agricultores en cada zona de cultivo de papa.

La dimensión económica (IK) determina si los indicadores tecnológicos de producción coadyuban en la viabilidad económica del sistema y se ha calculado con la fórmula:

$$IK = (A1+A2+B1+C1+C2+C3+C4) / 7$$

La dimensión ambiental (IA) determina si los indicadores ambientales de producción muestran procesos compatibles a los principios ecológicos de producción y a la sustentabilidad ambiental del sistema, se calcula con la fórmula:

$$IA = (A1+A2+B1+B2+C1+C2+C3+C4+C5+C6) / 10$$

La dimensión sociocultural (IS) determina en el sistema el nivel de satisfacción de los agricultores en los aspectos socioculturales vinculados al cultivo de papa y se calcula con la fórmula:

$$IS = (A1+A2+A3+B1+B2+C1+C2+C3+C4) / 9$$

El índice de sustentabilidad general (ISG) se calculó según Flores y Sarandón *et al.* (2004): con la fórmula:

$$ISG = (IK+IA+IS) / 3$$

La información primaria registrada de los agricultores, se procesó con el software Excel y representados con gráficos radiales. El análisis de componentes principales (PCA) se hizo con el software R (R Core Team, 2019) y la librería Vegan (Oksanen *et al.*, 2019), con el que se hizo el escalamiento multidimensional (MDS) que se ajusta a la medida de distancia euclidiana de un PCA, se determinó las tendencias del comportamiento de los indicadores de cada dimensión por zonas baja, media y alta.

Resultados y Discusión

Los agricultores de las zonas media y alta, reportan como plagas principales, que en campañas consecutivas siempre están presentes y de nivel perjudicial. En primer lugar, a *Premnotrypes latithorax* (Piercei), seguido de *Epitrix spp.*, y en la zona baja reportan a *Trialeurodes vaporarorum* (Westwood, 1856), *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926), *Epitrix spp.*, *Diabrotica decempunctata* (Bechyne), *Symmetrischema tangolias* (Tuener) y *Phthorimaea operculella* (Zeller). En enfermedades consideran primaria a “tizón tardío” *Phytophthora infestans* (Mont De Bary), seguido de “tizón temprano” *Alternaria solani* (Kuhn) y *Spongospora subterranea* (Wall Lagerh), información que coincide con el reporte de CIP, (1983) y Pérez y Forbes (2008). Otras plagas insectiles y enfermedades secundarias son consideradas sin relevancia por los agricultores y no ejercen control, aun cuando estas puedan tener repercusión en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

En el análisis de sustentabilidad de las dimensiones económico, social y ambiental, se encontró indicadores con valores superiores e inferiores al umbral mínimo de sustentabilidad (UMS), lo que implica la existencia de indicadores favorables y críticos a la sustentabilidad del sistema en las comunidades evaluadas. A continuación, se analiza para cada dimensión.

Dimensión económica

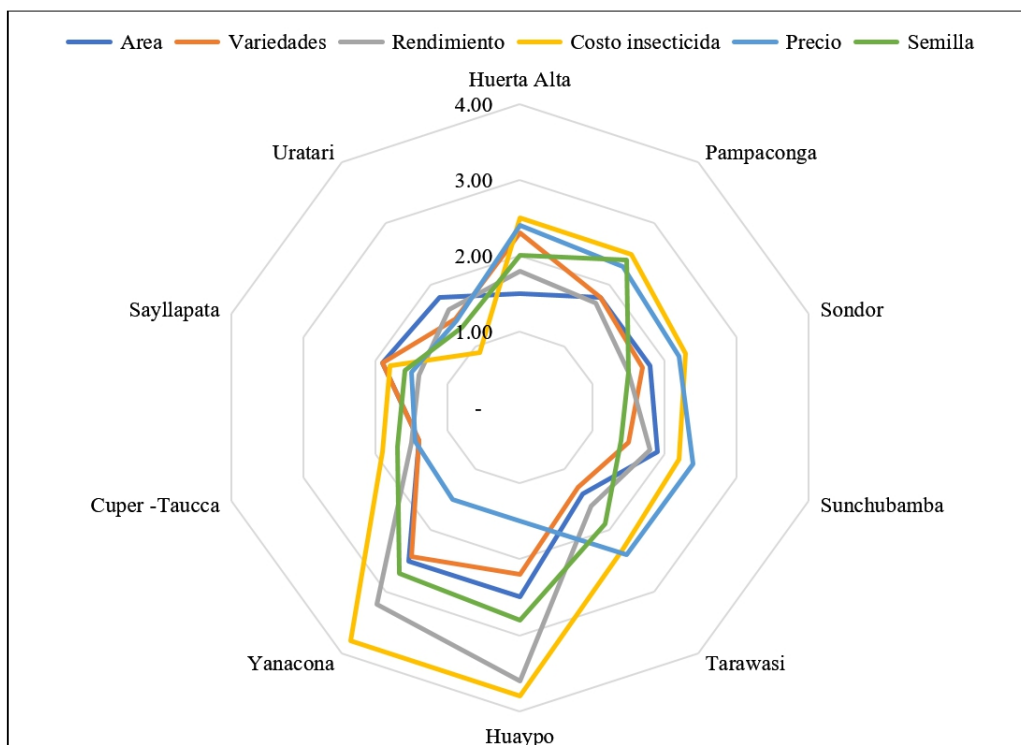
En las 10 comunidades evaluadas, las áreas sembradas obtuvieron un valor promedio de 1.85 valor nominal, es inferior al umbral mínimo de sustentabilidad (UMS) siendo un indicador crítico para la sustentabilidad.

En las comunidades de la zona baja, las áreas sembradas con papa son menores a 0.5 ha, en la zona media y alta, varían de 0.5 a 1 ha. Este panorama caracteriza a Cusco, donde el cultivo de papa es en minifundio y coincide con el reporte del INEI (2012). La permanente fragmentación de tierras agrícolas obedece a aspectos socioculturales enmarcados en donaciones de padres a hijos y reducción de áreas agrícolas, donde los cultivos forman parte de subsistencia familiar y el excedente para el mercado, bajo estas características, los agricultores para recibir las capacitación y la implementación de técnicas de manejo agronómico de sus cultivos y control de plagas tienen que estar organizados, situación que se ha registrado como una debilidad en este estudio.

Las variedades modernas comerciales de papa, según tabla 1, tienen el valor promedio de 1.80 que es inferior al UMS, no sustentable para las comunidades de la zona baja con 1 a 2 variedades y las de zona alta con 2 a 3 variedades; mientras que, para las comunidades de la zona media con valor mayor a 2, es superior al UMS, porque cultivan de 3 a 5 variedades modernas. El número de variedades usadas en el sistema, ofrece mayor posibilidad de tolerancia a efectos adversos del ambiente, plagas y enfermedades (Altiere y Nicholls, 1994), brindando mejores oportunidades de comercialización por la preferencia de los consumidores a variedades modernas (Almeyda, 2004), esta situación ocurre en las comunidades de Yanacona y Huaypo.

Figura 1

Indicadores de la dimensión económica



La semilla con valor promedio de 1.93 es inferior al UMS, no sustentable para el sistema. De los encuestados, el 76% de agricultores no conocen las instituciones ni los agricultores que producen la semilla de papa; ellos compran del mercado, ferias agropecuarias, agricultores vecinos y algunos adquieren de los agricultores semilleristas o del INIA, como ocurre en Yanacona y Huaypo (Figura 1). En las comunidades de la zona baja cambian la semilla para cada año, mientras que, en la zona media y alta, conservan su propia semilla por 3-5 años, después renuevan, esta información es concordante con Ortega (2012). Entre 1990 a 2000, el INIA, la Asociación Arariwa y el Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA-UNSAAC) promovieron la organización y la capacitación de los agricultores en producción de semilla en diferentes categorías, en la actualidad estas organizaciones han dejado de producir semilla certificada (Ortega, 2012). Actualmente, solo el INIA produce semilla certificada de variedades comerciales en cantidades mínimas que no abastece la demanda de los agricultores, situación crítica que influye en rendimiento y rentabilidad.

El fertilizante químico, materia orgánica, muestran valores superiores al UMS, excepto Uratari con 1.72 y Cuper-Tauca con 1.08 que son valores inferiores al umbral mínimo. En la zona baja y alta utilizan el nitrógeno y fósforo, el potasio es opcional, en la zona media usan el nitrógeno, fósforo y potasio; el 45% de agricultores complementan con cantidades mínimas de materia orgánica (estiércol) y el 65% con abonos foliares, estos datos son coincidentes con el reposte del INEI (2012). En Pampaconga, Huerta Alta, Sayllapata, Yanacona, Huaypo y Sunchubamba, usan mayor cantidad de fertilizantes que otras comunidades (Figura 1). Las cantidades usadas es por la experiencia y el presupuesto del agricultor, no se basa en la necesidad y la demanda de nutrientes del cultivo en el suelo, esta realidad es una de las causas del bajo rendimiento.

El rendimiento con valor promedio de 1.97 es inferior al UMS para las comunidades de la zona baja y alta, excepto Yanacona y Huaypo con valores mayores a 3 que es superior al UMS. El rendimiento es variable por agricultores y zonas, el 7% de agricultores obtienen menor a 5 000 kg/ha, el 45% entre 6 000-9 000 kg/ha, el 31% de 9 000-12 000 kg/ha, el 11% de 13 000-16 000 kg/ha y el 6% mayor a 16 000 kg/ha. Los rendimientos son mayores en Yanacona y Huaypo, seguido de Pampaconga y Huerta Alta (Figura 1). El rendimiento promedio para Cusco es 12.3 t/ha según Pradel *et al.* (2017), en el estudio se demuestra que el 83% de agricultores obtienen rendimientos menores al promedio regional. Las causas primarias son las lluvias irregulares, deficiente manejo de nutrientes en el suelo, calidad de semilla, daño de plagas y enfermedades y agricultores desmotivados por precios rezagados en el mercado.

Las comunidades Huerta Alta, Pampaconga, Sondor, Sunchubamba y Tarawasi que cultivan papa en época seca, proveen a los mercados de la ciudad del Cusco en meses de escasez y reciben un mejor precio, muestran un valor promedio mayor a 2 lo que es sustentable en la UMS, las otras comunidades tienen valores por debajo de UMS. Para 2018, el 70% de agricultores indicaron precios en parcela, de 0.50 a 0.70 soles/kg, el 28% entre 0.70 a 0.90 soles/kg y el 2% igual o menor a 0.50 soles/kg. El precio está supeditado a la oferta y demanda, distancia de las zonas de producción al mercado, época de siembra, variedad, inversión y presentación del producto, el precio es impuesto por los comerciantes intermediarios, como indica Almeyda (2004). Los agricultores indican que el precio de papa en sus parcelas está rezagado y no es rentable, esta realidad no es favorable para la sustentabilidad del cultivo.

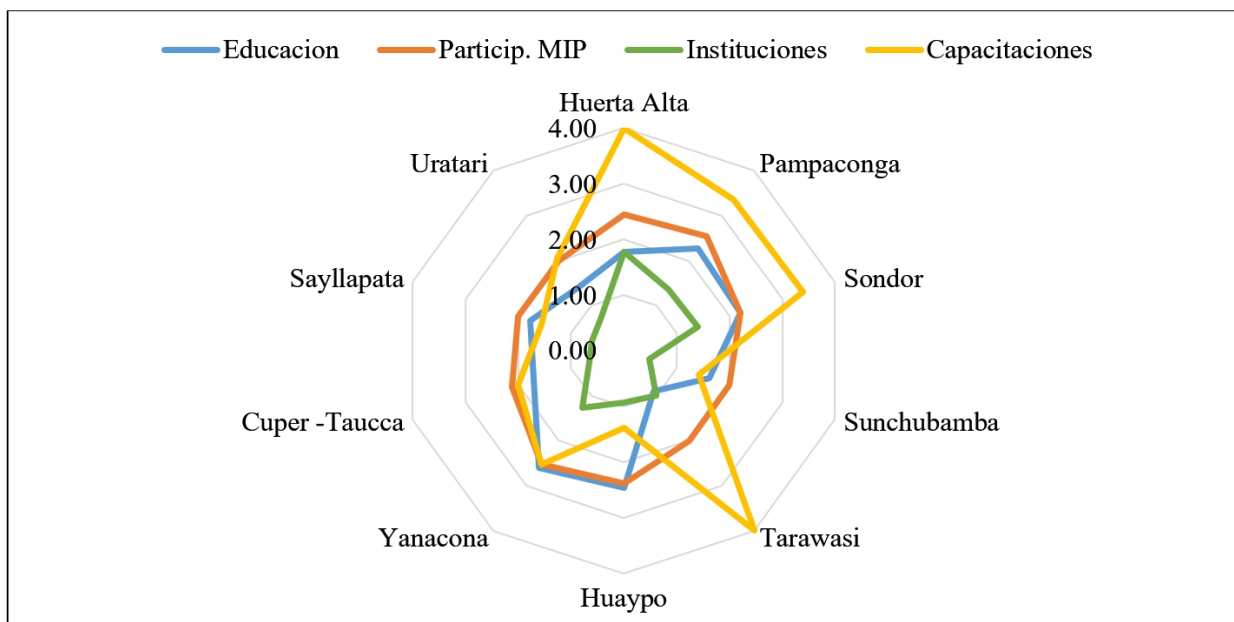
El indicador de insecticidas y fungicidas se ha analizado en función a la inversión monetaria y la protección de cultivo contra las plagas. Las comunidades de Yanacona y Huaypo con el valor de 3.80, Huerta Alta y Pongobamba con 2.50, Sunchubamba con 2.20 y Tarawasi con 2.30 muestran valores superiores al UMS, las otras comunidades muestran valores por debajo de UMS (Figura 1). Todos los agricultores usan fungicidas y el 90% de ellos usan insecticidas. En control de plagas, el 11% de agricultores invierten hasta \$ 93, el 23% hasta \$ 154, el 18% y 31% hasta \$ 185 y 216 respectivamente, el 16% hasta igual o mayor a \$ 245 por hectárea. En este indicador la sustentabilidad se relaciona con la inversión, la protección del cultivo, cosecha con menos daño y el costo beneficio favorable (Ortega, 2012).

Dimensión social

La educación académica de los agricultores muestra un valor promedio de 1.78 lo que es inferior al UMS, no sustentable para el sistema. Se demuestra que el 16% de agricultores son analfabetos, el 59% con primaria, el 23% con secundaria y 2% superior, datos similares al reporte de INEI (2012). Los agricultores de Huaypo, Yanacona, Pampaconga y Sondor tienen valores superiores a UMS que indica mayor nivel de educación (Figura 2a). En los agricultores, el mayor nivel de educación permite entender los procesos tecnológicos de producción, la biología y el comportamiento de reproducción de las plagas, daños y la funcionalidad de técnicas modernas de control de plagas en el contexto del MIP, que constituyen todavía una debilidad en agricultores de la región Cusco (Ortiz *et al.*, 1997). Los agricultores con menor nivel de educación muestran la actitud favorable a la conservación de variedades nativas y el uso de conocimiento local para el manejo del cultivo y plagas (Caceda y Quintanilla, 1984).

Figura 2a

Indicadores de la dimensión social



El indicador capacitación, muestra valores superiores al UMS, por la existencia de un proyecto de capacitación entre 2014 y 2016, excepto en Sunchubamba, Huaypo y Sayllapata que reportan valores inferiores al UMS (Figura 2a). Los datos registrados en el estudio durante 2014 a 2016, indican que el 35.6% de agricultores recibieron capacitación en plagas, el 21.4% en control químico, el 10.3% mostraron afiches de control químico, el 5.7% de agricultores reportaron afiches, boletines, trípticos de gorgojo de los Andes y polilla de la papa y el 1.5% mostraron trípticos de nuevas variedades de papa y otros cultivos. Se resalta la disposición alta de la familia (padres e hijos) en participar en las capacitaciones de tecnologías de producción y manejo de plagas.

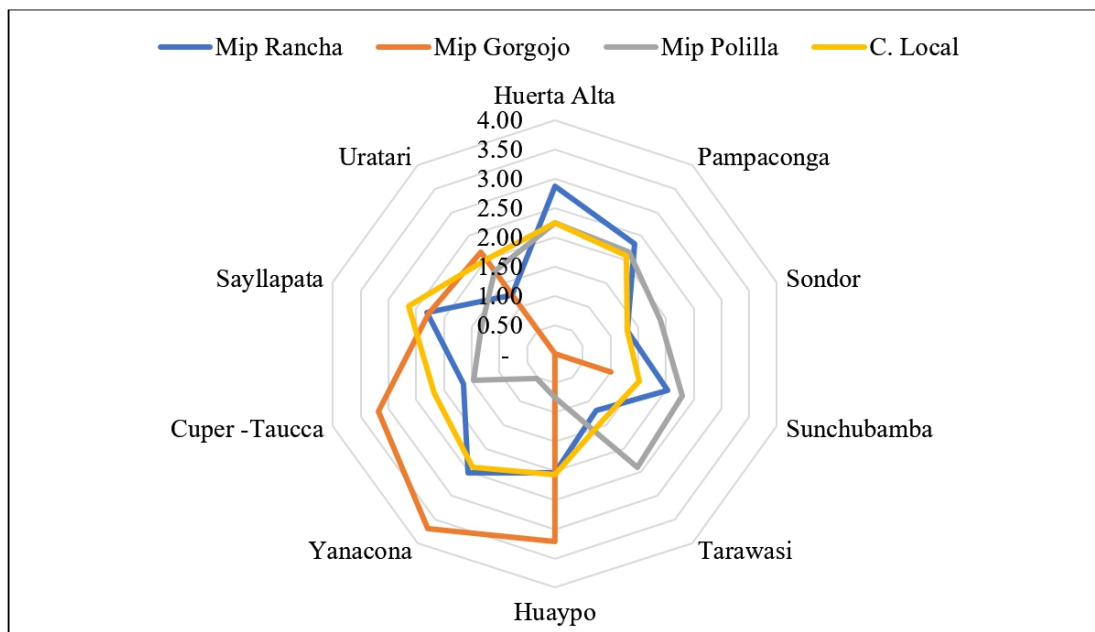
La participación de las instituciones en capacitación de agricultores, reporta el valor promedio de 1.12 que es inferior al UMS (Figura 2a) para todas las comunidades. Entre 2014 a 2016, el 10.8% de agricultores reportan al INIA, el 20.1% a empresas químicas y 4.1% a AgroRural; mientras que el 56.2% mencionan a las municipalidades. Se demuestra que la asistencia técnica y capacitación a los agricultores es débil desde el Estado y otras instituciones y eso amenaza a la sustentabilidad de soporte técnico en producción y manejo de plagas en cultivos.

Entre los agricultores hay diferencias en el conocimiento de la biología, comportamiento de reproducción y daño de las plagas. En *Epitrix* spp., *Diabrotica* spp., *Atomopteryx* sp., *Tequus* sp., *Liriomyza huidobrensis* y *Trialeurodes vaporarum* conocen al adulto y larva por el daño que ocasiona en la planta, mientras que el conocimiento es débil en estados que no tienen relación con el daño directo. El desconocimiento es mayor en Uratari, Sunchubamba, Sondor y Sayllapata, que coincide con mayor porcentaje de analfabetos y educación primaria.

En *Premnotrypes latithorax*, plaga de mayor dispersión y devastador para el cultivo de papa en Cusco, el indicador de conocimiento es de 1.55, valor inferior al UMS, no sustentable para el sistema. Sin embargo, para Cuper-Taucca, Yanacona, Huaypo, Sayllapata y Uratari tienen valores ampliamente superiores al UMS (Figura 2b), implica que el conocimiento es avanzado en ciclo biológico, los estados de desarrollo, el comportamiento de reproducción, daño en la planta y las prácticas de control, que corrobora a las afirmaciones de Arariwa (2008) y Almanza (2004); las otras comunidades están ubicadas en pisos ecológicos que no es el hábitat de la plaga. En Yanacona y Huaypo indican de 4-9 prácticas de control, en las comunidades de la zona alta indican de 1-4 prácticas. Las prácticas más indicadas son: el uso de mantas a la cosecha de tubérculos para cosecha de larvas, rotación de cultivos, recojo de adultos, cosecha adelantada de papa, uso de gallinas para la predación de larvas, remoción manual del suelo en lugares de almacenamiento en campo, almacén para exposición de larvas, pupas y el control químico.

Figura 2b

Continúa indicadores de la dimensión social



Para *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*, el indicador de conocimientos es 1.68, valor inferior a UMS. Sin embargo, los agricultores de Huerta Alta, Pampaconga, Sondor, Tarawasi y Sunchubamba tienen valores superiores al UMS, indica que el conocimiento es mayor del ciclo biológico, los estados de desarrollo, el comportamiento de reproducción, daño y las prácticas de control. En las comunidades de la zona baja reportan de 4 a 6 prácticas para el control, mientras, en las comunidades de la zona media mencionan de 3 a 4 prácticas (Figura 2b). Las prácticas más indicadas son: las plantas repelentes en almacén, el almacén de luz difusa, cobertura de tubérculos en parcela cosechada, selección de tubérculos y el uso de insecticidas en almacén. La

adopción mayor de conocimiento sobre las dos plagas mencionadas, es producto de las capacitaciones impartidas durante el desarrollo del proyecto de manejo integrado de gorgojo de los Andes y la polilla de la papa en Cusco (Alcázar *et al.*, 1993). El flujo de estos conocimientos de padres a hijos, permitirá extender estos saberes a futuras generaciones de agricultores (Caceda y Quintanilla, 1984)

En *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*, enfermedades primarias para el cultivo, el análisis reporta el valor de 1.95 cercano al valor de sustentabilidad. Las comunidades de Yanacona, Huaypo, Huerta Alta, Pampacongá, Sayllapata y Sunchubamba, muestran valores superiores al UMS, sustentable; las otras comunidades tienen valores menores al UMS (Figura 2b). El conocimiento de los agricultores se diferencia en ciclo biológico, fuentes de inóculo y formas de sobrevivencia del hongo, sin embargo, todos conocen a la enfermedad por el síntoma en la planta. Las comunidades con valor positivo de sustentabilidad mencionan más de 4 prácticas y otras de 2 a 3 prácticas de control. Las prácticas utilizadas son: variedades resistentes, selección de semilla, época de siembra, aporque alto y uso de fungicidas.

El conocimiento local para el control de plagas y enfermedades persiste en los agricultores (Caceda y Quintanilla, 1984). Este indicador con el valor de 1.98 es próximo al valor sustentable, sin embargo, la mayoría de las comunidades tienen el valor positivo a sustentabilidad excepto, Sondor, Sunchubamba y Tarawasi (Figura 3a), lo que implica que las prácticas de control de plagas y enfermedades, persiste en los agricultores como producto de la cadena de aprendizaje de padres a hijos.

El conocimiento avanzado y el número de prácticas modernas de control de plagas y enfermedades indicadas por los agricultores, constituiría una fortaleza, cuando ellos lo utilicen, de lo contrario, si solo conoce y no pone en práctica es una debilidad para la sustentabilidad del MIP (Ortiz *et al.*, 1997), también coincide con las afirmaciones de Almanza (2004) y Arariwa (2008).

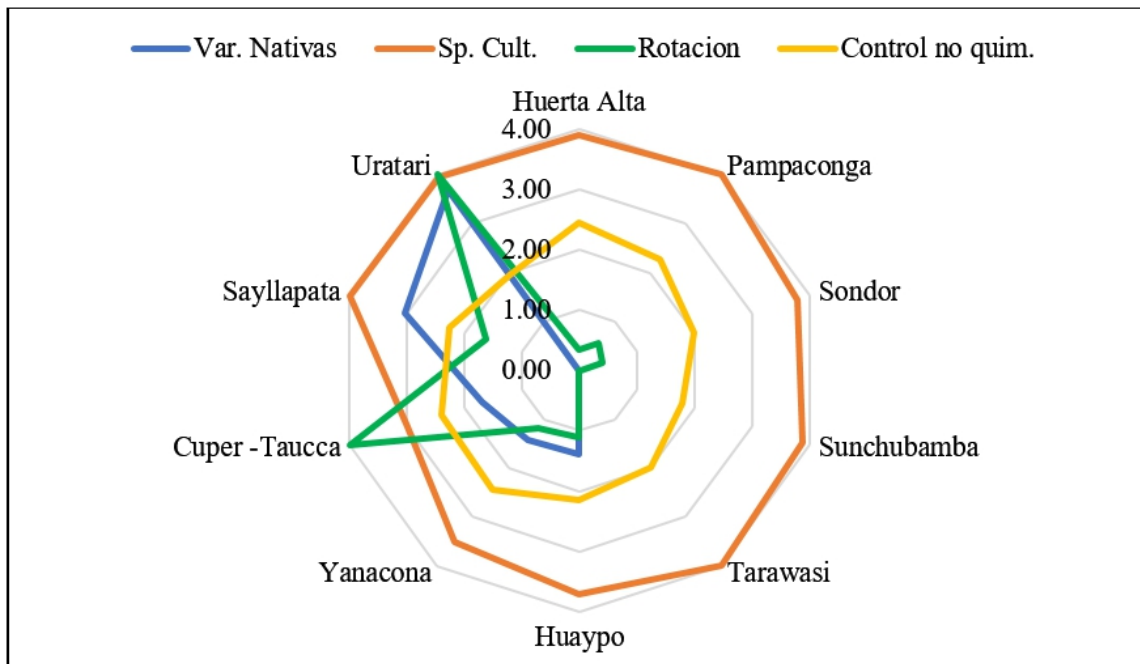
Sustentabilidad ambiental

La diversidad de especies cultivadas, diferentes al cultivo de papa, tiene valores superiores al UMS (Figura 3a). En la zona baja cultivan más de 7 especies, en la zona media de 5 a 7 y en la zona alta de 5 a 6 especies. El ámbito se configura con una alta diversidad de especies de plantas cultivadas que determinan un agroecosistema con tolerancia asociativa a fitófagos, con pocas especies de plagas primarias, una estructura compleja por la disposición de policultivos y la diversidad vegetal, que conlleva a la disminución de plagas, estabilidad ecológica, resiliencia y autodependencia (Altieri y Nicholls, 1994), componentes que fortalecen la sustentabilidad de los cultivos en la región, con aporte importante en la seguridad alimentaria y la economía del agricultor.

Las papas nativas no son cultivadas en comunidades menores a 3000 msnm. En la zona media cultivan de 1 a 5 variedades nativas y el valor del indicador es inferior a UMS no sustentable; mientras que, en la zona alta, Uratari y Sayllapata, tiene valores de 2.70 y 2.13 respectivamente, superiores a UMS (Figura 3a), cultivan de 6 a 20 variedades nativas y en pocos casos hasta 300 variedades. El número de variedades nativas en sistemas de agricultores está disminuyendo y se relaciona con el cambio de actitud conservacionista, el cual es evidente en agricultores jóvenes, información concordante con Ortega (2012) y Pradel *et al.* (2017).

Figura 3a

Indicadores de la dimensión ambiental



La rotación de cultivos en las parcelas es dinámica y variable en el tiempo, no existe el monocultivo en papa, pero el intervalo de tiempo de rotación es menor. En la zona baja es cada 2-3 años, en la zona media de 2-4 y en la zona alta de 5-7 años que corresponden a Uratari, Cuper y Tauca donde muestran valor 4 siendo superior a UMS (Figura 3a). El tiempo de rotación de cultivos depende de número de parcelas, especies cultivadas y tiene relación con establecimiento de enfermedades del suelo, nematodos y el gorgojo de los Andes (Ortega, 2012; Franco, 2019), excepto las plagas con mayor capacidad de desplazamiento.

El saber local, para el control de plagas y enfermedades persiste en los agricultores (Caceda y Quintanilla, 1984). Este indicador muestra el valor promedio de 2.17 superior a UMS, sin embargo, para Sunchubamba y Uratari es menor a UMS (Figura 3a). El 1.5% de agricultores reportan que usaron la orina humana fermentada mezclada con 15 litros de agua y el 67% afirman haber usado legía de 250 cc por 15 litros de agua y aplicaron a las plantas para proteger del tizón tardío, afirmación que coincide con Arias (2009).

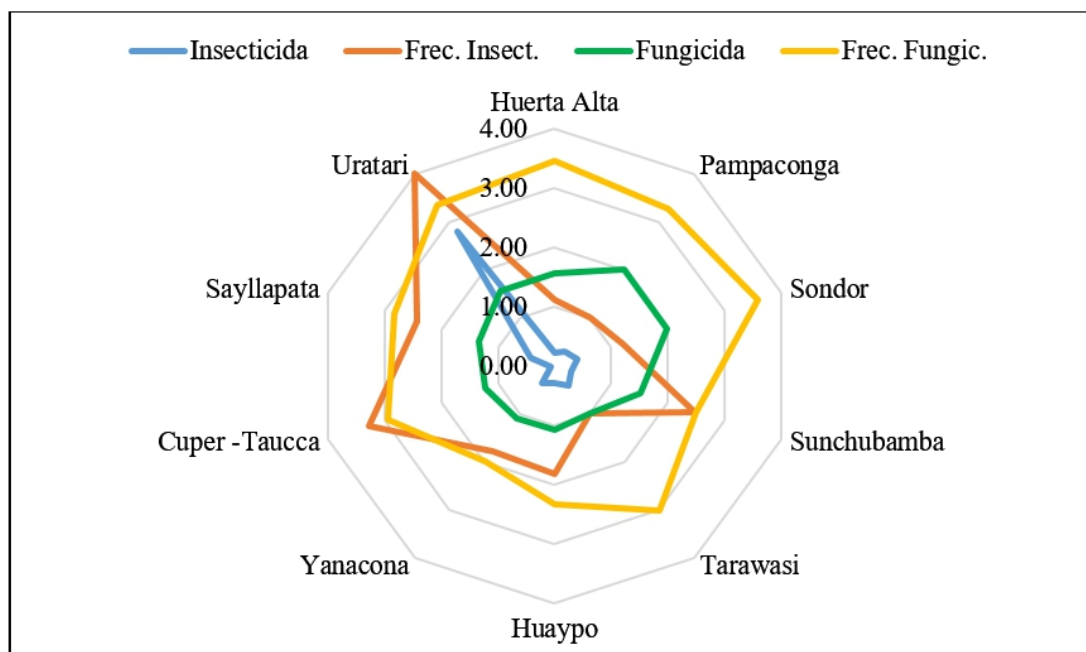
El 23% de agricultores de la zona media y alta, exponen los tubérculos dañados por enfermedades y larvas de *P. latithorax* a la helada y recuperan como chuño (Peter *et al*, 1994). El 2.6% asperjan un desinfectante con creso y agua a las hojas para prevenir del daño de plagas y enfermedades. El 50.5% de la zona baja y alta, usan la ceniza y espolvorean a las hojas para evitar el daño de *Epitrix spp.*, *Diabrotica spp.* y *Epicauta spp.* (Peter *et al*, 1994; Arias, 2009). El 18.6% de agricultores queman los residuos de cosecha, para el control de tizón tardío, barrenadores de tallo y la mosca minadora, el 27% entierran al suelo, los tubérculos infectados por *Synchytrium endobioticum*, *Spongospora subterranea*, *Phytophthora infestans* y la polilla de la papa. Las comunidades de la zona alta practican las rotaciones sectoriales y roturan el suelo 4 a 5 meses antes a la siembra, esto lo relacionan con el control de plagas y enfermedades por efecto de rayos solares y temperaturas bajas en las noches (Van y Larrain, 2000).

El control químico es la alternativa más usada para el control de plagas y enfermedades en cultivo de papa (Surosh, 2009; y Ortega, 2012). Los valores del indicador son inferiores a UMS, no sustentable ambientalmente

para las comunidades, excepto en Uratari donde no es usual la aplicación de insecticidas (Figura 3b). La insustentabilidad se basa por el número de principios activos usados y la frecuencia de aplicaciones. En la zona baja y alta usan carbamatos y fosforados con varios principios activos, en la zona media además usan piretroides con más de 2 principios activos. En la zona media aplican hasta 3 veces, en la zona baja y alta de 1 a 2 veces por campaña agrícola. En fungicidas, la zona baja y alta usan de contacto y hasta 2 aplicaciones, en la zona media usan de contacto y sistémico y hasta 4 aplicaciones por campaña agrícola.

Figura 3b

Continúa indicadores de la dimensión ambiental



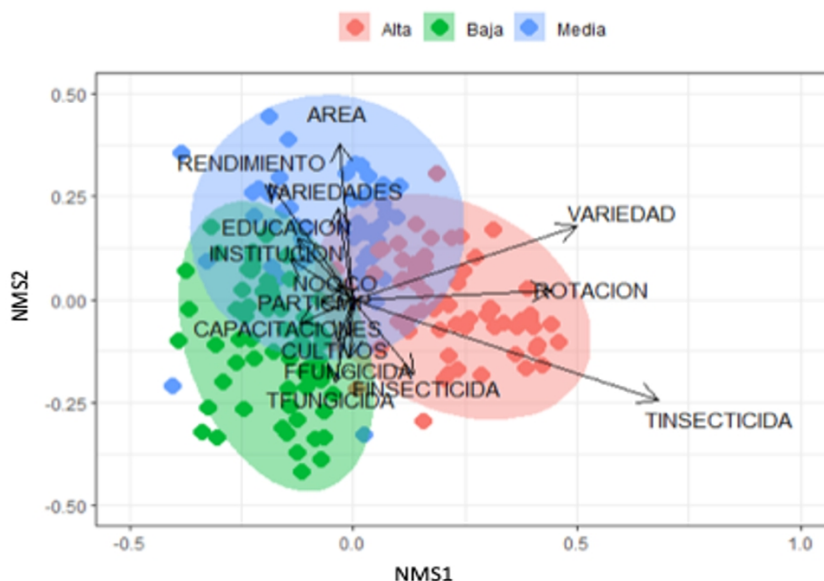
Las aplicaciones de insecticidas y fungicidas están dirigidas a plagas y enfermedades primarias, con efecto complementario a secundarias. El menor número de principios activos y frecuencias de aplicaciones que son mínimas, se asocia a la diversidad de especies cultivadas, la rotación de cultivos, descanso de parcelas y el uso de prácticas de control diferentes al control químico.

Análisis multidimensional de tecnologías de producción y manejo integrado de plagas

La tendencia de los indicadores muestra que en la zona alta está el mayor número de variedades nativas, las rotaciones de parcelas con papa son de 5 a 7 años, en insecticidas y fungicidas el número de principios activos y frecuencia de aplicaciones son menos. En la zona media se muestra mayor área cultivada con papa, mayor número de variedades comerciales, rendimiento superior con respecto a la zona baja y alta, uso de tecnología moderna, mayor nivel de educación de agricultores y el uso de principios activos de insecticidas y fungicidas modernos, con mayor frecuencia de aplicaciones. En las comunidades de la zona baja está la mayor diversidad de especies cultivadas, flujo mayor de capacitaciones, el número de principios activos de insecticidas, fungicidas y las frecuencias de aplicaciones son menos (Figura 4). Las tendencias comunes para la zona baja y media son la mayor participación de las instituciones en las capacitaciones, mayor disposición de agricultores y sus integrantes para las capacitaciones en tecnologías de producción y manejo integrado de plagas.

Figura 4

Análisis multidimensional de indicadores en zonas de estudio alta, baja y media



Análisis de sustentabilidad general

El valor del índice de sustentabilidad general (ISG) es 1.92 nominal, que según Sarandon (2002) es un valor no sustentable (Tabla 2). En la dimensión económica el promedio general es 1.98 valor no sustentable, los indicadores críticos son: el área destinada al cultivo de papa, la disponibilidad de semilla de calidad, diversidad de variedades modernas, el precio y bajo rendimiento. En la dimensión social el promedio general es 1.86, valor no sustentable, los indicadores críticos son: el nivel de educación, el conocimiento sobre el comportamiento de reproducción, daño de las plagas y enfermedades, el conocimiento de prácticas de control y uso, la participación de las instituciones en las capacitaciones de los agricultores. En la dimensión ambiental el promedio general es 1.92 nominal, valor no sustentable, los indicadores críticos son: diversidad de variedades nativas, tiempo de rotación de cultivos y el control químico, otros indicadores muestran mejor ventaja de sustentabilidad con respecto a otras dimensiones.

Tabla 2

Valores de las dimensiones y del índice de sustentabilidad general

Localidad -zona	Índice de Sustentabilidad General			Índice de Sustentabilidad General (ISG)
	Económica	Dimensiones Ambiental	Social	
Huerta Alta -baja	2.08	1.63	2.17	1.96
Pampaconga -baja	2.08	1.67	2.02	1.92
Sondor -baja	1.83	1.68	1.71	1.74
Sunchubamba -baja	1.87	1.56	1.54	1.66
Tarawasi -baja	1.82	1.43	1.61	1.62
Huaypo -media	2.73	1.73	1.91	2.12
Yanacona -media	2.69	1.72	2.26	2.22
Cuper -Taucsa -alta	1.56	2.33	1.87	1.92
Sayllapata -alta	1.68	2.25	1.81	1.91
Uratari -alta	1.41	3.16	1.66	2.08
Promedio	1.98	1.92	1.86	1.92

Conclusión

Las tecnologías de producción y los métodos de control de plagas y enfermedades principales en el cultivo de papa, no mostraron sustentabilidad en las dimensiones económico, social y ambiental, se identificaron para cada dimensión, indicadores de comportamiento débil a la sustentabilidad que, deben ser consideradas para fortalecer en las capacidades de los agricultores y el uso de tecnologías de producción y técnicas de manejo integrado de plagas.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por haber dado facilidades logísticas y económicas para la realización de este trabajo de investigación. A la Universidad Nacional Agraria La Molina, por orientar la parte técnica del proyecto y la revisión respectiva del artículo. A los agricultores productores de papa en diferentes agroecosistemas de la zona andina del Cusco, por haber brindado la información y sus conocimientos que se transcribe en este documento

Referencias

- Alcázar, J.; Cisneros, F.; Ortiz, O.; Catalán, W.; Villano, W.; Inquiltupa F. (1993). Reunión Anual sobre Manejo Integrado del Gorgojo de los Andes (MIGA). Informe interno del Centro Internacional de la Papa (CIP). Cusco, Perú. 60p.
- Almanza, J.; Catalan, W. (2005). Situación actual del programa de manejo integrado de gorgojo de los Andes (*Pemnotrypes latithorax*, Pierce) en las comunidades del distrito de Chinchero. Contribuciones para el Agro Regional. Serie 1 investigación participativa. Cusco, Perú. 47-70.
- Arias, A. (2009). Identificación y descripción de tecnologías tradicionales utilizadas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L) en seis regiones del Perú. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Almeyda, M. (2004). Producción y comercialización de papas nativas en seis comunidades campesinas de Calca y Urubamba del departamento de Cusco. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Kayra – Cusco, 2004
- Altieri, A.; Nicholls, I. (2007). Biodiversidad y Manejo de Plagas en Agroecosistemas. Icaria, Barcelona, España. 245p.
- Asociación Arariwa. (2008). Manejo Integrado de Plagas en la Microrregión Calca-Urubamba. Sustainable Agriculture Information Network. Lima, Perú. 84p.
- Caceda, F.; Fernandez, J. (1984). Entomología de los cultivos andinos: estudio preliminar en comunidades campesinas. Desarrollo Rural Andino. Revista del Centro de Desarrollo Rural de la UNA-Puno, Vol 1 N°2: 5 – 24p.
- Centro Internacional de la Papa. (1983). Major Potato Diseases, Nematodes and Insects. Slide Trainig Series IV-1. 39 p.
- Cisneros, F.; Alcázar, J.; Palacios, M.; Ortiz O. (1995). Manejo del gorgojo de los Andes en la Región Andina. Circular Vol. 21 N.º 3. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 23p.
- Effio A. (2012). Diagnóstico de la vulnerabilidad actual y futura, y condiciones de adaptación ante el cambio climático en la región Cusco. Serie regional de investigación. Programa de adaptación al Cambio
-

- Climático PACC – Perú. 192p.
- Franco J. (2019). Las clínicas para plantas en Perú y los enemigos ocultos de los agricultores. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 23 (2): 3 –27.
- Flores, C.; Sarandon, J. (2004). Limitations of the economic neo-classical analysis to evaluate the sustainability of agricultural systems. An example comparing organic and conventional horticultural systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 24 (2):77-91.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2012). Censo Agrario Nacional. Compendio Estadístico de Producción Agropecuaria. Lima, Perú. 62p.
- Kroschel, J.; Mujica, N.; Alcázar, J.; Cañedo, V.; Zegarra, O. (2012). Developing Integrated Pest Management for Potato: Experiences and Lessons from Two Distinct Potato Production Systems of Peru. En: Él, Z.; Larkin, RP; Honeycut, W. (editores). Sustainable potato production: Global case studies. (USA). Springer. ISBN 978-94-007-4103-4. pp. 419-450.
- Ortega R. (2012). Sistematización de Saberes Ancestrales Utilizados para la Producción de la Papa. Educación sin Fronteras. Lima, Perú. 84p.
- Ortiz, O.; Alcázar, J.; Palacios, M. (1997). La Enseñanza del Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo de la Papa: la Experiencia del CIP en la Zona Andina del Perú. *Revista Latinoamericana de la Papa (ALAP)*, 9/10: 2-19.
- Oksanen, J.; Blanchet, F.G.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin P. R.; O'Hara, R. B.; Simpson, G.L.; Solymos, P.; Stevens, M. H.; Wagner, H. (2019). Vegan: community ecology package. R package version 2.07.
- Oficina de Información Agraria (OIA), (2012). Dirección Regional Agraria del Cusco. Unidad de Estadística Agraria
- Pérez, W.; Forbes, G. (2011). Guía de Identificación de Plagas que Afectan a la Papa en la Zona Andina. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 48 p.
- Peter, E.; 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. CIP. Lima, Perú. 72p.
- 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). Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. ISBN 978-92-9060-211-8. 48 p. <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/83497/CIP-Adopcion-e-impacto-de-variedades-de-papa.pdf?sequence=2&isAllowed=y> Consultado: 13/Noviembre/2018
- Raman. K.V.; Booth, R.; Palacios, M. (1987). Control of Potato Tuber Moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) in Rustic Potato Stores. *Tropical Science*, 27: 175-194.
- Sarandon J. (2002). El desarrollo y el uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. In: Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas. pp 393-414.
- R Core Team. (2014). R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Van, J.; Larrain, H. (2000). Manos sabias para criar la vida: tecnología andina. Instituto para el Estudio de la Cultura y Tecnología Andina. Quito, Ecuador. 401p.
-