

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
ESCUELA DE POSGRADO  
DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**“SUSTENTABILIDAD DE MÉTODOS DE CONTROL DE PLAGAS  
EN CULTIVO DE PAPA EN CUSCO, PERÚ”**

**Presentada por:**

**WILFREDO CATALÁN BAZÁN**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**Lima - Perú**

**2024**

# sustentabilidad de métodos de control de plagas en el cultivo de papa en Cusco, Perú

## INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://siar.minam.gob.pe">siar.minam.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
2	<a href="http://campus.fca.uncu.edu.ar">campus.fca.uncu.edu.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
3	<a href="http://metabuscador.bibliotecaorton.catie.ac.cr">metabuscador.bibliotecaorton.catie.ac.cr</a> Fuente de Internet	<1 %
4	<a href="http://myslide.es">myslide.es</a> Fuente de Internet	<1 %
5	<a href="http://www.tdx.cat">www.tdx.cat</a> Fuente de Internet	<1 %
6	<a href="http://biblat.unam.mx">biblat.unam.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
7	Paula Altesor, Andrés González, Stefan Schmidt. "First report of <i>Tequus schrottkyi</i> (Konow) (Hymenoptera: Pergidae) in Uruguay, and information about its host plant and biology", Biodiversity Data Journal, 2016 Publicación	<1 %

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**“SUSTENTABILIDAD DE MÉTODOS DE CONTROL DE PLAGAS  
EN CULTIVO DE PAPA EN CUSCO, PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
DOCTORIS PHILOSOPHIAE**

**Presentada por:**

**WILFREDO CATALÁN BAZÁN**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Dr. Jorge Jiménez Davalos  
**PRESIDENTE**

Dr. Alexander Rodríguez Berrio  
**ASESOR**

Ph.D. Manuel Canto Sáenz  
**CO-ASESOR**

Dr. Oscar Ortiz Oblitas  
**MIEMBRO**

Dr. Alberto Julca Otiniano  
**MIEMBRO**

Ph.D. Carolina Esther Cedano Saavedra  
**MIEMBRO EXTERNO**

A Dios Padre Todopoderoso y al Señor Justo Juez, por su infinito amor y protección.

A mis padres Faustino y Catalina, por darme la vida y ser el impulso sostenido de mi carrera profesional.

A mi esposa Celinda y mis hijos Guido, Fabiola, Surf y Naywa por su apoyo moral, amor y cariño por siempre

A mis hermanos María, Gerardo, Mery, Eufemia y Nilthon por su apoyo moral permanente.

Para Jesús Alcázar y Gloria por su apoyo incondicional y ser parte de ellos por siempre

A mi tía Marta Guevara por su apoyo moral y ser parte de mi familia

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y la Escuela de Posgrado (EPG).
- Al Ph.D. Manuel Canto Sáenz, maestro, amigo y co-patrocinador de tesis.
- Al Dr. Alexander Rodríguez Berrio, amigo y patrocinador de tesis.
- Al Dr. Oscar Ortiz Oblitas por sus orientaciones técnicas en el desarrollo de la investigación.
- A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco por su apoyo económica en la investigación del proyecto tesis.
- A los agricultores de la región de Cusco que alcanzaron la información para esta investigación.

# ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>5</b>
<b>2.1. LA IMPORTANCIA DE INVOLUCRAR A LOS AGRICULTORES EN LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>5</b>
<b>2.2 DAÑO DE PLAGAS EN CULTIVO DE PAPA</b>	<b>6</b>
2.2.1 A Nivel Nacional	6
2.2.2 A nivel de la región de Cusco	7
<b>2.3 ESPECIES DE INSECTOS PLAGA, ENFERMEDADES Y NEMATODOS REPORTADOS EN LA ZONA ANDINA DEL PERÚ</b>	<b>8</b>
<b>2.4 ESPECIES DE INSECTOS PLAGA, ENFERMEDADES Y NEMATODOS REPORTADAS PARA CUSCO</b>	<b>9</b>
2.4.1 Insectos importantes como plaga	9
2.4.2 Enfermedades importantes	10
2.4.3 Nematodos fitoparásitos importantes	11
<b>2.5 PRÁCTICAS TRADICIONALES DE CONTROL DE PLAGAS COMO CONOCIMIENTO LOCAL</b>	<b>11</b>
<b>2.6. PRÁCTICAS MODERNAS DE CONTROL DE PLAGAS</b>	<b>13</b>
2.6.1 Gorgojo de los Andes	14
2.6.2 Polilla de la papa	14
2.6.3 Mosca minadora	15
2.6.4 Nematodo de la papa	15
2.6.5 Enfermedades	15
2.6.6 Control químico	16
<b>2.7 VARIABILIDAD DEL CLIMA: CASO CUSCO</b>	<b>16</b>
2.7.1 Comportamiento de la temperatura en zona andina de Cusco	18
2.7.2 Comportamiento de las precipitaciones en zona andina de Cusco	19
2.7.3. Versión de agricultores sobre el cambio climático en Cusco	20
<b>2.8 TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS LOCAL Y MODERNA</b>	<b>20</b>
<b>2.9 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS DE ADOPCIÓN E IMPACTO DE PROGRAMAS DE MANEJO INTEGRADOS DE PLAGAS EN CULTIVO DE PAPA EN PERÚ</b>	<b>22</b>

<b>2.10 LA SUSTENTABILIDAD AGRICOLA COMO SISTEMA, CONCEPTOS</b>	<b>24</b>
<b>2.11 CONCEPTOS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS</b>	<b>27</b>
<b>2.12 IMPLEMENTACIÓN Y TRANSFERENCIA DEL MIP</b>	<b>31</b>
<b>2.13 INFORMACIÓN TÉCNICA PARA LA CAPACITACIÓN DE LOS AGRICULTORES</b>	<b>38</b>
<b>2.14 VARIEDADES MEJORADAS Y NATIVAS DE PAPA EN CUSCO Y PERÚ</b>	<b>40</b>
2.14.1 Variedades mejoradas y comerciales.	40
2.14.2. Variedades nativas	41
2.14.3 ONG ANDES – El Parque de la Papa en Cusco	41
2.14.4 Información adicional de variedades nativas de papa en Cusco	42
<b>2.15 CARACTERÍSTICAS DE LOS AGRICULTORES PRODUCTORES DE PAPA EN CUSCO</b>	<b>42</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>45</b>
<b>3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>45</b>
<b>3.2 LAS VARIABLES ESTUDIADAS</b>	<b>45</b>
<b>3.3. DEFINICIONES OPERACIONALES</b>	<b>46</b>
<b>3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>46</b>
3.4.1. Comunidades campesinas determinadas por provincias, distritos y zonas para el estudio (Cuadro 1 y Figura 1)	46
Comunidades campesinas de estudio en la zona baja	46
Comunidades campesinas de estudio en la zona media	47
Comunidades campesinas de estudio en la zona alta	47
3.4.2. Determinación de los indicadores para la elaboración del cuestionario de encuesta	48
3.4.3 Determinación de tamaño de muestra y cantidad de agricultores encuestados en la zona baja, media y alta	52
3.4.4 Encuesta a los agricultores	53
3.4.5 Observaciones de plagas y enfermedades en campo y almacén	55
3.4.6 Instrumentos de colecta de datos	56
3.4.7 Procedimiento de análisis de datos	57
3.4.8. Análisis de sustentabilidad en las dimensiones e indicadores	57
A. Dimensiones, Subdimensiones y La Valoración de Los Indicadores	57

B. Descripción de la valoración cuantitativa y cualitativa de los indicadores económico	58
La procedencia de la semilla	58
Las variedades comerciales	59
El área sembrada	59
El abonamiento y fertilización	59
El rendimiento	59
El costo de pesticidas por campaña agrícola	60
El precio de papa en parcela	60
C. Descripción de la valoración cuantitativa y cualitativa de los indicadores ambiental	60
Las variedades nativas de papa conservadas por los agricultores	60
Las especies cultivadas	61
La rotación de cultivos	61
Las prácticas de control diferentes a pesticidas	61
El número de principios activos de insecticidas y fungicidas usados	61
Las frecuencias de aplicaciones de insecticidas y fungicidas	62
D. Descripción de la valoración cuantitativa y cualitativa de los indicadores social	62
La educación de los agricultores	62
El consumo de papa	62
La participación de la familia en MIP	62
Las capacitaciones recibidas por los agricultores	63
El número de instituciones involucradas en la capacitación de agricultores	63
El conocimiento de los agricultores sobre MIP en gorgojo de los Andes, polilla de la papa y el tizón tardío	63
El conocimiento local para el control de plagas y enfermedades	64
E. Umbral de sustentabilidad y la medición de la sustentabilidad	65
F. El análisis de componentes principales	65
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>66</b>
<b>4.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS AGRICULTORES ENCUESTADOS, CULTIVOS Y PRODUCCIÓN DE PAPA EN EL AMBITO DE ESTUDIO</b>	<b>66</b>

<b>4.2 ESPECIES DE INSECTOS PLAGA, ENFERMEDADES Y NEMÁTODOS REPORTADOS POR AGRICULTORES</b>	<b>72</b>
4.2.1 Insectos plaga registrados	72
a. Epitrix y Diabrotica	72
b. La mosca minadora y la mosca blanca	73
c. La polilla de la papa	74
d. Gorgojo de los Andes	75
e. Taladro o barrenador del tallo "wayhtu"	75
f. Gusano esqueletizador de hojas de papa o illa kuru	75
g. Otras especies nombradas como plaga potencial	76
4.2.2 Enfermedades Registradas	77
a. La rancha o tizón tardío y tizón temprano	77
b. Las enfermedades del suelo	77
c. Otras enfermedades	78
4.2.3 Nematodos	78
4.2.4 Nuevas especies de insectos y nematodos reportadas en el presente estudio	79
<b>4.3. CRITERIOS QUE CONSIDERAN LOS AGRICULTORES PARA AGRUPAR LAS PLAGAS EN CATEGORÍAS</b>	<b>81</b>
<b>4.4. CONOCIMIENTO DE LOS AGRICULTORES SOBRE ESTADOS DE DESARROLLO, CICLO BIOLÓGICO Y DAÑO DE INSECTOS PLAGA</b>	<b>84</b>
4.4.1. Masticadores de hojas <i>Epitrix</i> spp. y <i>Diabrotica</i> spp.	84
4.4.2. La mosca minadora <i>L. huidobrensis</i> y la mosca blanca <i>T. vaporiarum</i>	85
4.4.3. La polilla de la papa <i>P. operculella</i> y <i>S. tangolias</i>	87
4.4.4. El gorgojo de los Andes <i>Premnotrypes</i> sp.	88
4.4.5. El gusano esqueletizador de hojas de papa ( <i>Tequus</i> sp.)	89
4.4.6. El barrenador del tallo de la papa "Wayt'hu" ( <i>Atomopteryx</i> sp.)	90
<b>4.5 CONOCIMIENTO DE LOS AGRICULTORES SOBRE EL CICLO BIOLÓGICO, SÍNTOMAS Y DAÑO DE ENFERMEDADES</b>	<b>91</b>
4.5.1 La rancha negra y amarilla de papa <i>P. infestans</i> y <i>A. solani</i>	91
4.5.2. La roña de la papa <i>Spongospora subterranea</i> y <i>Rhizoctonia solani</i>	92
4.5.3. El nematodo quiste de la papa ( <i>Globodera</i> sp.)	93
<b>4.6. CONOCIMIENTO DE TECNOLOGÍAS MODERNA Y MODIFICADA PARA EL CONTROL DE PLAGAS</b>	<b>95</b>

4.6.1. El gorgojo de los Andes <i>Premnotrypes latithorax</i>	95
4.6.2 La polilla de la papa <i>P. operculella</i> y <i>S. tangolias</i>	99
4.6.3 La mosca minadora <i>Liriomyza huidobrensis</i>	100
4.6.4 El nemátodo quiste de la papa <i>Globodera sp.</i>	100
4.6.5 El tizón tardío de la papa ( <i>Phytophthora infestans</i> ) y otras enfermedades	101
4.6.6 El control químico para insectos-plaga	101
4.6.7 El control químico de enfermedades	103
<b>4.7. CONOCIMIENTO LOCAL PARA EL MANEJO DE PLAGAS</b>	<b>105</b>
4.7.1. Plagas y enfermedades	105
4.7.2. Control de malezas	106
4.7.3. Uso de riego y control de plagas	107
<b>4.8. INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE PLAGAS EN CULTIVO DE PAPA PARA LOS AGRICULTORES</b>	<b>107</b>
<b>4.9. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA PERCEPCIÓN DE LOS AGRICULTORES</b>	<b>111</b>
<b>4.10. ANÁLISIS DE SUSTENTABILIDAD DEL CULTIVO DE PAPA EN AGROECOSISTEMAS DE CUSCO CON ENFASIS EN MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS.</b>	<b>114</b>
4.10.1 Especies de insectos-plaga y enfermedades más importantes reportadas por los agricultores	114
4.10.2 Análisis de sustentabilidad de las tecnologías de producción y el MIP en cultivo de papa	115
4.10.2.1 Dimensión económica	115
4.10.2.2 Dimensión social	120
4.10.2.3 Sustentabilidad ambiental	125
4.10.3 Análisis multidimensional de tecnologías de producción y manejo integrado de plagas	129
4.10.4 Análisis de sustentabilidad general	130
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>133</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>136</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>137</b>
<b>VIII. ANEXOS</b>	<b>147</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Zonas, altitudes, comunidades y agricultores encuestados	48
Cuadro 2: Indicadores para la dimensión económica	49
Cuadro 3: Indicadores para la dimensión ambiental	50
Cuadro 4: Cuestionario de encuestas para la dimensión social	50
Cuadro 5: Indicadores para el conocimiento del insecto (Primer objetivo)	51
Cuadro 6: Agricultores por zona y muestras determinadas para la encuesta	53
Cuadro 7: Indicadores de sustentabilidad evaluados en producción y control de plagas de papa en comunidades altoandinas	64
Cuadro 8: Especies de insectos plaga registradas por categorías y zonas, versión de los agricultores	76
Cuadro 9: Especies de enfermedades y nematodos registradas <sup>121</sup> por categorías y zonas, versión de los agricultores	78
Cuadro 10: Principios activos de insecticidas registrados	102
Cuadro 11: Principios activos de fungicidas registrados	103
Cuadro 12: Resumen de valores de los indicadores del análisis de la dimensión económica	119
Cuadro 13: Resumen de valores de los indicadores del análisis de la dimensión social	123
Cuadro 14: Resumen de valores de los indicadores del análisis de la dimensión ambiental	128
Cuadro 15: Valores de las dimensiones y del índice de sustentabilidad general	132

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación del ámbito de estudio para encuestas	48
Figura 2: Encuesta a agricultores en grupo focal	54
Figura 3: Encuesta a agricultores en almacenes	55
Figura 4: Encuesta y observaciones de plagas y enfermedades en campo	56
Figura 5: Áreas sembradas de papa en Cusco	70
Figura 6: Producción de papa en Cusco	71
Figura 7: Precios de papa en finca de agricultores en Cusco	71
Figura 8: Frecuencias de categorías de plagas y enfermedades N= 194	80
Figura 9: Distribución altitudinal de plagas y enfermedades N= 194	81
Figura 10: Criterios de los agricultores para ubicar a las plagas en categorías clave, ocasional y potencial N=194	83
Figura 11: Conocimiento del ciclo biológico y daño de <i>Epitrix</i> sp. N=194	85
Figura 12: Conocimiento del ciclo biológico y daño de <i>Diabrotica</i> sp. N=194	85
Figura 13: Conocimiento del ciclo biológico y daño de <i>L. huidobrensis</i> N = 35	86
Figura 14: Conocimiento del ciclo biológico y daño de <i>T. vaporiarum</i> N = 35	87
Figura 15: Conocimiento del ciclo biológico y daño de <i>P. operculella</i> y <i>S. tangolias</i> N = 76	88
Figura 16: Conocimiento del ciclo biológico y daño de <i>Premnotrypes latithorax</i> N=118	89
Figura 17: Conocimiento del ciclo biológico y daño de <i>Tequus</i> sp. N=98	90
Figura 18: Conocimiento del ciclo biológico y daño de <i>Atomopteryx</i> sp. N=81	90
Figura 19: Conocimiento del ciclo biológico y daño de <i>P. infestans</i> N=194	91
Figura 20: Conocimiento del ciclo biológico y daño de <i>A. solani</i> N=194	92
Figura 21: Conocimiento del ciclo biológico y daño de <i>S. subterranea</i> N= 118	93
Figura 22: Conocimiento del ciclo biológico y daño de <i>R. solani</i> N=194	93
Figura 23: Conocimiento del ciclo biológico y daño de <i>Globodera</i> spp. N=194	94
Figura 24: Conocimiento y uso de prácticas de control integrado de gorgojo de los Andes N=118	98
Figura 25: Conocimiento y uso de prácticas de control integrado de la polilla de papa en almacén N=194	99
Figura 26: Practicas de control para el nematodo quiste de la papa N=194	100
Figura 27: Variedades de papa resistentes a tizón tardío usadas por los agricultores N=194	101

Figura 28: Uso de insecticidas y fungicidas para el control de plagas y enfermedades N=194	102
Figura 29: Conocimiento tradicional de los agricultores para el control de plagas y enfermedades N=194	106
Figura 30: Control de malezas N=194	107
Figura 31: Riego por aspersión y lluvia en control de plagas N=194	107
Figura 32: Información técnica de control de plagas recibidas por los agricultores N=194	108
Figura 33: Instituciones que entregaron material técnico para el control de plagas N=194	109
Figura 34: Capacitaciones recibidas por temas en últimos tres años N=194	109
Figura 35: Instituciones que capacitaron a agricultores en últimos tres años N=194	110
Figura 36: Percepción de los agricultores sobre el cambio climático relacionados a las plagas N=194	112
Figura 37: Percepción de los agricultores sobre las plagas relacionados al cambio climático N=194	113
Figura 38: Indicadores de la dimensión económica	119
Figura 39a: Indicadores de la sustentabilidad social	124
Figura 40a: Indicadores de la dimensión ambiental	128
Figura 41: Análisis multidimensional de los indicadores en las zonas de estudio alta, baja y media	130

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Datos de los agricultores encuestados y georreferenciados	147
Anexo 2: Cuestionario de encuestas	152
Anexo 3: Análisis de sustentabilidad	157
Anexo 4: Certificación de especies	158

## RESUMEN

El estudio se realizó en agroecosistemas andinos de Cusco, Perú, en 2017 y 2018, con el objetivo de determinar en los agricultores la sustentabilidad económica, social y ambiental de las principales técnicas de producción y métodos de control de plagas, enfermedades y nemátodos en cultivo de papa en campo y almacén. Para la dimensión económica se determinó siete indicadores, para ambiental ocho y para social nueve. Con los indicadores determinados en las dimensiones se formuló un cuestionario de preguntas que permitió recoger la información de los agricultores y se complementó con la observación de plagas en campo y almacén. La sustentabilidad se analizó con la metodología de Sarandon y Flores, (2006). Los agricultores como plaga primaria reportan a: *Epitrix* sp., *Diabrotica* sp., *Phthorimaea operculella*, *Symmetrischema tangolias*, *Liriomyza huidobrensis*, *Trialeurodes vaporarum*, *Premnotrypes latithorax*, y como secundaria a *Tequus* sp, *Atomopteryx* sp; en enfermedades como primaria a *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, y como secundaria a *Spongospora subterranea*, *Rhizoctonia solani*, *Synchytrium endobioticum* y en nemátodos a *Globodera* spp. Las categorías de especies de plagas mencionadas varían en los agroecosistemas y los agricultores determinan siete criterios para ubicar en la categoría clave y ocasional. Se determinó que el uso de semilla de las variedades, fertilizantes, control químico, rotación de cultivos son las técnicas de producción importantes, el uso eficiente de estas técnicas es variable entre agricultores. El conocimiento de los agricultores sobre la biología, comportamiento de reproducción y daño de las plagas y enfermedades es variable, la tendencia es a la deficiencia. El conocimiento de las prácticas de control moderno y local es amplio, pero, el uso es de nivel bajo y predomina el control químico. La participación de las instituciones en las capacitaciones es escasa, las municipalidades son las más mencionadas. El índice de sustentabilidad general es 1.92, valor no sustentable; implica, la necesidad de generar estrategias de capacitación y extensión que mejoren los indicadores críticos para convertirlos en fortalezas de sustentabilidad en las técnicas de producción y control de plagas.

**Palabras clave.** Papa-técnicas de producción-plagas-control-sustentabilidad

## ABSTRACT

The study was carried out in Andean agroecosystems of Cusco, Peru, in 2017 and 2018, with the objective of determining in farmers the economic, social and environmental sustainability of the main production techniques and control methods for pests, diseases and nematodes in cultivation. of potatoes in the field and warehouse. For the economic dimension, seven indicators were determined, for environmental eight and for social nine. With the indicators determined in the dimensions, a questionnaire of questions was formulated that allowed information to be collected from farmers and was complemented with the observation of pests in the field and warehouse. Sustainability was analyzed with the methodology of Sarandon and Flores, (2006). Farmers as key pest report to: *Epitrix sp.*, *Diabrotica sp.*, *Phthorimaea operculella*, *Symmetrischema tangolias*, *Liriomyza huidobrensis*, *Trialeurodes vaporarum*, *Premnotrypes latithorax* and as secondary to *Tequus sp.* and *Atomopteryx sp.*; in diseases as primary to *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, and as secondary to *Spongospora subterranea*, *Rhizoctonia solani*, and in nematodes to *Globodera spp.* The categories of pest species mentioned vary in agroecosystems and farmers determine seven criteria to place in the key and occasional category. It was determined that the use of seed varieties, fertilizers, chemical control, crop rotation are important production techniques, the efficient use of these techniques is variable among farmers. Farmers' knowledge about the biology, reproductive behavior and damage of pests and diseases is variable, the tendency is towards deficiency. Knowledge of modern and local control practices is extensive, but use is low level and chemical control predominates. The participation of institutions in training is scarce, municipalities are the most mentioned. The general sustainability index is 1.92, unsustainable value; It implies the need to generate training and extension strategies that improve critical indicators to turn them into sustainability strengths in production and pest control techniques.

**Keywords.** Potato-production tecnology-pests-control-sustainability

## I. INTRODUCCIÓN

Las comunidades altoandinas de la región Cusco, constituyen los centros de mayor diversidad de especies de papa cultivada y silvestre, asimismo, la papa representa parte de la cultura y de la seguridad alimentaria de los agricultores. La supervivencia de las comunidades nativas está fuertemente asociada a este cultivo.

La extensión sembrada de papa en Cusco fluctúa entre 28 a 30 mil hectáreas anuales, con una producción total de 260 a 290 mil TM, el rendimiento promedio para Cusco es de 12.3 t/ha (Pradel *et al.* 2017); sin embargo, un estudio de monitoreo realizado con agricultores de Escuelas de Campo durante tres años en Cusco, reporta 9.5 t/ha (Franco 2019). El consumo per cápita en Cusco alcanza de 80 a 120 kg, siendo la papa, la base de la seguridad alimentaria para las familias cusqueñas (OIA-DRAC 2012).

En Cusco, la papa es cultivada en la mayoría de los pisos ecológicos. Por debajo de 3000 m.s.n.m (valles interandinos) con ausencia de heladas y la disponibilidad de agua para riego, siembran en época seca con variedades modernas y comerciales, y el cultivo se desarrolla de mayo a noviembre, la extensión corresponde al 30 por ciento del área anual sembrada; en la zona media y alta corresponden a la siembra temporal con lluvias y el cultivo se desarrolla de octubre a abril y corresponde al 70 por ciento del área total sembrada y las variedades son modernas comerciales y nativas (OIA-DRAC 2016).

El rendimiento regional de papa en Cusco es inferior a otras regiones de Junín, Cerro de Pasco y Huánuco (Dirección Regional de Políticas Agrarias 2017, citados por Pradel *et al.* 2017). Por el rendimiento bajo y los precios inestables e insatisfactorios, los agricultores manifiestan su desmotivación de sostener el cultivo en su sistema. Varias son las causas del bajo rendimiento: primero, por la procedencia y la calidad de semilla, el 37 por ciento de agricultores utilizan su propia semilla, y 63 por ciento además de su propia semilla, para refrescar la calidad, compran de productores de semilla, de agricultores vecinos o de otras comunidades; segundo, la tecnología asistida por los agricultores en el manejo de su cultivo no es la adecuada en mayoría de los casos; tercero, las variaciones de elementos climáticos

con el comportamiento irregular de las precipitaciones pluviales, sequías y la presencia de heladas extemporáneas, la época de siembra, la variedad, forman parte del problema. La Estrategia Regional al Cambio Climático 2012 a 2021, indica que el 70 por ciento del área cultivada de papa se desarrolla con lluvias y en áreas expuestas a sequías y heladas.

Otra de las causas importantes y motivo del presente estudio de investigación, son las plagas asociadas al cultivo, estas son los insectos, enfermedades y nematodos, que ocasionan daños directos e indirectos, y promueven en los agricultores el uso de control químico, basado en principios activos de diferentes familias de insecticidas y fungicidas (Ríos y Kroschel 2011; Soroush 2009).

El Centro Internacional de la Papa (CIP), con una trayectoria memorable en las investigaciones en papa, entre otros logros, ha desarrollado, programas de manejo integrado de plagas (MIP) dirigidas a plagas primaria. Las investigaciones, la validación y la transferencia de estas tecnologías a los agricultores en agroecosistemas andinos del Perú, han sido y son coordinadas hasta la actualidad con las instituciones del estado (INIA, SENASA, Direcciones Regionales de Agricultura, proyectos especiales), con las universidades ubicadas en la zona andina y las ONGs.

En Cusco, como en otras regiones, se han promovido capacitaciones y asistencia técnica en el uso de estas alternativas para el control de plagas y enfermedades, caso particular el manejo integrado de gorgojo de los Andes, la polilla de la papa y el tizón tardío (Ortiz *et al.* 1997; Almanza 2004; Alcázar *et al.* 1993 y Arariwa 2008), sin embargo, esta opción parece ha tenido menor incidencia en el manejo de estas. Es importante mencionar, que el testimonio de los agricultores, de los agentes promotores de la asistencia técnica, de los comerciantes y consumidores es preocupante, sobre la incidencia creciente de plagas en el presente y probablemente en el futuro, y los márgenes de utilidad serán cada vez menos por el alto costo de control; asimismo, sus repercusiones adicionales y colaterales en el ambiente, en los operadores, y consumidores, por que, el uso de pesticidas continuará en el futuro.

La versión de los agricultores productores de papa, es la escasa capacitación y asistencia técnica que vienen recibiendo en los últimos años, para solucionar sus problemas tecnológicos en sus cultivos. Es preocupante la sanidad del cultivo de papa en Cusco, porque las variaciones de elementos climáticos aumentan la vulnerabilidad del cultivo, y promueve a la mayor incidencia de plagas y enfermedades. En ese contexto, el alejamiento de las instituciones que ofertan las tecnologías para los agricultores, agudiza el problema y

aumentará la dependencia de uso de pesticidas, comunicado de la Asociación Regional de Semillerista de Papa, en Cusco (ARESEP-Cusco).

En la actualidad, las instituciones que promueven las capacitaciones son las municipalidades distritales y provinciales, el INIA, el proyecto AgroRural y proyectos especiales del Gobierno Regional, el Ministerio de Ambiente, las ONGs, son instituciones que en la actualidad vienen promueven las capacitaciones de los agricultores para mejorar la producción de los cultivos e incluidos el manejo de plagas, donde se dan espacios para las plagas del cultivo de papa.

Por los antecedentes mencionados, esta investigación fue necesaria, para determinar cuál es la situación actual de uso de las técnicas de producción a cuales plagas insectiles, enfermedades y nematodos consideran los agricultores como problema primario para el cultivo de papa en diferentes agroecosistemas, el conocimiento sobre esas plagas, el uso de técnicas modernas y local para el control, la capacitación y la asistencia técnica promovida desde las instituciones, la percepción de ellos sobre las variaciones del clima y su implicancia en la incidencia de plagas y enfermedades, como consecuencia del cambio climático, y el análisis de sustentabilidad de las técnicas de control de plagas en el sistema del agricultor.

Además, la necesidad de esta investigación fue motivada, porque recoge la recomendación de la Ordenanza Regional N° 100-2015-CR/GRC, Cusco, considerado en prioridades y ejes temáticos de investigación, en la dimensión económica, sector agropecuario, línea de investigación “plagas y enfermedades en cultivos andinos y tropicales” y está inmerso en la fuente (Agenda Regional de Investigación, Cusco 2021).

Para la recopilación de la información, su análisis y la sistematización, se ha planteado los siguientes objetivos: Registrar en los agricultores las técnicas agronómicas relevantes de producción de papa. Determinar las principales plagas insectiles, enfermedades y nematodos en cultivo de papa en campo y almacén, desde el criterio y conocimiento de los agricultores en diferentes agroecosistemas del cultivo de papa. Determinar la accesibilidad, el uso de la información técnica y el conocimiento local y moderno que son utilizados por los agricultores para el control de plagas en papa, y evaluar la sustentabilidad económica, social y ambiental de las tecnologías de producción del cultivo con énfasis en prácticas del control de plagas insectiles, enfermedades y nematodos. Estos objetivos orientaron las metodologías para recoger la información y el análisis de los resultados.

Los resultados contribuyen a disponer de una línea de base actualizada sobre la situación actual de técnicas de producción, las plagas, enfermedades y nematodos, el conocimiento y manejo de estas, el clima actual y la repercusión en las plagas, la asistencia técnica desde las instituciones y el nivel de sustentabilidad de las técnicas de control, todo ello desde la percepción de los agricultores. Finalmente, en base a los resultados se proponen las recomendaciones, para que las instituciones puedan implementar estrategias de mejora, medidas de corrección y adaptación, para fortalecer en el futuro la sustentabilidad del cultivo de papa en la región de Cusco.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. LA IMPORTANCIA DE INVOLUCRAR A LOS AGRICULTORES EN LA INVESTIGACIÓN**

No solo basta con el conocimiento de que especies de insectos plaga y enfermedades se asocian al cultivo de papa, si no, también en cual agroecosistemas se encuentran, por lo que es importante que las investigaciones y las tecnologías deben desarrollarse con la participación y considerando las necesidades del agricultor, indican Byerlee y Collinson (1980) citados por Gliessman (2002), para tomar conocimiento a que plagas enfrentan los agricultores, su distribución en cuales agroecosistemas, niveles poblacionales y daños, asimismo, las alternativas que disponen para prevenir y/o manejar (Altieri 1987 y 1995; Andrews 1989; Metcalf y Luckmann 1990; Cisneros 1995; Gliessman 2002 y Toledo e Infante 2008).

Los investigadores deben trabajar con los agricultores para identificar el problema correcto a resolver, interactuar creativamente con ellos, trabajar en la finca de los agricultores y en la estación experimental para pruebas y observaciones, y luego presentar los resultados a los agricultores para recibir comentarios, luego explicarles los principios subyacentes (por qué funciona la tecnología) y no solo cómo usarla, lo que facilita que los agricultores adapten la técnica a sus propias circunstancias (Ortiz *et al.* 2019). Esta metodología dio origen a una investigación participativa interdisciplinaria en el CIP, que genero el proyecto agricultor-de agricultor. Uno de los proyectos que utilizó esta metodología fue la Investigación de Sistemas Agrícolas (FSR) para desarrollar tecnologías que los agricultores podrían usar para evitar pérdidas posteriores a la cosecha, donde alentó a investigadores de diferentes disciplinas a trabajar juntos (Ortiz *et al.* 2019). Las áreas piloto en el desarrollo de manejo integrado de plagas también integra a varios especialistas, instituciones y sobre todo el actor principal es el agricultor, bajo esta perspectiva en el Perú se desarrollaron el MIP para el gorgojo de los Andes, Polilla de la papa, Mosca minadora (Cisneros *et al.* 1995). Las escuelas de campo, es la otra

experiencia validada en el Perú, que permite interactuar, entre especialistas, instituciones y los agricultores son los dinamizadores principales en esta metodología de investigación participativa y la capacitación, en Perú se realizó para el tizón tardío en papa, también en manejo integrado de plagas (Campo y Ortiz 2020).

La selección de variedades de papa con agricultores, también uso este enfoque de investigación participativa, donde integro a especialistas, instituciones, incluso los gobiernos locales, donde los agricultores fueron los protagonistas principales y de acuerdo a su interés adoptaron tecnologías en menor tiempo. Finalmente, el CIP usó el enfoque participativo para desarrollar cadenas de valor para variedades de papas nativas, y utilizó el análisis participativo de cadena de mercado, para mejorar el acceso de los pequeños productores a los mercados. Para ello promovió las reuniones de agricultores y los actores del mercado, para formar plataformas de partes interesadas y crearon innovaciones de mercado, los investigadores tomaron en cuenta más específicamente el conocimiento de los agricultores con fines de capacitación y relaciones públicas (Campos y Ortiz 2020).

En Bolivia, procesos participativos de este tipo han servido, para que sobre la base de trabajos desarrollados por el Centro Internacional de la Papa (CIP) en Perú, y el Programa de Investigación en Papa (Proinpa), se empiece a trabajar con el manejo integrado del gorgojo de los Andes y la palomilla de la papa en una comunidad de altiplano boliviano, donde los agricultores primero conocieron al enemigo, para posteriormente aplicar el manejo integrado de plagas (Bentley y Thiele 1998, citados por Toledo e Infante 2008).

La presente investigación se caracterizó en registrar la información de los agricultores (fuente primaria) con estándares confiables y que sus conocimientos, percepciones y acepciones fueron plasmados en el documento como línea base de sanidad del cultivo de papa. De esta manera la investigación promovida fue con plena participación de los agricultores y también se ha integrado la información sobre la participación de las instituciones en fortalecimiento de capacidades de los agricultores.

## **2.2 DAÑO DE PLAGAS EN CULTIVO DE PAPA**

### **2.2.1 A Nivel Nacional**

Los agricultores que cultivan papa en los agroecosistemas andinos en Perú mayor a 3000

m.s.n.m, son afectados por las infestaciones del gorgojo andino de la papa (*Premnotrypes suturicallus*, *P. vorax* y *P. latithorax*) que ocasionan pérdidas de 16 a 45 por ciento, incluso cuando aplican insecticidas, sin control pueden llegar incluso entre 80-100 por ciento. En los valles interandinos, la polilla de la papa, *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*, ocasionan pérdidas de hasta \$500 por año. Las plagas ocasionales son el escarabajo *Epitrix* spp., cuyas infestaciones se controlan mediante la aplicación de insecticidas para el gorgojo andino de la papa (Kroschel *et al.* 2014)

Un estudio realizado en trece variedades nativas y tres variedades mejoradas, permitió registrar las principales plagas y enfermedades de papa en los Andes del Perú. En insectos, la “pulguilla de la papa” (*Epitrix* spp.), el escarabajo de la hoja (*Diabrotica* spp.) y el “gorgojo de los Andes” (*Premnotrypes* spp.) fueron frecuentes, con una incidencia de 28.14, 18.75 y 13.61 por ciento, respectivamente. En enfermedades, el “tizón tardío” (*Phytophthora infestans*) es la principal enfermedad que afecta con una intensidad promedio de 24 por ciento, seguido de la “costra negra” (*Rhizoctonia solani*) a nivel de tubérculos de algunos genotipos con incidencias que oscilan entre 4.30 y 33.33 por ciento. Los virus presentes como los más importantes en la degeneración de semilla de papa, PVY y PLRV, fueron extremadamente raros, con una incidencia 1.11 y 0.12 por ciento, respectivamente. Otros virus considerados leves, como PVX y PVS, fueron más frecuentes, con una incidencia de 28.23 y 22.29 por ciento, respectivamente (Pérez *et al.* 2015).

### **2.2.2 A nivel de la región de Cusco**

En Cusco la papa se cultiva en diversos agroecosistemas andinos que tienen sus propias ofertas ambientales, que pueden hospedar a diferentes insectos plaga (Kroschel *et al.* 2012), asimismo a enfermedades y nematodos, que muestran incidencias diferentes en daño, y también la estimación de daño es diferente en los agroecosistemas y entre los agricultores; en consecuencia, el común denominador en los agricultores es la preocupación por los daños crecientes de los insectos y enfermedades, y por el uso frecuente de pesticidas (Ríos y Korschel 2011 y Soroush 2009), que incrementa los costos de producción, los rendimientos y los márgenes de utilidad son cada vez bajos. En Cusco, desde las instituciones, no existe un plan de monitoreo sobre el daño de plagas en cultivo de papa a nivel de agricultores, y se carece de base de datos cuantitativos por campañas agrícolas.

La Oficina de Información Agraria de la Dirección Regional Agraria de Cusco (2016) reporta la estimación de daño por plagas-insectiles y enfermedades en cultivo de papa que alcanza hasta 30 por ciento, siendo en otros años superior a este porcentaje. En estudios específicos se ha registrado 11.3 por ciento de daño en los agricultores de la comunidad de Tauccha en Chinchero (Soroush 2009). Para los agricultores de la provincia de Canchis en Cusco, el cultivo de papa es la base de su alimento, sin embargo, las plagas y enfermedades afectan este cultivo causando pérdidas en los rendimientos y no hay registro de daños (Ortega 2018).

De la evaluación de 10 campos de papa en Huatata en Chinchero, se estimó un daño promedio de 31 por ciento. Esta es la cifra que se presenta como el daño inicial antes de implementar el programa de manejo integrado del gorgojo de los Andes (Alcázar *et al.* 1993). En una prueba experimental de barrera viva con barrera química, en testigo se registró un daño promedio de 44,8 por ciento, otros tratamientos redujeron el daño a menos de 14 por ciento indica Quispe (2010).

### **2.3 ESPECIES DE INSECTOS PLAGA, ENFERMEDADES Y NEMATODOS REPORTADOS EN LA ZONA ANDINA DEL PERÚ**

Para el cultivo de papa, existen 86 especies de insectos y 82 de enfermedades como plagas (Hooker 1981; Alata 1973) y un número considerable de especies de nematodos (Franco 1990; Scurrah 2008). Sin embargo, pocas especies son plagas reales que ocasionan daños de importancia económica y social, donde es necesario su control, (Cisneros 1995; Lizarraga *et al.* 2004; Kroschel *et al.* 2012). Hay tres categorías de plagas que tienen relación con el daño, costo de control y las implicancias sociales y ambientales. Estas son: plaga clave, ocasional y potencial. Las condiciones de un cultivo respecto a sus plagas y de estas sus niveles poblacionales y los daños, suelen variar notoriamente según los lugares y estaciones del año (Cisneros 1995; Metcalf y Luckmann 1990; Gliessman 2002; Altieri 1994).

Para la zona andina del Perú, en categoría clave se tiene al gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp. con más de 12 especies; la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller), *Symmetrischema tangolias* (Turner), *Epitrix* spp, *Diabrotica* spp, (Cisneros 1995 y 2012; Ortega y Fernández 1995; CIP 1996; Pérez *et al.* 2015; Kroschel *et al.* 2012). Otras plagas son consideradas de importancia regional y local (Cisneros 1995). En enfermedades la *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary, *Alternaria solani* (Cooke) Wint,

*Rhizoctonia solani* Kuhn, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary, *Spongospora subterranea* (Wallroth) Lagerhem; el complejo de virus APLV, APMV, PVY, PVX, PLRV, PYVV, PVS y las bacterias *Ralstonia solanacearum*, *Pectobacterium carotovorum* y *P. atrosepticum* son de mayor distribución y de importancia económica (CARE-Perú 2000; Pérez *et al.* 2015; Pérez y Forbes 2008; CIP 1996). En nematodos la *Globodera* spp (Stone) y *Nacobbus aberrans*, son importantes en la zona andina (Scurrah 2008; Franco *et al.* 1990).

En módulos implementados de Asistencia Técnica y Clínica de Plantas en Cajamarca, Huancayo, Cusco y Puno durante tres años, en muestras de plantas de papa traídos por los agricultores, se registraron a la ranchara (*Phytophthora infestans*), el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes* spp.), la pulguilla de la papa (*Epitrix* sp.) y la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*) y no se registraron el “nematodo quiste de la papa” (*Globodera rostochiensis* y/o *G. pallida*) (Franco, 2019).

## **2.4 ESPECIES DE INSECTOS PLAGA, ENFERMEDADES Y NEMATODOS REPORTADAS PARA CUSCO**

### **2.4.1 Insectos importantes como plaga**

Escalante (1975), reporta una relación de 38 especies de insectos plagas, pero no describe otras informaciones relacionadas a su biología, comportamiento y daño, menos de la dispersión espacial. Kuschel (1949), reporta para Cusco especies del “gorgojo de los Andes” *Premnotrypes latithorax*, *P. solaniperda*, *P. sanfordi* y *P. pusillus*, posteriormente estas especies también son reportadas por otros autores (Carrasco 1960 y 1968; Molleda 1965; Escalante 1975, 1976 y 1981; Arestegui 1976; Castillo 1976; Álvarez 1978; Sánchez 1986 citados por Yábar 1994). La especie *Premnotrypes latithorax* Pierce, es de importancia económica y se ha registrado en 10 provincias de Cusco, otras especies están recluidas a áreas focalizadas (Yabar 1994). Ríos y Kroschel (2011) y Soroush (2009), coinciden en reportar que las plagas más importantes mencionados por los agricultores de la zona de Chinchero son: *Premnotrypes* spp y *Phytophthora infestans*, sobre los cuales giran los controles.

Se reporta 2 especies de la polilla de papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Synmetrischema tangolias* (Turner) (CIP 1996; Pérez y Forbes 2011), también mencionado por Escalante (1975), con nombres sinónimos. Rodríguez (1990) caracterizó

la morfología y la biología de la especie *Symmetrischema plasiosema*, ahora denominada *S. tangolias* (Turner).

El género *Epitrix*, con las especies, *E. párvula* (Fab), *E. subcrinita* (Le Conte), *E. ubaquensis* Harolls; para el género *Diabrotica* las especies *D. decempunctata* Latreille, *D. decempunctata sicuanica* Bechyne, *D. speciosa vigens* Erichson, *D. viridula optiva* Erichson y *D. viridula viridula* Bachyne son reportadas por Escalante (1975). Asimismo, Villanueva (2010) reporta en cultivo de kiwicha a *D. sicuanica* Bechyne, posteriormente Percca (2014) reporta a *D. speciosa vigens* en cultivo de maíz; ambas especies para el Valle Sagrado de los Incas. 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, (1863), posteriormente como *Zellerina* sp. (Torres, 1958); en un trabajo reciente de estudio de biología por Enríquez (1994) también continua con la especie *Stenoptycha coelodactyla* Zeller. En "mosca minadora" citan a *Melanagromyza lini* Spencer, *Agromyza virens* Loew, luego *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 *Macrosiphum solanifolii* Ashm, *Myzus persicae* Sulz, *Empoasca kraemeri* Ross y More, y *Emposaca fabae* Ross.

#### **2.4.2 Enfermedades importantes**

Para la región de Cusco, no se ha encontrado los estudios relacionados a taxonomía y biología de las enfermedades importantes del cultivo de papa. Aquellas ampliamente conocidas y dispersadas son: *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary, *Alternaria solani* (Cooke) Wint y *Spongospora subterranea* (Wallroth) Lagerhem; existen trabajos de investigación no publicadas y en la mayoría de casos como tesis universitaria, relacionadas al control químico y otras alternativas de control; sin embargo, varios autores coinciden que la *P. infestans*, es la enfermedad perjudicial con mayor impacto económico,

ambiental y social importante para la zona andina (Pérez y Forbes 2008 y 2011; CIP 1996; Ortega 2015).

Otras enfermedades de menor importancia para Cusco son, *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Esclerotinia esclerotiorum* (Lib) de Bary y *Fusarium* sp., también han sido estudiados a nivel de control por las instituciones como el INIA, tesis universitarias de Biología y Agronomía que no se llegaron a publicar. Otras enfermedades de menor importancia mencionadas para la zona andina son: el complejo de virus APLV, APMV, PVY, PVX, PLRV, PYVV, PVS y las bacterias *Ralstonia solanacearum*, *Pectobacterium carotovorum* y *P. atrosepticum*, son de mayor distribución y de importancia económica (CARE-Perú 2000; Pérez y Forbes 2008 y 2011; CIP 1996).

### **2.4.3 Nematodos fitoparásitos importantes**

El nematodo es un parasito oculto y no visible del suelo. Los nematodos que forman quiste son más importantes para el agroecosistema andino (Franco 2019). En Cusco se avanzaron con varios estudios. Delgado De La Flor (1988), registró a *Globodera pallida* (Stone 1973) para 11 provincias de Cusco y *G. rostochiensis* (Wollenweber 1923, Skarbilovich 1959) fue registrada solo para la provincia de Espinar. Velasco (2010) reporta a *Globodera pallida* para la comunidad de Occopata en el distrito de Santiago, Cusco. Ortega (2018) indica que el nematodo *Globodera* spp, está presente en la provincia de Canchis en Cusco.

## **2.5 PRÁCTICAS TRADICIONALES DE CONTROL DE PLAGAS COMO CONOCIMIENTO LOCAL**

Los saberes ancestrales tienen carácter local, porque cada saber es válido para el lugar en el que es aplicado y practicado. No tienen carácter particular para el manejo de plagas, como la tecnología moderna, sino, es una planificación en el proceso productivo, que comprende el pronóstico del tiempo climático local, elección de pisos ecológicos y el manejo durante el desarrollo del cultivo en el tiempo y espacio (Ortega 2012).

El control de plagas en cultivos se inició con el conocimiento local, basados en prácticas tradicionales como recojo manual de insectos y la disección de estructuras dañadas en plantas por enfermedades (Gomero y Von 1990), entonces el conocimiento local es la habilidad adquirida por el agricultor, después de sendas de observaciones, pruebas no

experimentales, que permiten generar técnicas para solucionar los problemas en sus cultivos. El enfoque de la agricultura sustentable es integrar los sistemas tradicionales con el conocimiento científico, para optimizar el manejo agronómico del cultivo y el manejo de plagas (FAO 2017); por tanto, el manejo de plagas es una actividad multidisciplinaria que involucra la investigación aplicada, el conocimiento local y la tecnología moderna (Cáceda y Quintanilla 1984).

Las practicas de control, basado en conocimiento local, son muchas. En Cusco, las rotaciones sectoriales, denominadas en quechua “muyuys, laymes, mañay o suertes”, con 5 a 7 años de descanso, es un sistema tradicional que permite manejar las poblaciones de gorgojo de los Andes, nematodos y enfermedades del suelo, propios del cultivo de papa (Caceda y Quintanilla 1984; Scurrah 2008).

En Cusco, las comunidades de Huarqui y Huama en el distrito de Lamay en Calca, los suelos tienen de 6 a 7 años de descanso; en Patacancha, Huilloq y Qorqor, en el distrito de Ollantaytambo en Urubamba de 5 a 6 años de descanso; en Taucca del distrito de Chinchero en Urubamba de 5 a 10 años de descanso (Almeyda 2004; Ortega 2012; Arias 2009). Estas rotaciones forman parte de manejo del nematodo *Globodera* spp., gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp.; las enfermedades de *Spongospora subterranea* y *Synchytrium endobioticum* (Wille 1952; CIP 1983; Cáceda y Quintanilla 1984; Peter *et al.* 1994; Van y Larrain 2000; Scurrah 2008; Arias 2009; Ortega 2015).

Otras prácticas utilizadas producto de conocimiento local son: el uso de jugo del tabaco (*Nicotiana tabacum*) y de la muña (*Myrthostachis* sp) asperjado a las hojas de la papa, controla a los pulgones y cigarritas; la ceniza espolvoreada al follaje de las plantas controla a *Epitrix* spp., *Diabrotica* spp., *Tequus* sp. y *Epicauta* spp.; el recojo manual de larvas de *Tequus* sp., adultos de *Epicauta* spp. y larvas de *Premnotrypes* spp., son prácticas tradicionales (Caceda y Quintanilla 1984; Peter *et al.* 1994; Van y Larrain 2000; Arias 2009; Ortega 2015). La colecta de larvas de noctuidos en cultivo de papa disminuye la población siguiente (Van y Larrain 2000). La cosecha temprana, evita la continuidad de daño de las plagas en el cultivo, los tubérculos dañados expuestos al frio ambiental y procesados en chuño, permite eliminar a larvas del gorgojo de los Andes (Wille 1952; Lamas 1946; Peter *et al.* 1994).

La exposición de tubérculos dañados con larvas del gorgojo de los Andes al sol, acelera la salida de larvas y las gallinas al alimentarse de ellas rompen el ciclo biológico del insecto y controlan el crecimiento poblacional de la plaga (Wille 1952; Yábar 1986; Arias 2009; Ortega 2015). La preparación del terreno en marzo y abril, y la exposición del suelo al sol y helada de mayo a agosto, permite destruir a los estados inmaduros de insectos, estructuras de hibernación de bacterias y hongos (Van y Larrain 2000)

En Cajamarca, Lima, Junín, Huancavelica, Cusco y Puno, para evitar el daño de plagas y enfermedades, los agricultores espolvorean ceniza a las hojas para masticadores de hojas, asperjan la orina humana para la ranca, adelantan el corte del follaje, utilizan biocidas (extractos de plantas), cosechan oportunamente los tubérculos, realizan aporques alto y utilizan cal a nivel del cuello de las plantas (Arias 2009).

Garmendia (1961) indica que las hormigas *Eciton* sp. Latreille, depredan a larvas del gorgojo de los Andes y la polilla de la papa en almacenes. El uso de hollín con agua, ceniza, cal, ccontay, arcilla fina, estiércol, guano de aves de corral, muña (*Minthostachys* sp.), eucalipto (*Eucaliptus* sp.), molle (*Schinus molle*), la limpieza del almacén y almacén de luz difusa, son las alternativas que evitan el daño de *P. operculella* y *S. tangolias*; el recojo manual de larvas de *Tequus* sp., adultos de *Epicauta* spp. y *Premnotrypes* spp., son otras prácticas tradicionales y antiguas utilizadas por los agricultores (Peter *et al.* 1994; Arias 2009; Ortega 2015).

## **2.6. PRÁCTICAS MODERNAS DE CONTROL DE PLAGAS**

Cisneros (1995), menciona, las alternativas modernas como métodos de control de plagas, son productos de pruebas experimentales, en muchos casos inician del conocimiento local, su aplicación oportuna y adecuada permite proteger a los cultivos y productos con niveles permisibles de daño de plagas y enfermedades. La integración de varias técnicas de control, siendo el control químico como la última opción, constituye programas de manejo integrado de plagas (MIP). En este enfoque, el Centro Internacional de la Papa, con participación de las instituciones públicas, privadas y universidades, fue el protagonista principal de desarrollo y promoción de manejo integrado de plagas en cultivo de papa, en diferentes regiones del país.

### 2.6.1 Gorgojo de los Andes

Para *Premnotrypes* spp., se ha desarrollado y validado el programa de manejo integrado del gorgojo de los Andes (MIGA), con las alternativas de: eliminación de plantas voluntarias, recojo manual de adultos, aradura invernal en campo cosechado, uso de mantas a la cosecha, remoción de suelos en áreas de amontonamiento, cosecha oportuna, empleo de pollos como predadores, almacenamiento bajo luz difusa (para semilla), suelo tratado con el hongo en almacén, zanjas alrededor del nuevo campo, barrera vegetal y barrera química, plantas cebo de papa con insecticida para adultos (Alcázar *et al.* 1993; Cisneros *et al.* 1995; Ortiz *et al.* 1992 y 1997; Pérez y Forbes 2011; Kroschel *et al.* 2012). El uso de barrera de plástico en campo de cultivo controla el gorgojo de los Andes, evita el daño en 93 a 100 por ciento sin aplicación de insecticidas (Kroschel *et al.* 2009 y 2013; Alcázar 2009). En seis comunidades de dos distritos de Andahuaylas en Apurímac, la barrera de plástico redujo el daño del gorgojo de los Andes, en 22.1 a 0.9 por ciento (Orrego *et al.* 2009). La integración de barrera vegetal con “maswa” (*Tropaelum tuberosum*) más la barrera química (Teflutrina) y tres veces de recojo manual, ha reducido el daño a 6.42 por ciento (Quispe 2001).

### 2.6.2 Polilla de la papa

En Cusco, la polilla de papa es mayormente plaga en almacén, en campo por encima de 3000 m.s.n.m, el daño pasa por desapercibido, sin embargo, por debajo de 2800 m.s.n.m, es necesario su control en campo. Las practicas desarrolladas y validadas para las especies de *P. operculella* y *S. tangolias*, son: buena preparación de terreno, siembra oportuna, semilla tratada con Baculovirus, aporque alto, trampas con feromonas, riego frecuente (evitar grietas en el suelo), uso de plaguicidas selectivos, cosecha oportuna, selección de tubérculos, cobertura del producto cosechado, eliminación de rastros, limpieza y des infestación del almacén, almacenamiento inmediato de tubérculos, trampas con feromona sexual, plantas repelentes, revisión periódica de semilla y almacén de luz difusa (Raman *et al.* 1987; Cisneros *et al.* 1995; Palacios y Cisneros 1997; Kroschel *et al.* 2012; Pérez y Forbes 2011). En comunidades altoandinas los agricultores protegen los tubérculos con talco de *Baculovirus phthorimaea* y *Bacillus thuringiensis* contra la polilla de la papa (Ortega 2015). En Sudamérica, se reportan 73 especies de plantas con propiedades biocidas que han sido evaluadas para el control de

la polilla de papa, *P. operculella*, las especies más estudiadas son *Minthostachys* sp, *Eucalyptus* sp y *Lantana cámara* utilizadas en planta y polvo seco (Lannacone y Lamas 2003).

### **2.6.3 Mosca minadora**

El MIP de la mosca minadora, se basa en el uso de trampas amarillas fijas y móviles muestran resultados eficientes en la captura de adultos, que permite a los agricultores a reducir la frecuencia de uso de insecticidas, (Mujica *et al.* 2000 citados por Kroschel *et al.* 2012). Los insecticidas selectivos para la mosca minadora son: Ciromazina y Abamectina que afectan a las larvas y tienen menor efecto en los controladores biológicos (CIP 2004 citados por Kroschel *et al.* 2012).

### **2.6.4 Nematodo de la papa**

Para el “nematodo del quiste” *Globodera* spp. los controles son: las rotaciones sectoriales comunales, las variedades resistentes (Maria Huanca y Wankita), plantas trampa (variedad susceptible de papa, luego la eliminación antes que las hembras pongan huevos), plantas antagónicas (no existe específicos), los guanos (guano de corral y guano de isla), abonos verdes (tarwi en estado de floración y la incorporación al suelo), limpieza de tubérculos semilla, rotación de campos con otros cultivos y el uso de nematicidas (CIP 1983; Scurrah 2008; Pérez y Forbes 2011).

### **2.6.5 Enfermedades**

El manejo integrado de *Phytophthora infestans*, se inicia con la obtención de las variedades resistentes y el manejo de resistencia a fungicidas, época de siembra, selección de campos con ambientes menos favorables al desarrollo de la enfermedad, eliminación de plantas voluntarias y malezas, selección de variedades, selección de semilla, distancia entre plantas y surcos, aporques, nutrición de las plantas, corte de follaje, riegos, cosecha oportuna, eliminación de tubérculos descartados y almacenamiento adecuado (CIP 1983; CARE – PERU 2000; Torres 2002; Pérez y Forbes 2008).

### **2.6.6 Control químico**

El uso de pesticidas para el control de plagas y enfermedades corresponde a la tecnología moderna (Gomero y Von 1990). Mas de 80 por ciento de agricultores entrevistados en Valle de Mantaro y Cusco, usan insecticidas para el control de plagas de papa en campo, y 27 por ciento aplicaron en almacén para el control de la polilla de la papa; mientras los agricultores en Valle de Cañete usan insecticidas como medida principal de control, el costo de los pesticidas se acerca al 50 por ciento del costo de producción (Ewell *et al.* 1994). El cultivo de la papa tiene muchos problemas de plagas, la principal respuesta de los agricultores para controlar las infestaciones del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes suturicallus*, *P. vorax* y *P. latithorax*) es mediante la aplicación de insecticidas peligrosos (carbofuran y metamidofos) (Kroschel *et al.* 2014).

En las comunidades altoandinas en Cusco, pese a la existencia de las rotaciones sectoriales, que permite el manejo de plagas en el cultivo de papa, los agricultores mencionaron como medida necesaria el control químico para el gorgojo de los Andes y la ranca, pero no recuerdan que principios activos y menos la dosis que utilizan (Ortega 2012 y 2015).

### **2.7 VARIABILIDAD DEL CLIMA: CASO CUSCO**

Los cambios en temperatura y precipitación y los patrones de ocurrencia, son factores clave en las evaluaciones de los efectos probables del cambio climático en la agricultura andina. Es crítico analizar el comportamiento esperado de los sistemas climáticos regionales para evaluar los impactos potenciales del cambio climático en el cultivo de papa y la biodiversidad de papa en la región. También es importante para la identificación de medidas de adaptación adecuadas que contribuirían a la resiliencia y productividad de los sistemas agrícolas basados en papa en la región andina (Rolando *et al.* 2017 citados por Quiroz *et al.* 2018)

Los organismos como los insectos, enfermedades fungosas y los nematodos están influenciados por las variaciones estacionales y diarias de: la temperatura, la humedad relativa, las lluvias, el viento, la insolación y el fotoperiodo, que influyen en la distribución geográfica, periodos de actividad, tasa de metabolismo, tasa de crecimiento y reproducción, su comportamiento, y el mecanismo de herencia. Entonces las

condiciones climáticas determinan las posibilidades de alcanzar altas o bajas densidades poblacionales de plagas, según que las características locales sean óptimas o marginales para su desarrollo; dentro del área climática favorable, la distribución del insecto está determinada por la presencia de su alimento (Altiere 1987 y 1995; Andrews 1989; Metcalf y Luckmann 1990; Cisneros 1995; Gliessman 2002; Toledo e Infante 2008).

El cambio climático, con variaciones de la temperatura, la humedad relativa y las lluvias principalmente tiene impacto sobre los ciclos biológicos y mayor presión de plagas y patógenos en los cultivos (Kapsa 2008, citados por Ortiz *et al.* 2018). El tizón tardío de la papa, *Phytophthora infestans*, junto con *Alternaria solani* seguirá siendo una preocupación importante para la producción de papa (Kapsa 2008; Haverkort y Verhagen 2008 citados por Quiroz *et al.* 2018). Se espera que el impacto en altitudes elevadas varíe desde áreas donde el tizón tardío se está convirtiendo en un problema, como en los Andes altos (Perez *et al.* 2010 y 2016 citados por Quiroz *et al.* 2018)

Se espera que las plagas de insectos agrícolas de la papa respondan al cambio climático expandiendo su rango geográfico de distribución y aumentando las densidades de población en la región andina, lo que conducirá a mayores pérdidas de cosecha y poscosecha (Kroschel *et al.* 2013 citados por Quiroz *et al.* 2018)

En los Andes, la producción de papa está severamente restringida por los gorgojos andinos de la papa, especialmente las especies *Premnotrypes suturicallus* Kuschel en sierra central de Perú, *P. vorax* Hustache en el norte de Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, y *P. latithorax* Pierce en el sur de Perú y Bolivia (Alcázar y Cisneros 1999). En los valles interandinos, otras plagas importantes son la polilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) y la polilla andina de la papa, *Symmetrischema tangolias* (Gyen), entre otras especies menores (Kroschel *et al.* 2012). La polilla guatemalteca de la papa, *Tecia solanivora* (Polvolny), ha invadido la región andina en Venezuela, Colombia y Ecuador, pero aún no ha sido reportada desde Perú (Kroschel y Schaub 2012). La mosca minadora, *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), puede ser una plaga seria de papa en la costa y valles interandinos.

La percepción de los agricultores sobre el cambio y la variabilidad climática fue necesaria registrar. Los trabajos de investigación en sanidad de los cultivos, deben incorporar el análisis de este fenómeno, porque, tiene relación directa con el desarrollo, migración y la severidad de daño de las plagas y enfermedades en los cultivos.

La información registrada corresponde al análisis realizado y publicado en el documento "Diagnóstico de la vulnerabilidad actual y futura y condiciones de adaptación ante el cambio climático en la región de Cusco", donde indica, que la evolución y las tendencias de la precipitación y temperatura del aire en el clima actual de la región de Cusco, ha sido analizado con la información meteorológica de estaciones de 1965 a 2008, lo que permitió la detección de los cambios posibles en los patrones climáticos en los últimos 44 años, indica (Effio 2012).

### **2.7.1 Comportamiento de la temperatura en zona andina de Cusco**

SENAMHI (2011) citado por Effio (2012) caracteriza la variabilidad normal actual del clima, como  $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$  en temperatura y  $\pm 15$  por ciento, en precipitaciones, los valores que varían fuera de estos rangos podrían indicar un cambio climático.

La data historial de las estaciones meteorológicas en la zona andina de Cusco (Zona agroecológica de quechua), reporta que la tendencia de la temperatura máxima en el periodo anual y estacional es de aumento, variando entre  $0.05$  y  $0.6^{\circ}\text{C}/\text{década}$ ; asimismo, en la temperatura mínima, la tendencia es similar en aumento en valores de  $0.1$  a  $0.4^{\circ}\text{C}/\text{década}$ . En ambos casos con alta significancia estadística (Effio 2012).

SENAMHI (2011) citado por Effio (2012), indica que en las estaciones de Cusco, existe la tendencia de las temperaturas extremas, los días están tendiendo a ser más calientes y las noches frías más calientes, ambos en los últimos 44 años. La diferencia entre la temperatura máxima y la mínima diaria está presentando un decrecimiento promedio de  $1^{\circ}\text{C}$  en los últimos 44 años, lo que indica que la temperatura nocturna se viene incrementando en mayor proporción que la temperatura diurna.

En la temperatura máxima y mínima, a escala regional, para el periodo 2050. La temperatura máxima promedio incrementara entre  $1.4$  y  $2.2^{\circ}\text{C}$  en todo el espacio geográfico de la región de Cusco, con mayor incremento de sur y sureste y menos en la zona centro y norte. La temperatura mínima aumentara de  $1.4$  hasta  $1.8^{\circ}\text{C}$  en el centro y extremo noreste y hasta  $2.2^{\circ}\text{C}$  en el sur y sureste de la región, en ambos casos durante todo el año (Effio 2012).

El análisis de la variación de la temperatura con datos históricos de los últimos 44 años, indica incremento sostenido de las temperaturas extremas (máximas y mínimas) del orden de  $0.01$  a  $0.04^{\circ}\text{C}$  por año en promedio. En la mayoría de las estaciones

meteorológicas se observa la tendencia positiva en la intensidad de la temperatura máxima extrema diaria, es decir los días están siendo más calientes.

También, predomina las tendencias positivas en la intensidad de la temperatura mínima nocturna, es decir las noches frías están tendiendo a ser más calientes; sin embargo, en todas las estaciones de Apurímac, donde existe un decremento significativo, en la intensidad de este índice, por lo que, en estas localidades, las noches en los últimos 44 años son cada vez más frías.

### **2.7.2 Comportamiento de las precipitaciones en zona andina de Cusco**

La tendencia de la precipitación en el periodo anual, en diferentes localidades de la región de Cusco, viene siendo de aumento, con valores de 2.2 a 22.0 mm/década, con nivel de significancia de 99 por ciento.

En la estación más lluviosa del año (diciembre, enero y febrero), la tendencia de precipitación es en aumento entre 8.5 a 17.6 mm/década. En marzo, abril y mayo, la tendencia es a la disminución de la precipitación a razón de -9.8 a -1.0 mm/década, en las estaciones de Pisac, Granja Kayra, Ccatcca y Acomayo; sin embargo, en las estaciones de Urubamba (0.3 mm/década), Cay-cay (0.43 mm/década) y Sicuani (7.3 mm/década) van en aumento. En junio, julio y agosto la tendencia es positiva en valores de 0.1 a 2.2 mm/década, en esta tendencia hay un ligero aumento, aunque sin significancia estadística. En el periodo de setiembre, octubre y noviembre, periodo de inicio de lluvias, la tendencia es en aumento a nivel de 3.5 a 10.2 mm/década con significación estadística (SENAMHI 2011 citado por Effio 2012).

En cambios de la precipitación a escala regional para el año 2050, se proyecta cambios importantes como la disminución de las precipitaciones en el sur de la región Cusco en todos los trimestres del año y que se generalizarían en la estación seca (JJA), abarcando gran parte de la región Cusco, provincias de Chumbivilcas, Canas, Paruro y Canchis con déficit de 75 por ciento. Asimismo, la disminución de lluvias en el inicio de periodo (SON) alcanzará valores de 45 por ciento. Por otro lado, se dará el incremento importante de precipitaciones hasta de 75 por ciento en la zona central de Cusco: Paucartambo, Calca, Cusco, Paruro y Quispicanchis, principalmente en marzo, abril y mayo (Effio 2012).

### **2.7.3. Versión de agricultores sobre el cambio climático en Cusco**

Existe una clara y concordante manifestación de la población rural sobre el cambio climático (Bueno *et al.* 2010 citados por Canales *et al.* 2014) y la posibilidad que esté modificando la efectividad de los indicadores biológicos y astronómicos (etnoclimática) usados por ellos (Gutiérrez 2008 citados por Canales *et al.* 2014). En la región de Cusco existe poca información cuantitativa climática a nivel local, que puede ser utilizada para la gestión del cambio climático. Sin embargo, existe información cualitativa propia de los agricultores asentados en los ecosistemas de montaña andinos tropicales (Torres y Valdivia 2012 citados por Canales *et al.* 2014).

A continuación, se anota el testimonio de los agricultores de diferentes localidades de la región de Cusco, registrados por CBC – PREDES, 2001 y citados por (Effio 2012). Los pobladores de la comunidad de Phinaya en distrito de Quiquijana y del distrito de Chinchero, indican que la sensación del frío dentro de las viviendas se incrementa por las noches y madrugadas, y durante el día la sensación de calor es fuerte. En la comunidad de Tauca, Umasbamba y Cuper Alto en Chinchero, las heladas extemporáneas de diciembre, enero y febrero son más sentidas por el congelamiento de plantas de papa. Un comunero de Phinaya manifiesta que la helada cae en febrero y los pastos se vuelven amarillo y no llegan a madurar. Por otro lado, en las comunidades de Tauca, Umasbamba y Cuper Alto en Chinchero, los pobladores dicen que, demasiada radiación solar, no favorece el secado normal de productos agrícolas como haba, oca, papa y maíz, etc. Los productos que se solean, como la oca, es quemada. Para la población de la comunidad de Phinaya, el calor es cada vez más intenso.

La población percibe que las lluvias son de mayor intensidad, de corto periodo y con mayor presencia de veranillos. A nivel de las comunidades de Cuper Alto, Umasbamba, Tauca y Phinaya, describen la lluvia del 2010 como gotas gruesas fuertes y constantes, y en la comunidad de Phinaya, anexos y comunidades aledañas indican, las lluvias son fuertes y concentradas en poco tiempo, los pastos son arrastrados por escorrentía.

## **2.8 TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS LOCAL Y MODERNA**

El conocimiento local, prevalece en sistemas agropecuarios de los agricultores por la enseñanza y aprendizaje de padres a hijos (Ortega, 2015). De agricultor a agricultor o de agricultores entre comunidades, siendo las únicas formas de su persistencia a través de sus

generaciones. El conocimiento local y las técnicas modernas exógenas desarrolladas por las instituciones de investigación y transferencia de tecnología son transferidos al sistema de los agricultores, por las instituciones que asumen esta tarea. El Ministerio de Agricultura y Riego, a través, de sus organismos descentralizados de Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) y el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), que a su vez se articulan a nivel nacional con el Sistema Nacional de Innovación Agraria (SNIA), son responsables de esta actividad, que, mediante las políticas de fomento de la investigación, transferencia de tecnología, con los gobiernos regionales, con los programas y proyectos de desarrollo rural, facilitan el acceso a la tecnología productiva a los diferentes segmentos que integran el sector agrario nacional (INIA 2016).

La sanidad del cultivo de papa es atendida también, por otros organismos no gubernamentales. El Centro Internacional de la Papa (CIP) en un trabajo concertado con las instituciones, ha desarrollado la investigación básica y aplicada, implementó centros piloto de validación de programas de manejo integrado de plagas y enfermedades importantes, fue parte protagonista de la transferencia de tecnologías, vía convenios con las instituciones como CARE-PERU, MIP ANDES, MARENAS, Escuelas de campo, Gobiernos regionales.

En Cusco se trabajó con el INIA, la Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco, municipalidad distrital de Chinchero, con los organismos no gubernamentales como: la Asociación Arariwa, Centro de Desarrollo de los Pueblos (CEDEP AYLLU) y Centro de Educación en Sistemas Agrarios (CESA), con quienes compartieron el apoyo técnico, financiero, investigación y actividades logísticas. En ese proceso se elaboró los materiales de capacitación: manuales, trípticos, boletines, afiches, papelógrafos, slides, CDs, videos, en gorgojo de los Andes, polilla de la papa, tizón tardío y nematodos. Utilizaron metodologías de transferencia horizontal, formación de agricultores líderes, profesionales especializados, Escuelas de Campo, cursos, charlas técnicas y asistencia directa (Cisneros *et al.* 1995; Ortiz *et al.* 2009).

En Cusco, para promover la adopción del MIP, el Centro Internacional de la Papa y el INIA, implementaron dos centros piloto de validación del MIP; en la comunidad de Huatata - Yanacona en Chinchero para el “gorgojo de los Andes” (Alcázar *et al.* 1993); en la comunidad de Urquillos en Huayllabamba para la “polilla de la papa”, ambos en la

provincia de Urubamba. Después de la validación técnica, estos programas fueron difundidos a nivel regional.

Entre 1996 a 2002, la Asociación Arariwa implemento el programa MIP en papa, en los distritos de Ollantaytambo y Chinchero en Urubamba, en el distrito de Lamay en Calca, los beneficiarios directos fueron 600 familias en 24 comunidades y los indirectos 3269 familias; además el programa fue difundido en las provincias de Canas y Acomayo (Arariwa 2008). Otras instituciones ONGs que se sumaron a esta tarea entre 1995 a 2005 fueron: el CEDEP AYLLU en el distrito de Pisac en Calca, luego en Accha y Omacha en la provincia de Paruro. El CESA en las comunidades de la provincia de Paucartambo. El organismo no gubernamental RICCHARY AYLLU en las comunidades de Lamay en Calca. La Estación Experimental Andenes (INIA-Cusco) a través de proveedores de asistencia técnica en varias provincias. El Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Suelos (PRONAMACHS) ahora AgroRural y las Agencias Agrarias, se sumaron a esta tarea. En los últimos años, las municipalidades distritales y provinciales, con el asesoramiento del INIA, ONGs, que adoptaron la tecnología, asumieron esta tarea en sus jurisdicciones a través de proyectos locales.

## **2.9 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS DE ADOPCIÓN E IMPACTO DE PROGRAMAS DE MANEJO INTEGRADOS DE PLAGAS EN CULTIVO DE PAPA EN PERÚ**

El estudio de adopción de prácticas de control de plagas en cultivo de papa fue iniciado por el Centro Internacional de la Papa, donde indica que las rotaciones sectoriales de campo, las prácticas culturales y el uso de insecticidas químicos, son pilares importantes de control de plagas, sostenidos por los agricultores de Junín, Cusco y Cañete (Peter *et al.* 1990).

Otros estudios están relacionados al impacto económico de las prácticas del MIP para el “gorgojo de los Andes” *Premnotrypes* spp., para comparar las pérdidas económicas y el costo de control en fincas con y sin el MIP; asimismo, sobre la enseñanza de los programas de manejo integrado de plagas en cultivo de papa, con el propósito de presentar la experiencia lograda en la capacitación de manejo integrado de plagas de *Premnotrypes*

*spp.*, *Symmetrischema tangolias* y *Phthorimaea operculella*, implementados en centros pilotos y en alianza con las instituciones del Perú.

Otro estudio relacionado es sobre la información y el conocimiento como insumos principales para la adopción del manejo integrado de plagas, y analiza ¿Qué sucede cuando el conocimiento campesino entra en contacto con la información técnica sobre el MIP?, basado en la experiencia del proyecto MIP-Andes (Ortiz *et al.* 1996, 1997 y 2001). Se desarrollaron metodologías, para la evaluación de impactos en programas de manejo integrado de plagas, se recomienda realizar evaluaciones de impacto integral, incluyendo cambios en el capital humano y social, aspectos económicos y ambientales, para tener una mejor explicación de los efectos (Ortiz y Pradel 2009), como uno de los ejemplos se utilizó los resultados de la implementación y ejecución del MIP- gorgojo de los Andes en centro Piloto de la comunidad de Huata-Yanacona en Chinchero, Cusco.

Otros estudios relacionados al impacto de adopción del manejo integrado de gorgojo de los Andes en Bolivia, con el análisis de determinar el grado de conocimiento sobre el gorgojo, uso de pesticidas y la adopción de componentes del MIP.

Los estudios locales en Cusco se dieron por la Asociación Arariwa (2008), estudió la autoevaluación, para el manejo integrado de plagas, implementados en la microrregión de Urubamba y Calca en Cusco, donde indica que la adopción de conocimiento de plagas y las prácticas de control es alto, sin embargo, la aplicación es de nivel bajo. Asimismo, en Cusco, a nivel de comunidades y agricultores del distrito de Chinchero, se evaluó la adopción de prácticas de manejo integrado de gorgojo de los Andes, donde reporta que la adopción del conocimiento del comportamiento de la plaga y las practicas del MIP es de nivel alto, entre 71 a 93 por ciento, sin embargo, el nivel de aplicación es de nivel medio, implica que solo el 50 por ciento de prácticas implementadas continúan siendo aplicadas por los agricultores (Almanza 2004).

Los expertos, que evaluaron la adopción de manejo integrado de plagas por parte de agricultores, en cultivo de papa en agroecosistemas andino del Perú, aseveran resultados no muy satisfactorios, escenario que puede ser diferente en la costa. Las causas para este comportamiento pueden ser diversos, particulares y generales de acuerdo con su realidad. Las generales se pueden atribuir a: las políticas agrícolas cambiantes, carencia de apoyo

financiero para promover proyectos, falta de interconexión entre organismos públicos y privados, mecanismos inadecuados de difusión y capacitación tecnológica, el papel protagónico del Estado en la toma de decisiones, poca promoción de la filosofía MIP en los planes de estudio de los centros educativos. Las particulares son: un sector rural reacios a no apoyar los proyectos del MIP, la actitud del agricultor de solucionar problemas complejos de manera inmediata (Wearing 1988; Pareja 1992; Salazar 1995 citados por Ortiz y Pradel 2009). Uno de los principales factores que ha contribuido a la baja aplicación del MIP, es no haber sabido apreciar y tener en cuenta el contexto socioeconómico en el cual trabaja el agricultor (Reichelderfer y Bottrell 1985; NRI 1992; Shaxson y Bentley 1992; Salazar 1995; Morse y Buhler 1997; Barrera 2006 citados por Ortiz y Pradel 2009), entre los obstáculos políticos se puede mencionar la subvención de los plaguicidas ejercida por algunos gobiernos de países en vías de desarrollo. Aunque en el Perú en últimos años esta política no se ha implementado.

Para que la implementación del MIP sea exitosa son importantes los siguientes aspectos mencionados por Matteson (1992), Pareja (1992 y 1994), Rosset (1992), Hruska (1994), Boeren *et al.* (1995), Thomas (1999) citados por Ortiz y Pradel (2009): adecuar la política pública para promover y facilitar la adopción del MIP, establecer la cooperación entre personal de investigación, de extensión, organización no gubernamental y compañías de plaguicidas, capacitar a las personas involucradas en los principios del MIP, realizar investigaciones que responda a las necesidades de los agricultores y que busque su participación activa en todo el proceso de investigación, difundir el MIP a través de ejemplos prácticos, donde los agricultores participan en la investigación, incentivos a los agricultores para que apliquen los programas del MIP, apoyar la implementación a través de créditos, exención de impuestos, etc., incorporar cursos sobre MIP en los planes de estudio de las universidades e institutos tecnológicos.

## **2.10 LA SUSTENTABILIDAD AGRICOLA COMO SISTEMA, CONCEPTOS**

Los sistemas de cultivo más diversificados generalmente contienen determinados recursos específicos para los enemigos naturales, derivados de la diversidad vegetal, y generalmente no son perjudicados por los pesticidas, especialmente cuando son manejados por propietarios de bajos recursos que no acceden a una tecnología de elevados

costos. Por otro lado, el monocultivo promueve a un agroecosistema con baja diversidad, este escenario hace que el sistema sea más susceptible a variables climáticas, brotes de plagas y enfermedades y otras adversidades. Para mantener este tipo de agroecosistema se requiere un alto grado de manejo y de insumos externo. Por el contrario, muchos ecosistemas naturales parecen ser más estables y menos sujetos a fluctuaciones poblacionales de los organismos que los componentes (Altieri y Nicholls 1994).

Los ecosistemas en los que las especies vegetales están entremezcladas poseen una resistencia asociativa a fitófagos, además de la resistencia de las especies vegetales individuales. Los policultivos tienen una estructura compleja, en donde los insectos tienen dificultad para localizar y permanecer en pequeños lugares favorables si las condiciones microclimáticas son fuertemente alteradas. Por tanto, la diversidad alivia la presión del fitófago sobre el sistema de cultivo en su totalidad (Root 1975, Tahvanainen y Root 1972 citados por Altieri y Nicholls 1994).

Los policultivos son sistemas en que dos o más cultivos se establecen simultáneamente y lo suficientemente juntos para que se produzca competencia interespecífica o complementariedad. Las ventajas potenciales de los policultivos es la disminución de la población de las plagas de insectos, la supresión de malezas por el sombreado de doseles complejos o por alelopatías (Gliessman y Amador 1980 citados por Altieri y Nicholls 1994).

En la investigación se analiza la sustentabilidad de prácticas de control de plagas, y el concepto no es unívoco, hay coincidencias de las corrientes y autores, en que la sustentabilidad es el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para abastecer sus propias necesidades, concepto promovido por CMMAD (1988) citados por Sarandon *et al.* (2014), y la agricultura sustentable es aquel que a largo plazo mejora la calidad del medio ambiente y de los recursos base de los que depende, ofrece alimentos y fibra, para satisfacer las necesidades humanas básicas, es económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad en su conjunto, además, la agricultura sustentable maximiza los beneficios netos a través de la conservación de los recursos, para mantener otros servicios de ecosistema y desarrollo humano a largo plazo.

Para analizar la factibilidad de sustentabilidad de la agricultura, es necesario evaluar las dimensiones económico, ecológico y sociocultural, y 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 (Sarandon *et al.* 2006); en una variante de análisis de sustentabilidad, la agricultura sustentable se define 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, pero al final, se relaciona con la evaluación ambiental, social y económico.

El manejo integrado de plagas, por sus principios y enfoques, está inmerso en la agricultura sustentable y es considerado como una solución promisorio de control de plagas en la perspectiva de agricultura sustentable (Ortiz *et al.* 1997). En consecuencia, 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 1995). También el conocimiento local, integra a 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 2015; Ortiz *et al.* 1997).

La creciente sensibilidad en que las prácticas de la agricultura moderna han causado impacto ambiental, social y cultural, ha llevado a plantear la necesidad de un cambio, hacia un modelo de agricultura más sustentable (Gliessman 2002). La metodología, conduce a la obtención de indicadores que permitan evaluar y encontrar los puntos críticos de sustentabilidad de los agroecosistemas, estos pasos son; establecimiento del marco conceptual, determinación de los objetivos de la evaluación, caracterización del sistema a evaluar, diagnóstico preliminar para encontrar la información existente sobre el sistema a evaluar, definición de las dimensiones a evaluar, determinación de los indicadores y subindicadores, estandarización y ponderación de los indicadores, análisis de la coherencia de los indicadores con el objetivo, preparación para la obtención de datos en campo, registro de datos del sistema, análisis y presentación de los resultados, determinación de los puntos críticos a la sustentabilidad, replanteo de los indicadores, propuesta de corrección y/o monitoreo (Sarandón 2009).

La determinación de los indicadores en base a los objetivos es la tarea más importante, porque de ello dependerá la calidad de análisis y los resultados, que permitirán encontrar los puntos críticos de la sustentabilidad y las mejoras pertinentes. Hay tres tipos de indicadores: indicadores de estado, a los que aportan información sobre la situación actual del sistema; indicador de presión, indica el efecto que las prácticas de manejo ejercen sobre los indicadores de estado; indicador de respuesta, que refiere a lo que se está haciendo para modificar el estado actual del sistema. En relación de los objetivos y a partir de los indicadores se organiza el cuestionario de preguntas, con el cual, los datos se obtienen mediante encuestas, entrevistas y observaciones a campo (Sarandón 2009).

Los indicadores pueden ser expresados en unidades diferentes, en función a las dimensiones (ecológica, económica y sociocultural), habrá indicadores que se expresen en unidades de peso, longitud, área, número (insectos, plantas), actitudes de los productores, ganancia económica, etc. Esto, como es evidente dificulta la interpretación de resultados. A pesar de varias propuestas, la determinación de escalas es la más viable para el análisis de los indicadores, por ejemplo, de 0 a 4, siendo 0 la categoría menos sustentable y 4 la más sustentable. No todos los indicadores tienen el mismo valor, el peso que se otorgue a cada indicador, depende de la importancia que este tenga en el funcionamiento del sistema, en ese caso, la diferencia se da con la ponderación, que es un coeficiente por el cual se debe multiplicar el valor de los subindicadores y las variables que los forman (Sarandón 2009).

## **2.11 CONCEPTOS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS**

Tomar conocimiento de los organismos que están presentes en el agroecosistema y entender su función y sus interacciones ecológicas, es un prerrequisito para el desarrollo y la implementación de Manejo Integrado de Plagas (MIP) (Andrews 1989; Pedigo 1999 y Norris *et al.* 2003 citados por Toledo e Infante 2008).

En la historia del desarrollo de la agricultura, la producción ha trascendido desde una producción, dominada para la subsistencia familiar, luego para la subsistencia y mercado local, y más adelante para el mercado regional e internacional. En esta etapa de evolución, las plagas han interactuado, desde un nivel en el que el agricultor convive en su sistema,

porque es indiferente a su interés, otro nivel intermedio en el que afecta su alimento y su economía y luego inminentemente su economía cuando la agricultura es comercial.

En el mundo de la agricultura con segmento mayor de autoconsumo y poco comercial, el control de insectos plaga agrícola ha sido integral, hasta que se generalizó el uso de insecticidas orgánicos sintéticos entre 1945 a 1950, y se creía que el problema de plagas estaba resuelto por siempre; sin embargo, no se logró este sueño, se creó más plagas, problemas toxicológicos a los usuarios y consumidores y problemas no evaluados en el ambiente, indica (Romero 2004)

El concepto de Manejo Integrado de Plagas tiene su origen en California, propuesto por Stern, Smith, Van den Bosch y Hagen en 1959, donde precisan una serie de fundamentos técnicos, ecológicos y económicos, para enfrentar a la creciente y avasallante control químico (Villanueva 2017). En 1962, Rachel Carson en "La primavera silenciosa" cuestiona los efectos colaterales de muchos plaguicidas, especialmente los clorados y fosforados y se preocupa por la resistencia de los insectos y esto marcó la necesidad de volver "a la otra ruta", el antiguo control integral. A partir del año 1960, por las consecuencias anteriormente mencionadas, se reevalúa y consolida el concepto del MIP, dándole connotación ecológica y el uso de todas las tácticas de control (cultural, biológico, etológico, físico, mecánico, etológico) y creando condiciones para el control natural, y la utilización de insecticidas, debería ser el último recurso de control, después de agotar las demás tácticas económicamente aplicables, (Romero 2004).

En 1970, el concepto de Manejo Integrado de Plagas evoluciona y plantea como una solución al uso desmedido de plaguicidas, que al mismo tiempo inicia a mostrar la ineficiencia por el desarrollo de resistencia de plagas, por la eliminación de sus enemigos naturales, el deterioro ambiental, por los daños a los trabajadores agrícolas y a los consumidores por la exposición a sus residuos (Villanueva 2017). A partir de esta etapa, diferentes autores han plasmado su concepto sobre el manejo integrado, varios de los que a continuación se presenta.

Villanueva (2017), cita a varios autores en este párrafo e indica de acuerdo con Frank (1981) consiste en la selección, integración e implementación de tácticas de manejo de organismos dañinos con un enfoque de sistemas, tomando como base las consecuencias socioeconómicas y ecológicas. De acuerdo con Bottrell (1979) las plagas no deben

visualizarse de manera aislada, debe reconocerse a las plagas clave y a los enemigos naturales, el cultivo debe ser el eje integrador y el manejo sea sobre niveles críticos de las poblaciones de plagas. Téliz (2000) opina que el manejo integrado es un conjunto de acciones y decisiones, fundamentadas en datos sobre el cultivo, del clima y de los factores que influyen en la productividad y comercialización del producto. Los objetivos del MIP son: reducir la densidad poblacional de plagas para disminuir daños, costos de protección y los efectos colaterales de plaguicidas. El término “manejo” involucra la manipulación de la plaga, de la planta y del ambiente, lo que conlleva a la sustentabilidad.

El concepto del manejo integrado de plagas (MIP), inicialmente se refirió a la compatibilización del control químico con el control biológico, pero pronto, se incluyen todos los métodos de control. Más adelante el MIP es referido como el enfoque ecológico, porque considera las relaciones que existen entre los diferentes componentes del ecosistema: la plaga con la planta, enemigos naturales, condiciones físicas, mecánicas y agronómicas del medio. Es importante tomar en cuenta la situación socioeconómica del agricultor, pues los programas de control que se establezcan tienen que ser compatibles con esa realidad (Cisneros 1995).

El término manejo integrado es amplio, ya que involucra la manipulación de la plaga, de la planta hospedera y del ambiente, en un sistema que conlleva a la sustentabilidad, entonces la definición más acorde y moderna es, el MIP es un sistema de ayuda en la toma de decisiones para seleccionar y usar tácticas de control de plagas, solas o coordinadas con armonía, basadas en un análisis de costo beneficio, que toma en cuenta los intereses de los productores, la sociedad, y el impacto sobre el ambiente (Norris *et al.* 2003 citados por Toledo e Infante 2008).

La filosofía del MIP se acopla perfectamente a los principios de la agricultura sustentable, ya que sus estrategias y tácticas toman en cuenta los intereses de los productores y la sociedad; así como su impacto sobre el ambiente. El concepto del MIP y los sistemas agrícolas sustentables han generado un renovado interés por los métodos culturales de control que incluyen la diversificación o policultivos y la manipulación ambiental y biológica para promover la biodiversidad (Altieri 1994 citado por Gliessman 2002).

El MIP, busca mantener las poblaciones de la plaga a niveles que no causen daños económicos, basados en el control natural y el uso armonioso de los componentes del control desde la participación del hombre. El MIP, es absolutamente esencial para el

futuro del control de plagas. Su éxito dependerá en gran medida de la coordinación entre los agricultores con los demás actores involucrados en el control de plagas. Los programas del MIP, deben responder a muchas variables específicas como: cultivares utilizados, el sistema del cultivo, el complejo de plagas, la presencia de enemigos naturales, las condiciones climáticas, los valores económicos del cultivo, el nivel de tecnología, la disponibilidad del personal y otros factores propios de la condición socioeconómica del agricultor (Cisneros 1995).

La función de la biodiversidad en la estabilidad del agroecosistema es muy importante, si la biodiversidad cultivada se reduce con la expansión de monocultivos, origina inestabilidad en los agroecosistemas, situación que a su vez se manifiesta en el aumento de poblaciones de plagas. Lo contrario, es la diversificación de los sistemas de producción agrícola generalmente disminuyen las poblaciones de las plagas, mientras la mayor duración tenga esta diversidad inalterada, se desarrolla mayor cantidad de relaciones internas para promover una mejor estabilidad en las poblaciones de artrópodos (Altieri 1987 y 1995; Kiritani 2000 citados por Toledo e Infante 2008).

El MIP puede tener diferentes niveles de integración; el nivel I, integra tácticas para el control de una plaga, o de un complejo de plagas dentro de una categoría; el nivel II, considera el manejo de una mezcla de categoría de plagas, lo cual es funcional en el ámbito de una finca; el nivel III, pone en práctica el manejo de un complejo de plagas dentro de una amplia escala ecológica y considera los aspectos socioeconómicos a escala regional (Toledo e Infante 2008).

Los programas de manejo integrado de plagas tienen sus ventajas y limitaciones. Entre las ventajas tenemos: el MIP contamina menos que cuando se realiza solamente el control químico, disminuyen las aplicaciones de plaguicidas y el desarrollo de resistencia en plagas es más lento, el costo del control es más económico a mediano y largo plazo que cuando se practica solamente el uso de plaguicidas, sobre todo si se considera el costo de los daños al ambiente, las estrategias del MIP permite mayor diversidad en agroecosistema, lo que generalmente conlleva a mayor estabilidad ecológica. Entre las limitaciones se ha identificado, el desconocimiento de los principios del MIP por parte de agricultores, técnicos asesores y agentes gubernamentales, se requiere personal técnico especializado en MIP en el ámbito local, en ocasiones los productos generados bajo

programas MIP no cumplen los estándares de calidad de los mercados internacionales (Cisneros 1995).

Existen, 5 fases en el desarrollo de un programa de manejo integrado de plagas (Cisneros 1995), la evaluación del problema, que debe ser no desde la perspectiva del técnico, sino, también del agricultor; desarrollo de componentes para el manejo integrado de plagas y su integración de las técnicas, biológicas, físicas, mecánicas, etológicas, químicas y legales; implementación del MIP en áreas piloto; implementación a gran escala; y producción del material de difusión. El MIP puede integrar niveles de tácticas de control para una plaga, o un complejo de plagas, dentro de una amplia escala ecológica y considera los aspectos socioeconómicos a escala regional (Toledo e Infante 2008).

Las condiciones de un cultivo respecto a sus plagas y de estas sus niveles poblacionales y los daños, suelen variar notoriamente según los lugares y estaciones del año. Las definiciones de plagas según su importancia de daño en el cultivo se dan en tres categorías: las **plagas potenciales**, son poblaciones de insectos fitófagos que bajo las condiciones existentes en el campo no afectan la cantidad ni la calidad de las cosechas; las **plagas ocasionales**, son poblaciones de insectos fitófagos que se presentan en cantidades perjudiciales solamente en ciertas épocas o años, mientras que en otros periodos carecen de importancia económica; la **plagas claves**, son poblaciones de insectos que en forma persistente, año tras año, se presentan en poblaciones altas ocasionando daños económicos a los cultivos. Las plagas de esta última categoría constituyen el punto focal de análisis y del manejo de las medidas de control; si no toman medidas contra ellas habrá pérdidas económicas (Cisneros 1995; Metcalf y Luckmann 1990; Gliessman 2002).

## 2.12 IMPLEMENTACIÓN Y TRANSFERENCIA DEL MIP

Los factores que inciden en la adopción y la implementación del MIP son: escasa cooperación de los investigadores, extensionistas y la organización gubernamental, los mecanismos inadecuados de difusión, capacitación, escasa promoción en centros educativos, institutos tecnológicos, universidades, carencia de publicaciones apropiadas a la concepción de los usuarios, que son los agricultores con bajo o mediana instrucción educativa. La integración de las instituciones de investigación y extensión, con las comunidades campesinas, es una política estratégica importante para la adopción del MIP; sin embargo, en la realidad de la zona andina, impera escenarios desfavorables

como: las políticas agrícolas cambiantes, carencia de apoyo financiero, agricultores reacios a no apoyar los proyectos del MIP, falta de interconexión entre organismos públicos y privados, la actitud del agricultor de solucionar problemas de manera inmediata, mecanismos inadecuados de difusión y capacitación tecnológica, no considera el contexto socioeconómico en el cual trabaja el agricultor, como indica los autores mencionados para otras realidades. (Wearing 1988; Pareja 1992; Salazar 1995 citados por Toledo e Infante 2008).

Con respecto al flujo de información del MIP hacia los agricultores. Tradicionalmente se ha considerado a la transferencia de tecnología agrícola como un traslado de tecnología del extensionista hacia el agricultor; lo que implica una transferencia vertical o imposición, en la cual, el agricultor es considerado como un receptor pasivo que debe ser llenado con recomendaciones o paquetes tecnológicos (Ortiz *et al.* 1997). Esta estrategia ha sido utilizada en Cusco, en programas y proyectos que promovieron las instituciones, en capacitación de agricultores para el control de plagas. Por tanto, en la transferencia, el MIP requiere de un cambio de estrategia y de técnicas de capacitación, para que los agricultores comprendan y apliquen en solucionar sus problemas de plagas.

La nueva estrategia del MIP, generado por el Centro Internacional de la Papa (CIP) se ha basado en intercambiar información con las comunidades rurales, a través de los Programas Nacionales y de las ONGs, no se ha tratado de imponer tecnologías, sino de mejorar la capacidad de los agricultores para enfrentar los problemas de plagas, considerando que el MIP no es un "paquete tecnológico", sino, un "menú de opciones", del cual el mismo agricultor debe seleccionar las prácticas de control que más se adapten a sus circunstancias; además, el primer paso en la capacitación, es identificar los vacíos de conocimiento de los agricultores sobre las plagas y los métodos de control, para después enseñar lo que ellos no saben y reforzar lo que ya conocen (Ortiz *et al.* 1997).

También es importante conjugar los niveles de integración para la implementación exitosa del MIP y esto requiere seis niveles. Primero, la integración de métodos de control para diversas plagas y enfermedades ya que los agricultores no enfrentan problemas aislados. Segundo, la integración del MIP con el manejo de la finca, ya que el control de plagas es sólo una parte de las diversas actividades que realizan los agricultores. El tercero, la integración del conocimiento local con el conocimiento técnico. El cuarto, la integración de la comunidad para apoyar el MIP. El quinto, la integración de instituciones

de investigación y extensión con las comunidades de agricultores. El sexto, es la integración de políticas apropiadas para apoyar el MIP (Cisneros 1995; Ortiz *et al.* 1997).

La masificación del MIP puede ser exitoso, cuando se considere tres aspectos: Debe ser simple y práctico, y que permita la participación de los productores en el entendimiento de su entorno, es decir, hacer lo complejo simple (Jaoquin 2003 citados por Toledo e Infante 2008).

En la labor de difusión de programas específicos del MIP es necesario contar con la participación interesada de las asociaciones de agricultores y la colaboración de sistemas de extensión agrícola nacional, universidades, institutos agropecuarios, escuelas rurales y organizaciones no gubernamentales que trabajan directamente con los agricultores (Cisneros 1995).

Para que la sociedad entienda y acepte la filosofía del MIP es clave la comunicación y el compromiso de las personas involucradas. Uno de los principales obstáculos es la idea errónea de que un programa MIP debe estar completo, con todos los parámetros conocidos, antes de poder establecerlo. “Este pensamiento desperdicia el conocimiento y experiencias disponibles, más vale adicionar componentes a un programa MIP, si este ya está en operación y si los agricultores ya aceptaron su filosofía. Aún más, no se requiere conocer todos los aspectos de la biología de la plaga y los umbrales de acción antes de empezar el programa de MIP” (Metcalf y Luckmann 1990).

Con respecto a la influencia del conocimiento y de otros factores en la toma de decisiones para adoptar prácticas de MIP se determinó que el conocimiento es un factor esencial, pero no el único que determina la adopción. “Se considera que el principal nivel de integración para lograr la adopción del MIP se logra al integrar el conocimiento campesino con la información técnica. Pero también son necesarios otros niveles de integración, como la de prácticas de manejo del cultivo, de la comunidad, de las organizaciones y de las políticas institucionales y gubernamentales” (Ortiz 2001).

Para enseñar el MIP a los agricultores, aun teniendo los materiales desarrollados para este fin, no se puede usar los métodos de capacitación convencionales usados para otro tipo de tecnologías. “Es necesario diseñar, adaptar y estructurar métodos flexibles para facilitar el aprendizaje de los agricultores” (Ortiz *et al.* 1997; Sherwood y Ortiz 2001).

Pimbert (1991) citado por Ortiz (2001) indica que “El MIP depende del conocimiento técnico y tradicional (campesino), el resultante de la interacción de ambos y un conocimiento sobre el sistema de producción; pero, no se habla como ocurre la síntesis entre el conocimiento campesino y el conocimiento técnico”. Sin embargo, Ortiz *et al.* (1997) habla del contacto entre la información técnica sobre el manejo integrado de *Premnotrypes* spp. y el conocimiento campesino, donde se dieron los siguientes tipos de interacción: Formativa, cuando la información técnica interpretada en forma apropiada, genera nuevo conocimiento y reemplaza algunas creencias locales; Modificadora, cuando los agricultores ya tenían conocimiento sobre algunas prácticas de control usadas en MIP, pero las realizaban en forma inapropiada; Confusa, cuando el agricultor no pudo interpretar apropiadamente la información, debido a la forma en que la recibieron.

Ortiz *et al.* (1997) sugieren que “la enseñanza debe empezar sobre la biología, comportamiento y fuentes de infestación de los insectos, luego con la enseñanza de las prácticas de control. La interpretación correcta de parte de los agricultores genera nuevo conocimiento y a su vez permite interpretar mejor la información subsiguiente, lo cual genera una actitud positiva de aceptación a la tecnología. Por el contrario, si el agricultor no tiene un conocimiento previo para interpretar la información, se confunde y en muchos casos forma un conocimiento equivocado, lo cual genera más confusión y finalmente una actitud de rechazo al MIP”.

Sherwood y Ortiz (2001) indican que “La enseñanza y aprendizaje interactiva, es cuando los agricultores sean actores centrales y aprendan descubriendo los conceptos y observando la naturaleza”. Durante el estudio del MIP de gorgojo de las Andes, se presentaron casos en que los agricultores de una misma comunidad recibieron información sobre el MIP y control químico de dos fuentes simultáneamente, lo cual generó interferencia y confusión.

La adopción del MIP, se relaciona con los objetivos de la familia en la producción de la papa: Para los agricultores que sembraban papa para autoconsumo, el MIP era importante. Ellos consideran que con el uso de algunas prácticas del MIP pueden obtener una cosecha con daño entre 15 y 20 por ciento, lo cual era aceptable para ellos, porque la papa dañada puede utilizar como semilla, para alimentación de la familia o del ganado. Sin embargo, para otros, la papa era solo un complemento de varias actividades generadoras de ingresos, lo cual reducía la importancia del MIP. Estos agricultores tienden a utilizar

insecticidas, lo cual les demandaba menos tiempo que el uso de otras prácticas MIP. Los agricultores que producen para la comercialización o para semilla, las prácticas de MIP no consideran suficientes y que tienen que usar insecticidas para asegurar un nivel de daño menor a 5 por ciento (Ortiz 2001)

La disponibilidad de insumos que requieren algunas prácticas para el control de plagas ayuda en la adopción del MIP. Para el caso del gorgojo de los Andes, el uso de *Beauveria brongniartii* (hongo blanco) se ve limitado por su escasez en el mercado. Los agricultores que aprendieron sobre el fundamento y el uso de entomopatógenos quieren usar, pero no pueden porque el producto no está disponible (Ortiz *et al.* 1997). Igual ocurre con otros insumos, caso de la polilla de la papa el *Baculovirus phthorimaea*, la feromona sexual, el atracticida, etc.

Muchos son los factores externos que pueden influir sobre la adopción del MIP, caso del MIP en papa. Los agricultores no solo reciben capacitación sobre MIP, sino también sobre el manejo convencional de plagas ofrecida por otras organizaciones. En general, estas organizaciones no promocionan solo el MIP sino el control basado en uso de plaguicidas, brindando créditos para este propósito. El agricultor, en muchos casos se encuentra indeciso sobre el tipo de manejo de plagas a utilizar, lo cual crea confusión y limita el uso del MIP (Ortiz *et al.* 1997).

La integración de los actores políticos y técnicos es importante para la implementación, extensión y adopción del MIP. La integración entre organizaciones de investigación, extensión y grupos de agricultores. Para evitar que los agricultores no reciban información contradictoria, se requiere que las organizaciones se integren y definan estrategias comunes orientadas a promover el MIP. La integración de los agricultores dentro de la comunidad es necesaria para lograr acciones comunales orientadas a implementar el MIP, caso del manejo integrado de *Premnotrypes* spp., para que los agricultores realicen acciones conjuntas y coordinadas para el control de focos de infestación de la plaga (Ortiz 2001). Es importante la integración para otras plagas, como: la mosca minadora, polilla de la papa, etc.

La integración de medidas políticas es otro aspecto importante, aunque es poco lo que se puede hacer con el MIP para condiciones de sierra, si no hay políticas apropiadas que apoyen su implementación, tanto a nivel institucional como gubernamental. La adopción de esta tecnología estará limitada siempre que los insecticidas sean promovidos como la

única alternativa de control. En Perú existe una ley del MIP, pero aún no se implementa apropiadamente en condiciones de campo (sierra). Por otro lado, no existe un control eficiente sobre la comercialización y uso de plaguicidas, lo cual agrava la situación (Ortiz 2001).

El manejo integrado de plagas (MIP) ha sido considerado como una solución promisorio de los problemas causados por insectos dentro de una perspectiva de agricultura sostenible. Sin embargo, los esfuerzos para implementar el MIP en América Latina han dado pocos resultados (Bentley y Andrews 1996 citados por Ortiz *et al.* 1997). Los factores técnicos, socioeconómicos y políticos limitan la implementación del MIP a gran escala.

En el pasado, el papel tradicional del extensionista ha sido el de proveer recetas para solucionar problemas. En el caso del MIP, el extensionista debe ser un facilitador del proceso de aprendizaje de los agricultores, para lo cual, debe tener un sólido conocimiento técnico, además aprender a recibir, procesar y difundir información de diferentes fuentes. Por un lado, debe recibir información de los agricultores sobre los problemas de plagas, por otro lado, de los investigadores sobre las posibles soluciones. Los extensionistas, para difundir el MIP, no deben ser simples comunicadores que transfieren mensajes de los investigadores a los agricultores. Se requiere que ellos analicen la realidad donde trabajan y adapten la información y la tecnología a las circunstancias locales. Además, ellos deben trabajar no sólo con agricultores, sino también con otros extensionistas, investigadores, autoridades locales y otras personas relacionadas al control de plagas. El papel del extensionista o capacitador es crucial para este propósito, y debe estar preparado además para hacer la gestión (Ortiz *et al.* 1997).

La pregunta de cómo enseñar el MIP, ha sido absuelta con la experiencia del CIP, indica que el primer paso en la capacitación sobre MIP es identificar los vacíos de conocimiento de los agricultores sobre las plagas y los métodos de control, para después enseñar lo que ellos no saben y reforzar lo que ya conocen. Por ejemplo, el conocimiento sobre los insectos o microorganismos es bien reducido (Bentley 1989, 1992 y 1994 citados por Ortiz *et al.* 1997), lo que les ha impedido desarrollar tecnologías para solucionar problemas causados por plagas y enfermedades en sus cultivos. La enseñanza del ciclo biológico es la segunda etapa de la enseñanza del MIP.

La naturaleza brinda el mejor material de enseñanza para el conocimiento de los insectos ya que el agricultor puede recurrir a ella para comprobar la información que recibe. Se ha observado que agricultores que asisten a actividades de capacitación no quedan convencidos hasta que van a sus propios campos o almacenes a observar los insectos. Además, como indican Bentley *et al.* (1994); Bentley y Andrews (1996) citados por Ortiz *et al.* (1997) una conversación informal sobre los insectos en el mismo campo puede ser tan efectiva como el uso de medios audiovisuales para la enseñanza.

Hay momentos y circunstancias en las cuales no es posible recurrir a la naturaleza para enseñar. Por ejemplo, durante las épocas del año en que no hay insectos. En este momento se pueden usar ayudas visuales como las cajas entomológicas. Sin embargo, para el agricultor es diferente observar un adulto prendido en un alfiler entomológico que observarlo vivo alimentándose en una hoja (Ortiz *et al.* 1997).

En métodos convencionales, los extensionistas que difundían el MIP pronto se dieron cuenta de que la enseñanza de temas complejos, como la metamorfosis de los insectos, requería de técnicas de capacitación diferentes. Ellos, con creatividad y criterio, desarrollaron diversos métodos de capacitación. Por ejemplo, los extensionistas de CARE-Perú desarrollaron el uso de sociodramas, donde los mismos agricultores representan teatralmente las etapas de desarrollo de los insectos y hablan sobre sus características. Esta fue una forma entretenida a través de la cual la información sobre el MIP se diseminaba entre los agricultores. En otras comunidades se organizaron concursos de dibujo sobre la vida de los insectos. También se organizaron concursos de recolección de insectos (Ortiz *et al.* 1997).

Para enseñar las prácticas del MIP, es necesario que el agricultor entienda el fundamento técnico de las prácticas, para ello será necesario el conocimiento del insecto y su forma de vida. Además, el concepto del MIP, que implica la integración de prácticas. Para enseñar el control biológico, el uso del hongo *Beauveria brongniartii* (Torres *et al.* 1993), el uso del *Baculovirus phthorimaea* (Alcázar *et al.* 1992), y de parasitoides (Raman, *et al.* 1993), todos citados por Ortiz *et al.* (1997), requirió, primero se demostrará la existencia de hongos y virus que enfermaban a insectos, y de insectos benéficos que se alimentaban de otros insectos, y que eran útiles para controlar la plaga. Fue necesario recurrir a la naturaleza para observar el efecto de las aplicaciones del hongo en los almacenes de papa.

Si un grupo de agricultores aprendieron acerca de la vida del insecto y de las prácticas de control integrado, es más fácil que ellos enseñen a otros, ya que no existe la barrera cultural. La organización de agricultores para el proceso de enseñanza-aprendizaje es crucial, porque es difícil visitar a cada agricultor en su predio (Ortiz *et al.* 1997).

Los principios del MIP no sólo deben ser difundidos hacia los agricultores y extensionistas, si no, también a otros niveles, para lograr: uniformidad de criterios y enfoques referidos al control de plagas, apoyo mutuo y mejor uso de las ventajas comparativas de cada institución. Por ejemplo, las ventajas del CIP para desarrollar tecnologías, metodologías e información científica, y las ventajas de las ONGs para incluir la información científica en sus programas de trabajo y hacerla llegar a los agricultores. El MIP, también debe diseminarse a nivel gubernamental, por ejemplo, a las municipalidades locales. Hay casos, como en Chinchero, Cusco, en que la municipalidad se ha interesado en apoyar la difusión del MIP en colaboración con ONGs locales. Los municipios pueden convocar a otras instituciones de la zona para trabajar coordinadamente. El nivel educativo es también importante; por ejemplo, a nivel de las escuelas rurales, para contribuir a la formación de los futuros agricultores.

### **2.13 INFORMACIÓN TÉCNICA PARA LA CAPACITACIÓN DE LOS AGRICULTORES**

La implementación del MIP a escala mayor está sustentada en la producción del material de difusión. El entendimiento y la adopción de conocimientos y las técnicas de control están en relación a la claridad con que se diseña y se elaboran los materiales de difusión y las técnicas adecuadas de transferencia (Cisneros 1995).

El diseño y el contenido del material, debe ser una tecnología accesible y comprensible, además, disponible, de tal manera que el agricultor la adopte o la adapte a sus condiciones y las necesidades reales (NRI 1992; Perfect 1992 citado por Gliessman 2002; Cisneros 1995). La rapidez con la cual el agricultor puede entender la filosofía del MIP, adoptar y adaptar los conocimientos, las tácticas de control, está en relación con la claridad con que se diseña y se elaboran los materiales de difusión del MIP, el entrenamiento, la capacitación y las técnicas adecuadas de transferencia que puede emprender el personal que promueve la implementación del MIP (Cisneros 1995). Es necesario brindar todo tipo

de apoyo a los agricultores para que adquieran los conocimientos necesarios para entender y practicar el MIP (Bentley 1992 y 1995 citados por Toledo e Infante 2008).

La difusión de las prácticas de control se realiza por diferentes medios y mecanismos, los materiales que acompañan son los manuales, afiches, video-casets, que llevan información sobre reconocimiento, biología, comportamiento de reproducción, ocurrencia estacional y control de las plagas. Estos materiales deben ser validados entre los agricultores previamente a su reproducción masiva, para asegurarse que el mensaje es claro y no hay lugar a interpretaciones erradas. El uso de dibujos y diagramas son muy útiles.

Algunos factores relacionados a la difusión del MIP, que inciden en la adopción y la implementación del mismo, son: los mecanismos inadecuados de difusión, capacitación tecnológica no apropiada, escasa promoción de la filosofía del MIP en los planes del estudio de los centros educativos, escasez de información relacionada al problema identificada y carencia de publicaciones apropiadas a la concepción de los usuarios, que son los agricultores con bajo o mediana instrucción educativa (Wearing 1988; Pareja 1992; Salazar 1995 citados por Toledo e Infante 2008).

Algunos modelos de transferencia son cuestionados por las siguientes razones: porque se limita a efectuar conferencias o seminarios unidireccionales, preparando al agricultor en técnicas que muchas veces no están a su alcance (extensionismo clásico); cuando es asociada solamente a las tecnologías de productos (o insumos) como paquetes tecnológicos, que se transmiten de forma unidireccional (plegables, conferencias, áreas demostrativas) o vienen asociados al suministro de dichos recursos; los métodos clásicos (unidireccionales, mito del profesor y el alumno), sin considerar los intereses y necesidades de los agricultores (programas realizados nacionalmente o en oficinas) y sin tener presente los principios de la educación de adultos (Vázquez 2006).

## 2.14 VARIEDADES MEJORADAS Y NATIVAS DE PAPA EN CUSCO Y PERÚ

### 2.14.1 Variedades mejoradas y comerciales

La papa es un cultivo más importante, con cifras que pueden variar entre años, más de 730 000 productores que la cultivan en aproximadamente 317 647 hectáreas esparcidas por casi todos los departamentos del Perú, y que genera aproximadamente 33.4 millones de jornales que aportan alrededor de 4 por ciento del PBI del sector agrícola. El rendimiento promedio nacional es 14.5 t/ha y para Cusco 12.3 t/ha (Dirección Regional de Políticas Agrarias 2017; DGIA-MINAGRI 2017 citados por Pradel *et al.* 2017). No, existen muchos estudios de estimación de la adopción de variedades de papa a nivel nacional. En la década de 80, el proyecto SEINPA (Semilla e Investigación en Papa), realizaron encuestas para identificar y cuantificar las variedades sembradas en cuatro departamentos (Cajamarca, Junín, Cusco y Puno), las variedades adoptadas en mayor proporción en ese momento eran Mariva, Yungay, Tomasa Tito Condemayta y Revolución (Maldonado *et al.* 2008), luego de 15 años mostraron que las variedades INIA 103 Canchan e INIA 302 Amarilis, competían por ser las variedades más cultivadas, indica (Pradel *et al.* 2017).

Para el año 2013, las variedades mejoradas más adoptadas en orden de importancia fueron la Yungay, INIA 303 Canchan, INIA 302 Amarilis, La UNICA, la CICA, la Perricholi, INIA 309 Serranita. Los agricultores indican, con las nuevas variedades mejoradas obtenían un rendimiento adicional de una tonelada por hectárea sobre el rendimiento promedio de 11 t/ha obtenido con variedades mejoradas más antiguas (Pradel *et al.* 2017).

En Cusco, cada año las áreas cosechadas fluctúan de 28 a 32 mil hectáreas, siendo el promedio de 30 mil hectáreas, que corresponde a 9 por ciento de área cosechada nacional (FAO-FOASTAT 2016). El consumo per cápita regional es 120 kg (DRAC-OIA 2016), con respecto a 85 kg/per cápita nacional (MINAGRI-DEPA 2016).

En la actualidad, las variedades modernas comerciales sembradas en Cusco son: la Canchan, CICA, Yungay, Revolución, Amarilis, Serranita, Mariva. Las menos sembradas: la Única, Pallay Poncho, Puca Lliclla, Ñust'a-CICA, Morada-CICA y María Huanca. En las variedades comerciales nativas están: la Ccompis, Maqt'illo, Peruanita y Huayro.

### **2.14.2. Variedades nativas**

En el informe final de la Dirección General de Diversidad Biológica del Ministerio de Ambiente, 2014, "Elaboración de Mapas de Distribución y Estudio Socioeconómico de la Diversidad Genética de la Papa. El Centro Internacional de la Papa ha desarrollado cuatro estrategias para la conservación *In-Situ* de variedades nativas (1) Banco Comunal de Semillas, (2) Parque de la Papa, (3) Ruta Cóndor y (4) Extremos de los Andes (Gómez 2005 citados por Pradel *et al.* 2017). La idea consiste en la organización de una red para la Conservación *In-Situ* de papas nativas, mediante el fortalecimiento de las organizaciones locales de productores en los países de la Región Andina (Ruta Cóndor), a fin de facilitar su participación en la implementación de los Derechos del Agricultor en el marco del Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Se busca restaurar y conservar la diversidad genética de las papas nativas en las zonas altoandinas. Esta iniciativa empezó con el programa de repatriación de variedades nativas iniciado por el CIP hace más de una década en solo cuatro comunidades, en el cual se regresó material libre de virus a los agricultores. Hasta el momento se han repatriado 4600 muestras de más de 1200 variedades de papas nativas en 41 localidades.

Las áreas conservadas por comunidades se caracterizan porque: se establecen de manera voluntaria y su manejo está en manos de las propias comunidades. Las comunidades tienen el compromiso de conservar y usar sustentablemente los recursos de estas áreas, usando sus conocimientos y prácticas tradicionales y leyes consuetudinarias.

### **2.14.3 ONG ANDES – El Parque de la Papa en Cusco**

Continúa el informe de Dirección General de Diversidad Biológica del Ministerio de Ambiente, 2014, donde indica, el Parque de la Papa está situado en un área conocida como micro-centro de origen de diversidad de papas nativas y se dedica a proteger y mejorar estos sistemas de alimentación y agro biodiversidad nativa. El conocimiento, las innovaciones, y las prácticas tradicionales de la gente quechua, están expuestos en el parque por su significación y utilidad esencialmente moderna, que incluye usos en productos nutraceuticos, farmacéuticos, biotecnología, actividades en agroecoturismo y la conservación comunal. En Parque de la Papa, siembran 417 variedades de papas

nativas. Otros proyectos que fortalecen la conservación *In-situ*, recogido de las entrevistas a expertos, son de la ONG Arariwa en Cusco y CESA en Paucartambo.

#### **2.14.4 Información adicional de variedades nativas de papa en Cusco.**

Asimismo, la Dirección General de Diversidad Biológica del Ministerio de Ambiente (2014) citados por Pradel *et al.* (2017). menciona que el resultado de una encuesta a 20 expertos en papa en Perú, la mayoría respondieron que Cusco es el genocentro con mayor diversidad de variedades nativas de papa y sus parientes silvestres; sin embargo, preguntado al experto Alberto Salas, Cusco es el segundo lugar después de Cajamarca.

En la colección del CIP, Cusco representa con 4994 nominales de variedades nativas, en trabajos más avanzados de identificación, el CIP ha registrado 1154 variedades nativas nominales y Centro Regional de Investigación de la Biodiversidad Andina (CRIBA) 3051 variedades nominales, en 13 provincias de Cusco.

En Cusco cultivan las siete especies de variedades nativas.

*Solanum X juzepczukii*  
*Solanum X curtilobum*  
*Solanum X stenotomum Subsp. stenotomum*  
*Solanum X stenotomum Subsp. goniocalyx*  
*Solanum X phureja*  
*Solanum X chaucha*  
*Solanum X tuberosum Subsp andigenum*

En Cusco hay 48 comunidades campesinas con experiencia de conservación *In-Situ*, los distritos de Ccolcepata en Paucartambo y Pisac en Calca son los poseedores de mayor diversidad de variedades nativas.

### **2.15 CARACTERÍSTICAS DE LOS AGRICULTORES PRODUCTORES DE PAPA EN CUSCO**

En la región de Cusco el 18.7 por ciento de agricultores son analfabetos, el 48 por ciento con primaria, el 27 por ciento con secundaria y 6.3 por ciento con educación superior (INEI 2012). En las zonas del presente estudio el porcentaje de analfabetismo para el distrito de Chinchero en Urubamba es de 8.47 por ciento, en el distrito de Challabamba en Paucartambo 31.22 por ciento, y para el distrito de Limatambo en Anta 33.23 por

ciento (Dirección Regional de Diversidad Biológico del Ministerio Ambiente 2014 citados por Pradel *et al.* 2017).

En unidades y superficie agropecuarios, la región de Cusco dispone de 2 666 567, 31 millones de hectáreas que corresponden a 6.9 por ciento a nivel nacional. La superficie para cultivos es 407 924, 9 mil hectáreas, para pastos natural 1 647 508, 70 hectáreas, para montes y bosques 426 962, 22 hectáreas, y otros 184 171, 54 hectáreas. La superficie agrícola con riego corresponde a 98 220, 9 hectáreas y sin riego 309 704, 0 hectáreas. Con respecto a unidades agropecuarias el 82 por ciento poseen de 0.1 a 5 hectáreas, el 8 por ciento de 5.1 a 10 has, el 5 por ciento de 10.1 a 20 has, el 3 por ciento de 20.1 a 50 has, el 1 por ciento de 50.1 a 100 has y finalmente el 1 por ciento más de 100 has (INEI 2012).

El uso de fertilizantes y abonos orgánicos es muy variable entre las provincias y agricultores. De 179 128 mil agricultores que existen en la región de Cusco, el 62 por ciento usan abonos orgánicos y 38 por ciento no usan. En fertilizantes químico, el 6 por ciento usan en cantidades suficiente, el 33 por ciento en poca cantidad y 61 por ciento no aplican. Asimismo, en el uso de pesticidas, el 32 por ciento hacen uso de insecticidas, el 16 por ciento de herbicidas, el 22 por ciento de fungicidas, y el 7 por ciento hace uso de controladores biológicos. El 30 por ciento de agricultores utilizan el tractor para preparación del terreno y otras labores (INEI 2012).

Con relación a la capacitación de agricultores, el 55 por ciento recibieron capacitación o asistencia técnica de parte de las instituciones correspondientes, el 5 por ciento de agricultores han recibido la semilla certificada (INEI 2012).

Con respecto a la comercialización de productos agrícolas. En Cusco, existen dos mercados grandes de comercialización de productos agrícola y con afluencia de comerciantes mayoristas, el mercado de Vinocanchon establecido en el distrito de San Jerónimo, y el mercado de RACSA establecido en el distrito de Santiago, ambos con funcionamiento diario, a partir del cual compran los minoristas para comercializar en mercados urbanos de la ciudad o en mercados provinciales y distritales de la región. Asimismo, en Cusco existen un mercado Regional Ecoferia Frutos de la Tierra Cusco “Huancaro”, que funciona los sábados, con afluencia de agricultores productores de todas las provincias de Cusco, con el lema “de la chacra a la olla”, la población cusqueña para abastecerse de productos agrícolas accede a este mercado.

Las ferias, agropecuaria, gastronómico y artesanal, se realizan en todos los distritos y provincias. Cusco tiene 13 provincias y 114 distritos, por tanto, se realizan 127 ferias agropecuarias anuales. Estos espacios también constituyen para el expendio, trueque y exhibición de productos agrícolas producidos en cada provincia o distrito.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El primer objetivo del estudio corresponde a la investigación aplicada, porque recoge la información de la fuente primaria (agricultores) que conocen directamente el problema de sanidad en el cultivo de papa de acuerdo a su preocupación; investigación básica, porque se encontró para la zona de estudio nuevas especies consideradas como plagas recientes del cultivo de papa, que requieren de estudios básicos de identificación y de biología; por la medida, las variables requirió de mediciones cuantitativas y cualitativas; por la orientación, corresponde a la investigación explicativa, porque permitió encontrar la causa (plagas) y el efecto en el cultivo de acuerdo al criterio de los agricultores; el marco, porque los datos se registran en campo y laboratorio.

El segundo y tercer objetivo del estudio, corresponde a la investigación exploratoria por la constatación del uso o no por agricultores de información técnica publicada existente para cada problema plaga, las prácticas de control utilizadas por los agricultores. Por la técnica de investigación corresponde a análisis de documentos (Rojas 2017).

#### **3.2 LAS VARIABLES ESTUDIADAS**

Las variables independientes estudiadas en agricultores fueron: el reconocimiento de los insectos plaga, enfermedades y nematodos, el conocimiento de su ciclo biológico, el comportamiento de daño y la jerarquización en categorías, las capacitaciones recibidas de las instituciones. El registro de estas plagas en campo y almacén fue realizado por el investigador. Las variables dependientes fueron las alternativas que usan para el control de plagas, la información técnica publicada que disponen y usan, el conocimiento local relacionado a plagas, variedades de papa sembradas y la medición de la sustentabilidad de estas variables asumidas por ellos.

### **3.3. DEFINICIONES OPERACIONALES**

Para alcanzar los objetivos propuestos en la investigación, se realizaron las siguientes operaciones: se aplicaron un cuestionario de encuestas en base a los objetivos e indicadores determinados, a una muestra de agricultores determinadas para el estudio por agroecosistemas de cultivo de papa y épocas de siembra.

Se realizó las observaciones y daño *in-situ* de plagas en parcelas y almacén de papa. Para aquellas que no fueron reconocidas en campo, se tomaron muestras de insectos y luego se enviaron al laboratorio del Museo de Entomología, y los nematodos a la Clínica de Análisis de Enfermedades y Nematodos, ambos en la Universidad Nacional Agraria la Molina, para el reconocimiento en el taxón correspondiente.

También se registró en los agricultores la información técnica publicada que poseen y usan, a las instituciones que proveyeron los materiales como información técnica y la capacitación, sobre el conocimiento local de plagas y su control.

Con la información registrada de los agricultores se realizó el análisis de sustentabilidad en las dimensiones económica, social y ambiental. Los lugares donde se tomaron encuesta a los agricultores fueron geo referenciados y luego los datos se utilizaron para construir la base de datos y el el análisis respectivo.

### **3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.4.1. Comunidades campesinas determinadas por provincias, distritos y zonas para el estudio (Cuadro 1 y Figura 1)**

##### **Comunidades campesinas de estudio en la zona baja**

En la zona baja se consideraron a las comunidades de: Sondor, Tarahuasi, Huerta Alta y Pampaconga, ubicadas en piso de valle del distrito de Limatambo en la provincia de Anta; la comunidad de Sunchubamba en el distrito de Challabamba en la provincia de Paucartambo. En estas comunidades se desarrolla la papa de mayo a noviembre al cual denominan “maway”, “siembra adelantada o campaña chica”, y utilizan variedades modernas y comerciales cultivadas en época seca y bajo riego, forman parte de 30 por ciento de área cultivada a nivel regional. El problema mayor de plagas es la polilla de la papa en campo y almacén (*S. tangolias* y *P. operculella*), seguidos de *Diabrotica* spp.,

*Liriomyza huidobrensis* y *Trialeurodes vaporarum*. En enfermedades *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*. Las municipalidades y otras instituciones como AgroRural y CESA promovieron las capacitaciones de agricultores sobre la polilla de la papa y complementariamente en otras plagas, utilizaron de insumo técnico base, el programa de manejo integrado de la polilla de papa.

### **Comunidades campesinas de estudio en la zona media**

Las encuestas se aplicaron en las comunidades de Yanacona y Huaypo, ubicadas en el distrito de Chinchero, provincia de Urubamba. En la zona media la papa se desarrolla de octubre a abril al cual denominan campaña temporal o grande y se desarrolla con lluvias, donde utilizan las variedades modernas comerciales y un poco de nativas. El problema mayor es el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax*), las otras plagas como *Epitrix* spp., *Diabrotica* spp., *Tequus* sp., *Atomopteryx* sp., son secundarias y con la dispersión focalizada. En enfermedades es *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*, *Rhizoctonia solani* y *Spongospora subterranea*, son secundarias. La mayor incidencia de daño es de gorgojo de los Andes o tizón tardío “rancho”. Las instituciones que promovieron las capacitaciones son las municipalidades, la Asociación Arariwa, INIA, RICCHARY AYLLU y CEDEP AYLLU. Los materiales utilizados fueron del programa de manejo integrado del gorgojo de los Andes y del tizón tardío “rancho” con soporte técnico del Centro Internacional de la Papa y el INIA.

### **Comunidades campesinas de estudio en la zona alta**

Se consideraron a las comunidades de: Uratari en el distrito de Limatambo-Anta, las comunidades de Cuper y Tauca en el distrito de Chinchero-Urubamba, en la comunidad de Sayllapata en el distrito de Ccolcepata-Paucartambo. La papa se desarrolla de octubre a abril con lluvias. Utilizan menos áreas con las variedades modernas comerciales, la mayor área sembrada corresponde a variedades nativas. El problema mayor es el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax*), las otras plagas como *Epitrix* spp., *Tequus* sp., son plagas secundarias y con la dispersión focalizada. En enfermedades *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Rhizoctonia solani* y *Spongospora subterranea* son secundarias. La mayor incidencia de capacitaciones se ha realizado para el gorgojo de los Andes y tizón tardío. Las instituciones que promovieron son las municipalidades, la Asociación Arariwa, INIA, RICCHARY AYLLU y CEDEP AYLLU. Los materiales

técnicos utilizados fueron del programa de manejo integrado del gorgojo de los Andes y del tizón tardío producidos por Centro Internacional de la Papa y el INIA.

**Cuadro 1. Zonas, altitudes, comunidades y agricultores encuestados**

Zonas y Altitud (m)	Provincia	Distrito	Comunidades
Baja 2571-3387	Anta	Limatambo	Sondor
			Tarawasi
			Huerta Alta
	Pampaconga		
Media 3555-3752	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba
	Urubamba	Chinchero	Yanacona
	Anta	Limatambo	Huaypo
Alta 3803-4072	Urubamba	Chinchero	Uratari
	Paucartambo	Ccolcepata	Cuper-Taucca
			Sayllapata



**Figura 1: Mapa de ubicación del ámbito de estudio para encuestas**

### 3.4.2. Determinación de los indicadores para la elaboración del cuestionario de encuesta

El cuestionario de encuesta se formuló en base a los objetivos e indicadores de la investigación y se determinaron para las dimensiones económico, social y ambiental, para ello se adaptó al modelo propuesto por Ortiz y Pradel (2009) “Guía Introductoria para la

Evaluación del Impacto en Programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP)” el mismo orientó a la construcción del cuestionario de encuesta. Las preguntas y los respectivos indicadores se presentan en (Cuadros 2, 3, 4 y 5).

En los indicadores se determinaron las variables que tengan relación con la sustentabilidad del cultivo de la papa. Para la dimensión económica se consideró: la diversidad de variedades modernas y nativas, el uso de: calidad de semilla, abonos, fertilizantes y pesticidas que son tecnologías básicas de la producción de papa y que ayudan a la sustentabilidad del cultivo en el sistema. Los indicadores no tecnológicos que, son necesarios su inclusión en la evaluación del cultivo en esta dimensión fueron: el área sembrada, rendimiento y el precio.

Para la evaluación en la dimensión social se consideró los indicadores relacionados al conocimiento sobre las plagas y enfermedades primarias y secundarias, su comportamiento, daño, control de las mismas con tecnologías local y moderna con enfoque de MIP, la capacitación asistida desde las instituciones competentes, la participación de agricultores en las capacitaciones, el material técnico de manejo del cultivo y plagas recibido por los agricultores, que son indicadores que fortalecen las capacidades de ellos para el manejo integral del cultivo y el nivel de satisfacción que puede lograr.

En la evaluación de la dimensión ambiental, se incluyó los indicadores de especies cultivadas, diversidad de variedades de papa nativa, rotación de cultivos, uso de insecticidas y fungicidas, frecuencias de aplicaciones, las prácticas de control de plagas diferentes a pesticidas, conocidas y usadas por los agricultores, fueron los básicos y congruentes a los principios ecológicos de producción del cultivo en el sistema.

**Cuadro 2: Indicadores para la dimensión económica**

<b>Preguntas</b>	<b>Indicadores</b>
¿Qué área de papa siembras cada año?	Área cultivada de papa por agricultores en diferentes agroecosistemas
¿Qué variedades modernas de papa siembras?	Numero de variedades modernas de papa que siembran en cada agroecosistema
¿Cómo refrescas la semilla?	Fuentes de donde obtiene la semilla para refrescar
¿Como y que fertilizantes usas?	¿Fuentes de fertilizante y abonos que usan los agricultores?
¿Qué rendimiento obtienes?	Rendimiento en kg/parcela y luego proyectado por hectárea
¿Cuánto inviertes en pesticidas para el control de plagas?	Costo de insecticida y fungicida que usa por campaña agrícola por parcela y proyectada por hectárea
¿A cuánto vendes el kilo de papa a la cosecha?	El precio de papa en kilogramo en parcela del agricultor

**Cuadro 3: Indicadores para la dimensión ambiental**

<b>Preguntas</b>	<b>Indicadores</b>
¿Qué especies cultivadas tienes en tus parcelas?	Número de especies cultivadas en su sistema
¿Cuántas variedades de papa nativa tienes?	Numero de variedades de papa nativa en su sistema
¿Cada cuantos años siembras papa en la misma parcela?	Número de años de rotación con cultivos diferente a la papa o descanso
¿Cuántas prácticas de control de plagas diferente al control químico conoces?	Numero de prácticas de control de plagas diferente al control químico, durante el ciclo de desarrollo del cultivo y en almacén
¿Qué grupos de insecticidas usas para el control de plagas?	Grupos químicos (Fosforado, carbamato, piretroides y misceláneos) que usa para el control.
¿Qué principios activos de insecticidas usas?	Numero de principios activos que usa para el control de plagas
¿Cuántas veces aplicas durante la campaña?	Numero o frecuencia de aplicaciones durante la campaña agrícola y en almacén.
¿Qué grupos de fungicidas usas para el control de enfermedades?	Grupos químicos de fungicidas que usa para el control de enfermedades.
¿Qué principios activos de fungicidas usas?	Numero de principios activos que usa para el control de enfermedades
¿Cuántas veces aplicas durante la campaña?	Numero de frecuencia de aplicaciones durante la campaña agrícola en campo.

**Cuadro 4: Cuestionario de encuestas para la dimensión social**

<b>Preguntas</b>	<b>Indicadores</b>
¿Qué grado de educación tienes?	Grado de educación que posee la persona encuestada
¿Qué cantidad de papa consumes cada día?	Cantidad de papa que consume por día/persona en kg.
¿Quiénes participan en tu familia en prácticas de manejo integrado de plagas?	Padres e hijos que participan en realizar las practicas MIP, en la familia.
¿Cuántas capacitaciones de control de plagas recibiste en últimos tres años?	Numero de capacitaciones en control de plagas que ha recibido en últimos tres años
¿Qué instituciones te capacitaron en últimos tres años?	Número y las instituciones que participaron en la capacitación de control de plagas en últimos tres años.
¿Cuántas prácticas de control conoces para el control de gorgojo de los Andes?	Numero de prácticas que conoce en MIP del gorgojo de los Andes.
¿Cuántas prácticas de control conoces para el control de la ranca?	Numero de prácticas de control que conoce en MIP ranca.
¿Cuántas prácticas de control conoces para el control de la polilla de la papa?	¿Número de prácticas de control que conoce en MIP polilla de la papa?
¿Cuántas prácticas de control conoces como conocimiento local para el control de plagas?	Numero de prácticas que conoce como conocimiento local para el control de plagas y enfermedades.

Además, se ha determinado otros indicadores que fueron necesarios para complementar el análisis de la situación sanitaria actual de plagas y enfermedades en cultivo de papa en el sistema del agricultor y que está referido al conocimiento sobre la plaga (insecto, enfermedad y nematodo), relacionados al conocimiento sobre la biología, comportamiento de reproducción, daño, síntomas en enfermedades, conocimiento

específico sobre prácticas de control, criterios para designar a una plaga primaria y secundaria, finalmente la percepción del agricultor para relacionar el cambio climático con la situación actual de las plagas, estos indicadores se presenta en el Cuadro 5.

**Cuadro 5: Indicadores para el conocimiento del insecto (Primer objetivo)**

<b>Preguntas</b>	<b>Indicadores</b>
¿Mencione por sus nombres a los insectos, enfermedades y nematodos que consideras importante como plaga?	Porcentaje de agricultores que indican según su criterio a las plagas de mayor a menor importancia para el cultivo de papa.
¿Mencione los estados de desarrollo de las plagas indicadas por Ud? (insectos y nematodos)	Porcentaje de agricultores que conocen los estados de desarrollo de las plagas (insecto y nematodo)
¿Conoces cómo se desarrollan las enfermedades fungosas de papa? (planta y tubérculos)	Porcentaje de agricultores que conocen el desarrollo biológico de las enfermedades en la planta y tubérculos.
¿Conoces donde depositan los huevos, donde se encuentran las larvas, pupas y adultos de la plaga en la planta? (insectos y nematodos)	Porcentaje de agricultores que conocen el comportamiento de reproducción de insectos y nematodos.
¿Sabes dónde quedan las enfermedades después de la cosecha de papa?	Porcentaje de agricultores que saben y conocen las fuentes del inoculo de las enfermedades que quedan después de la cosecha.
¿Sabes de dónde vienen las plagas a los nuevos campos sembrados con papa? (insectos y nematodos)	Porcentaje de agricultores que conocen las fuentes de infestación de las plagas y la migración hacia el nuevo campo de papa.
<b>El daño de las plagas en la planta</b>	
¿Reconoces la forma de daño y parte de la planta que daña por plagas? (insecto y nematodo)	Porcentaje de agricultores que reconocen el daño y parte de la planta dañada, su estado de desarrollo del insecto plaga y nematodo.
¿Reconoces los síntomas de las enfermedades en las plantas y parte de la planta dañada por cada enfermedad?	Porcentaje de agricultores que reconocen las enfermedades en la planta a través de síntomas que provocan cada especie de enfermedad.
<b>El control de plagas</b>	
¿Enumera cuáles son las prácticas de control que realizas para el control de plagas? (insectos, nematodos y enfermedades)	Porcentaje de agricultores que aplican los diferentes métodos de control de plagas de papa.
¿Mencione los insecticidas, nematicidas y fungicidas que usas para el control de plagas?	Porcentaje de agricultores que usan insecticidas, nematicidas y fungicidas en control de plagas.
¿Qué controladores biológicos conoces en campo del cultivo?	Porcentaje de agricultores que conocen a los controladores biológicos en campo.
¿Qué alternativas biológicas usas para el control de plagas en campo y almacén?	Porcentaje de agricultores que usan alguna alternativa biológica para el control de plagas.
<b>La percepción de agricultores sobre el cambio climático</b>	
¿Percibes en los últimos años las variaciones de los elementos del clima?	Porcentaje de agricultores que perciben variaciones en la temperatura, radiación solar y sequía, heladas y lluvias en los últimos 10 años.
¿Qué plagas nuevas han aparecido en los últimos años por efecto de variaciones del clima?	Nuevas plagas reportadas por agricultores en últimos 10 años
¿Las plagas son más agresivas en el daño que antes?	Incremento de poblaciones y más daño de plagas en últimos 10 años.

### 3.4.3 Determinación de tamaño de muestra y cantidad de agricultores encuestados en la zona baja, media y alta

El primer paso para determinar el tamaño de muestra de agricultores encuestados fue estimar el número de agricultores que siembran papa por zonas y comunidades.

En la zona baja la siembra de papa es en época seca, no se involucran a todos los agricultores, debido a las diversas alternativas de especies cultivadas en esa época, como hortalizas, maíz para choclo y forrajes. En las comunidades determinadas para la encuesta, se conversó con el presidente, para tener la información del número de agricultores que siembran papa, en otros casos, se registró esta información de la Agencia Agraria y también de la municipalidad distrital, en el Cuadro 6, se reporta cantidad de agricultores registrados por distrito y comunidad.

En la zona media y alta se aplicó el mismo procedimiento, con la diferencia que, en estas zonas, todos los agricultores siembran papa con diferencias de área, variedades y tecnología usada. La papa es de su seguridad alimentaria principal y es su arraigo cultural. Ellos indican que, si no siembran papa un año, no se sienten bien o es como que no existieran en ese año. El número de agricultores se registró del padrón comunal y de la versión de algún miembro de la Junta Directiva que tienen la información al día, se reporta en el Cuadro 6.

En base al número de agricultores registrados en el Cuadro 6, se estimó el tamaño de muestra para cada comunidad y zona, para ello se utilizó la fórmula propuesta por Ortiz y Pradel (2009).

$$n_0 = \frac{Z_{\alpha/2}^2 * P(1 - P)}{e^2}$$

**Donde:**

$n_0$  = Tamaño de muestra

Z= Nivel de confianza elegido, determinado por un valor de  $\alpha$  para una confianza del 95por ciento ( $\alpha=0,05$ ), que es la utilizada habitualmente, este valor es de 1.96;

P= proporción esperada de respuesta a cada una de las preguntas de la encuesta. Cuando no se tiene conocimiento previo de esta información, y hay varias preguntas en una

encuesta, lo más usual es considerar 50 por ciento de probabilidad de respuesta (que en términos prácticos significa asignar el valor de proporción que daría la variación más alta);

e = error o tolerancia máxima aceptable de la muestra (es el acercamiento a los valores reales que desearías dada las limitaciones de tiempo y presupuesto). Generalmente se espera un error máximo del 5 al 10 por ciento. En este caso se espera el 10 por ciento de error.

La fórmula utilizada determino la población muestra total de 194 agricultores encuestados para el presente estudio (Cuadro 6).

**Cuadro 6: Agricultores por zona y muestras determinadas para la encuesta**

Provincias	Distritos	Comunidades	Zonas	N° Agricult. cultivan papa	N° Agricult. encuestados
Anta	Limatambo	Sondor, Tarahuasi, Huerta Alta, Pampaconga	Zona Baja	300	35
		Uratari	Zona Alta	200	20
Urubamba	Chincheru	Huaypo Yanacona	Zona Media	480	51
		Cuper y Taucca	Zona Alta	210	17
Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Zona Baja	280	41
	Ccolcepata	Sayllapata	Zona Alta	270	30
<b>Total, de agricultores encuestados</b>					<b>194</b>

#### 3.4.4 Encuesta a los agricultores

El primer paso, fue hacer la validación del cuestionario de la encuesta antes de la entrevista con los agricultores. La encuesta se validó con el Ing. Ladislao Palomino Flores, investigador de la Estación Experimental Andes (INIA-Cusco), Ing. José Torres, trabajador de AgroRural de Cusco, y el agricultor Leoncio Sallo, de la comunidad de Yanacona-Chincheru y presidente de la Asociación Regional de Productores de Semilla de Papa (ARESEP), con las observaciones alcanzadas se mejoró el contenido de la encuesta.

Para la zona baja, la encuesta a los agricultores se realizó en julio del 2017, cuando el cultivo estuvo a la floración en su mayoría; mientras, en la zona media y alta se realizó

en diciembre 2017 y enero 2018, cuando el cultivo estuvo en desarrollo y cerca a la floración.

Los agricultores encuestados fueron tomados de forma aleatoria en base a una relación de nombres registrados del padrón comunal o con un miembro de la Junta Directiva. También se tomó la representación espacial del área de la comunidad sembrada con papa, lo que permitió que la encuesta no se concentre en un sector. Durante la encuesta, se entrevistó en su mayoría a la persona mayor de la familia (papá o mamá), en otros casos a los jóvenes mayor de la familia, y los sitios de la encuesta fueron en la casa del agricultor o en su parcela, situación que varió de acuerdo a las circunstancias de ese momento en cada familia.

Todas las encuestas fueron realizadas por el investigador, en modalidad de dialogo, conversatorio, utilizado los idiomas quechua y español, de acuerdo al desenvolvimiento del agricultor.



**Figura 2: Encuesta a agricultores en grupo focal**



**Figura 3: Encuesta a agricultores en almacenes**

### **3.4.5 Observaciones de plagas y enfermedades en campo y almacén**

Las observaciones directas de plagas y enfermedades en campo y almacén fueron realizadas con la finalidad de corroborar a lo que el agricultor informó durante la encuesta. Estas observaciones se realizaron inmediatamente después de cada encuesta o en proceso de la encuesta, caso que varió con cada agricultor (Figura 4). Las observaciones no se ajustaron a los estándares de confiabilidad y a una metodología (tamaño de muestra, número de sitios y métodos establecidos para cada plaga y enfermedad), si no, fueron para estimar la presencia y el daño de los insectos y enfermedades en el cultivo, información que ayudó al investigador a corroborar a la información proveída por los agricultores y tener el juicio de valor en el momento de análisis de resultados y la interpretación de los mismos.

Los insectos-plaga y enfermedades fueron reconocidos en campo y almacén, basados en las características de daño, síntomas, aspectos morfológicos relevantes de cada especie plaga, en el cual prevaleció la experiencia del investigador.

En insectos plaga y nematodos que no fueron posible su reconocimiento en el taxon respectivo o se tenía dudas, fueron colectados y acondicionados según el protocolo establecido para los estudios de identificación y luego enviados al Laboratorio de Museo de Entomología y a la Clínica de Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Los insectos coleópteros, fueron acondicionados en frascos de 10 ml con alcohol al 75 por ciento, los lepidópteros adultos fueron colectados en frasco letal, luego se realizaron

el montaje en alfiler entomológico y acondicionados en caja entomológica tipo Smith. Las muestras fueron identificadas con una etiqueta, con la información, del lugar, fecha y nombre del colector, luego la información complementaria que corresponde al nombre del agricultor, altitud, coordenadas y cultivo, fueron anotadas en el registro complementario.

Para el análisis de las especies de nematodo se colectaron muestras de parcelas con papa, siendo uno en Tarawasi y otro en Sondor, ubicados entre 2500 a 2600 m.s.n.m. En la toma de muestras se utilizó el método de Zig-Zag y se determinó 10 sitios de extracción de muestra de planta con suelo en parcelas que tenían menor de 0.5 ha. Retirando la capa superficial del suelo, haciendo un tajo de “V” hasta 20 cm de profundidad, se recogió el suelo junto con las raíces de las plantas. De las muestras colectadas de 10 sitios y luego mezcladas, se tomó una muestra compuesta de 0.5 kg de suelo para cada parcela y se acondicionó en bolsas de papel, luego en bolsa de plástico y se identificó con el código respectivo (Franco 2019). Después, las muestras fueron conservadas bajo la sombra, hasta el envío al laboratorio.



**Figura 4: Encuesta y observaciones de plagas y enfermedades en campo**

#### **3.4.6 Instrumentos de colecta de datos**

Un cuestionario de encuestas, que permitió recoger la información de los agricultores de las zonas, provincias, distritos y comunidades. El equipo monitor que registra el sistema de información geográfica (GPS), que ha permitido coleccionar la altitud y las coordenadas de latitud Norte y Sur y la longitud en grados minutos y segundos con respecto al

meridiano de Greenwich. Equipo fotográfico para el registro de actividades e imágenes relacionadas a sitios, agricultores, plagas y enfermedades. Los materiales técnicos relacionados al gorgojo de los Andes y polilla de la papa, sobre la biología, prácticas de control, insectos en muestra real, para socializar con los agricultores al final o después de la encuesta.

### **3.4.7 Procedimiento de análisis de datos**

Los datos colectados en la encuesta fueron organizados en formatos establecidos para cada indicador y variables, usando el programa Microsoft Excel 2010. El procesamiento de datos se realizó con aplicaciones de Microsoft Excel, y luego los análisis con el programa estadístico SPSS 19. La construcción de figuras, esquemas se realizaron con MINITAB 16 y Microsoft Excel 2010. El AutoCAD se utilizó para construir el mapa de lugares de estudio. Los resultados se presentan en cuadros, esquemas, histogramas y gráficos en radial.

### **3.4.8. Análisis de sustentabilidad en las dimensiones e indicadores**

Para el análisis de la sustentabilidad de cultivo de papa en el sistema, se consideró las técnicas de mayor incidencia en el desarrollo del cultivo y el rendimiento, el conocimiento sobre las plagas y enfermedades y el uso de tácticas de control en el enfoque del MIP y el conocimiento local en plagas primarias gorgojo de los Andes, polilla de la papa y tizón tardío, la participación de las instituciones en fortalecimiento de capacidades de los agricultores.

#### **A. Dimensiones, subdimensiones y la valoración de los indicadores**

Los indicadores considerados en los Cuadros 2, 3, 4 y 5 se agruparon en las dimensiones económica, social y ambiental, en cada dimensión se determinaron subdimensiones que permitieron agrupar a los indicadores según su afinidad (Sarandón y Flores 2009). De esta manera, en subdimensión económico se consideró el material genético, área cultivada y productividad, que agruparon siete indicadores; en subdimensión ambiental se consideró la diversificación de especies cultivadas, prácticas culturales y el control químico, con ocho indicadores; en subdimensión social se determinó el nivel de educación y su idiosincrasia, capacitaciones recibidas, conocimiento sobre el MIP, con nueve indicadores. Información que se visibiliza en el Cuadro 7.

Los indicadores según su naturaleza, fueron factibles ser asignados con valores cualitativos y cuantitativos. Para uniformizar los datos en valores numéricos se convirtieron estos valores, usando la escala de 0 a 4 (Sarandón y Flores 2009 y 2014), donde el valor superior 4, seguido de 3 representan los indicadores con mayor contribución a la sustentabilidad, el valor 2 que significa el valor de Umbral Mínimo de Sustentabilidad (UMS); mientras, los valores 1 y 0 son indicadores con comportamiento crítico a la sustentabilidad del cultivo en el sistema (Cuadro 7).

## **B. Descripción de la valoración cuantitativa y cualitativa de los indicadores económico**

### **La procedencia de la semilla**

El uso de propia semilla (SP) con valor 0 y uso de propia semilla más la semilla de mercado (SP+M) con valor 1, se consideraron valores críticos a la sustentabilidad, basado en la calidad de semilla y el rendimiento. El primero, porque el agricultor recicla su semilla, si no considera en la selección los parámetros de calidad, estaría usando semilla con calidad deteriorada por virus, plagas y enfermedades. El segundo, cuando adquiere la semilla del mercado, no conoce la procedencia, menos el agricultor que cultivo y la altitud (menor a 3300 m.s.n.m mayor presión de insectos picadores chupadores y la transmisión de virus) donde se desarrolló el cultivo, genera dudas en la calidad de semilla.

El uso de propia semilla (SP) más semilla de la Feria Agropecuaria (FA) con valor 2, propia semilla más semilla adquirida de agricultores semilleristas (AS) con valor 3, propia semilla más semilla adquirida del INIA con valor 4, son indicadores con aporte favorable a la sustentabilidad. La semilla comercializada en ferias agropecuarias con los agricultores tiene la orientación técnica y son promovidas por las instituciones. Los agricultores productores de semilla han pasado por la capacitación y se han especializado en este rubro y son factibles a ser certificados por la institución competente. La semilla procedente del INIA, es comercializada por categoría de calidad, la categoría certificada y autorizada, son categorías de mayor adquisición por los agricultores. Por tanto, las calificaciones superiores a 2 garantizan la calidad de semilla y el retorno de costo beneficio es favorable para el agricultor, cuando obtienen rendimientos superiores.

## **Las variedades comerciales**

La calificación ascendente de menor a mayor número de variedades que dispone el agricultor, se relaciona a la resistencia asociativa que pueden enfrentar el cultivo a las adversidades del ambiente, a la presión de plagas y enfermedades, las oportunidades de la comercialización por la preferencia diversificada de los consumidores y los precios diferenciados para las variedades, finalmente, la preferencia de consumo de la familia y el uso variable de las variedades para fritura, sopa, sancochado y otros.

## **El área sembrada**

La zona andina del Perú se caracteriza por la agricultura de minifundio, el 82 por ciento de agricultores poseen de 0.1 a 5 has de parcelas (INEI 2012). En Cusco el 87 por ciento de agricultores siembran papa de menos de 0.5 a 2 has (informe del presente estudio), información que ha servido de base para ubicar los subindicadores en los valores correspondientes. El valor 0 se asignó para agricultores que siembra papa menos o igual a 0.5 ha, el valor 4 a agricultores con 2 a más has de papa. A mayor área sembrada con papa, el agricultor para la conducción asume la tecnología mejorada, uso de semilla de calidad, mayor responsabilidad en manejo de plagas y enfermedades, su expectativa como uno de los ingresos económicos y mayor soporte en la seguridad alimentaria.

## **El abonamiento y fertilización**

El abonamiento y fertilización se consideró desde la nutrición de la planta y el suelo, la cantidad y la diversidad de fertilizantes usados que tiene relación directa con el rendimiento y calidad del producto cosechado. Para los agricultores que usan solo nitrógeno y fosforo (NP) se ha considerado el valor 0, y en el extremo superior cuando usan nitrógeno, fosforo y potasio más la materia orgánica (NPK+MO) se ha ponderado el valor 4.

## **El rendimiento**

El rendimiento es producto de las aptitudes de producción y productividad usadas durante el desarrollo del cultivo, implica la calidad de semilla, manejo del suelo, riego, prácticas culturales, manejo de plagas que correlaciona con el conocimiento y la capacidad del

agricultor. Para los agricultores que obtienen menos o igual a 5 t/ha se dio el valor 0, en el otro extremo para agricultores que obtienen igual o más de 16 t/ha, se pondero el valor 4 y fueron orientadas a las variedades mejoradas comerciales y nativas comerciales. En Cusco el promedio de producción de variedades mejoradas comerciales es de 12.3 t/ha de acuerdo al informe de la Dirección Regional de Políticas Agrarias (2017) (Pagina Web DGIA-MINAGRI citados por Pradel *et al.* 2017).

### **El costo de pesticidas por campaña agrícola**

Los valores de los subindicadores se han determinado en relación a la protección del cultivo y disminuir el daño de plagas y enfermedades que son riesgos para afectar el rendimiento. Para los agricultores que invierten menos o igual a 350 nuevos soles se asignó el valor 0, mientras para los agricultores que invierten igual o más a 800 nuevos soles, en ambos casos por hectárea, se asignó el valor 4.

### **El precio de papa en parcela**

El precio en mercado es fluctuante y es determinado con las estaciones, variedad, daño de plagas, enfermedades y preferencia de consumo. Los agricultores indican que el precio de papa esta rezagado al menos en 10 años, el cual afecta a la rentabilidad. Para el año 2017, el precio más bajo determinado fue de 0.4 a 0.5 nuevos soles/ kg y se asignó el valor de 0, y al precio más alto de 1.10 a 1.30 de sol/kg en ambos casos en parcela cosechada.

## **C. Descripción de la valoración cuantitativa y cualitativa de los indicadores ambiental**

### **Las variedades nativas de papa conservadas por los agricultores**

La conservación de las variedades nativas es importante en el sistema del agricultor, para perpetuar la diversidad y conservación de genes que dan diferentes atributos en las variedades, antocianinas, proteínas y vitaminas, textura, vigor resistencias a adversidades del ambiente, plagas y enfermedades. En esa consideración a los agricultores que no poseen estas variedades en su sistema se dio el valor 0, mientras a los agricultores que conservan 20 a más variedades se asignó el valor 4.

### **Las especies cultivadas**

La diversidad de especies cultivadas configura a un agroecosistema con resistencia asociativa a insectos fitófagos y a enfermedades, brinda la alta estabilidad, resiliencia y autodependencia, que constituyen las fortalezas para una agricultura sustentable (Altieri y Nicholls 1994). Los agricultores que disponen un cultivo en su sistema se ha asignado el valor de 0, con siete o más especies cultivadas se pondero el valor 4.

### **La rotación de cultivos**

La rotación de cultivos en una parcela, es una medida vigente en los agricultores, tiene ventajas para el manejo de enfermedades, nematodos y algunas plagas, pero es básicamente manejo del suelo y la necesidad de poseer la diversidad de cultivos con fines comerciales en el mercado y la seguridad alimentaria. El valor 0 se dio para agricultores que vuelven a la parcela con papa después de una campaña agrícola, y el valor 4 se pondero para agricultores que vuelven a la parcela con papa cada cinco campañas agrícolas.

### **Las prácticas de control diferentes a pesticidas**

Las prácticas locales o modernas para el manejo de plagas y enfermedades y que tienen principios ecológicos y producción de alimentos no contaminados persiste en el sistema de los agricultores (Ortega 2012; Cáceda y Quintanilla 1984). Para los agricultores que conocen y usan hasta dos prácticas se asignó el valor 0, mientras para los que conocen y usan ocho o más practicas se asignó el valor 4.

### **El número de principios activos de insecticidas y fungicidas usados**

Los valores de los subindicadores se relacionaron con la contaminación que promueven en el agroecosistema y los productos cosechados. El valor 0 se asignó para los agricultores que poseen tres o más principios activos independientemente para el insecticida y fungicida, el valor 4 para los agricultores que no usan insecticidas y fungicidas que es pertinente para el cultivo establecido por encima de 3800 m.s.n.m y en sistemas de rotación sectorial.

## **Las frecuencias de aplicaciones de insecticidas y fungicidas**

Igual que el sustento anterior, los valores de los subindicadores se relaciona con la contaminación, efecto colateral en controladores biológicos, y el agricultor no considera el uso de prácticas culturales de manejo de plagas para disminuir las frecuencias de aplicaciones. El valor 0 se asignó para los agricultores que aplican tres o más veces y el valor 4 para los agricultores que no aplican, independientemente para el insecticida y fungicida y por campaña agrícola.

### **D. Descripción de la valoración cuantitativa y cualitativa de los indicadores social**

#### **La educación de los agricultores**

Los agricultores con la educación formal académica alcanzada a nivel primario, secundario y de nivel superior es importante, que permitirá entender los procesos de desarrollo que ocurre en las plagas y enfermedades, su relación favorable o desfavorable con el ambiente, las interacciones con otros organismos biológicos (control biológico) y sobre todo la funcionalidad de las técnicas de control, enfocados en programas de manejo integrado. Con este fundamento se ha considerado el valor 0 para agricultores que no tienen educación académica, mientras el valor 4 para agricultores que tienen el nivel superior técnico o universitario.

#### **El consumo de papa**

Cuando la papa se constituye en el componente importante en la seguridad alimentaria de la familia, hay la tendencia de conservar su diversidad, mejorar el manejo agronómico del cultivo, cuidar del daño de las plagas y enfermedades. En esa perspectiva se ha considerado el valor 0 para los agricultores (individual) que consumen menos o igual a 0.4 kg/día, y el valor 4 para los agricultores que consumen hasta uno o más kg/día.

#### **La participación de la familia en MIP**

La integración de componentes y sus diversas técnicas de control de plagas, caracteriza al MIP como un programa con amplia flexibilidad de ser aplicados por los integrantes de la familia y no es solo responsabilidad del papa o mama agricultor, con ese principio, la

familia debe ser factible a la capacitación en el programa. Bajo este contexto se ha considerado el valor 0 para los agricultores que no tienen disposición o no asumieron capacitaciones, mientras el valor 4 para agricultores que accedieron como familia (esposa, esposo e hijos) a la capacitación en MIP.

### **Las capacitaciones recibidas por los agricultores**

Las frecuencias de capacitaciones asistidas desde las instituciones a los agricultores son importantes, para conseguir la consolidación del MIP en su conocimiento y adopción. En esa perspectiva, el valor 0 se asignó a los agricultores que no participaron en capacitación y el valor 4 para agricultores que participaron a más de 3 capacitaciones en últimos tres años 2014 a 2015.

### **El número de instituciones involucradas en la capacitación de agricultores**

El número de instituciones de competencia, comprometidas con proyectos de capacitación en MIP para agricultores es bueno que, permite mayor presencia e incidencia en este rubro, que mejor cuando la intervención es coordinada en metodologías, información técnica consensuada, de otro modo más que aportar sería una debilidad. Bajo este enfoque, el valor 0 se ha considerado a la ausencia de las instituciones, y el valor 4 a la participación de tres o más instituciones.

### **El conocimiento de los agricultores sobre MIP en gorgojo de los Andes, polilla de la papa y el tizón tardío**

Los indicadores mencionados han sido implementados y difundidos para la capacitación de los agricultores productores de papa en Cusco. Varias instituciones tuvieron proyectos específicos sobre la difusión de manejo integrado de gorgojo de los Andes, polilla de la papa y el tizón tardío en diferentes agroecosistemas de la región. Con ese antecedente, el valor 0 se asignó para agricultores que no conocen prácticas del MIP y el valor 4 para agricultores que conocen nueve o más prácticas en gorgojo de los Andes, ocho o más prácticas en polilla de la papa y 4 a más prácticas en tizón tardío.

## El conocimiento local para el control de plagas y enfermedades

El conocimiento local y las prácticas de control para las plagas y enfermedades persiste en las comunidades, como procesos de transmisión de padres a hijos (Ortega 2012). Con ese antecedente, el valor 0 se asignó a los agricultores que no contestaron conocer y usar alguna práctica, mientras el valor 4 para agricultores que conocen y usan seis o más prácticas de control.

**Cuadro 7: Indicadores de sustentabilidad evaluados en producción y control de plagas de papa en comunidades altoandinas**

Subdimensión/Indicador	Valores					
	0	1	2	3	4	
<b>A. Material genético</b>						
Dimensión Económica	A1. Procedencia de semilla	SP	SP+M	SP+FA	SP+AS	SP+INI A
	A2. Variedades comerciales	2	3	4	5	>5
<b>B. Área cultivada</b>						
	B1. Área sembrada	<= 0.5	0.6 -1	1.1-1.5	1.6-2	> 2
<b>C. Productividad</b>						
	C1. Abonamiento y fertiliz.	NP	NPK	MO + N	NP+MO	NPK+M O
	C2. Rendimiento (t/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
<b>A. Diversificación</b>						
Dimensión ambiental	A1. Vari. nativas de papa	No tiene	1-5	6-10	11-20	>20
	A2. Especies cultivadas	<= 1	3	5	7	> 7
	<b>B. Prácticas culturales</b>					
	B1. Rotación de cultivos (años)	2	3	4	5	> 5
	B2. Prácticas control no quim.	<=2	3-4	5-6	7-8	> 8
	<b>C. Control químico</b>					
	C1. Grupo qco de insecticidas	> 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.	>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
<b>A. Nivel educativo e idiosincrasia</b>						
Dimensión social	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>B. Capacitaciones recibidas</b>					
	B1. # de capac. recibidas	Ninguno	1	2	3	> 3
B2. # de Instituc involucradas	Ninguno	1	2	3	> 3	
<b>C. Conocimientos en MIP</b>						

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

### E. Umbral de sustentabilidad y la medición de la sustentabilidad

El umbral mínimo de sustentabilidad (UMS) se consideró al valor 2, siendo los indicadores con valores igual o superior a 2 sustentables, e indicadores con valores inferiores a 2 no sustentables.

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

$$IA = (A1+A2+B1+B2+C1+C2+C3+C4+C5+C6) / 8$$

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 (2004) con la fórmula:

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

### F. El análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales (PCA) se hizo con el software R (R Core Team 2014) y la librería Vegan (Oksanen *et al.* 2019), con el que se procesó el escalamiento multidimensional (MDS) que se ajusta a la medida de distancia euclidiana de un PCA. Con este procedimiento se determinó, las tendencias del comportamiento con mayor o menor incidencia de los indicadores de cada dimensión por zona baja, media y alta.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS AGRICULTORES ENCUESTADOS, CULTIVOS Y PRODUCCIÓN DE PAPA EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO.**

La edad de los agricultores varió, el dos por ciento menor de 30 años, el 53 por ciento entre 31 a 50 años y 45 por ciento mayor a 51 años. En las comunidades permanecen una población mínima de jóvenes por la migración en busca de mejores oportunidades que se dan en lugares fuera de su comunidad (indican los agricultores).

Las cifras anteriores indican, hacia el futuro hay una tendencia de despoblamiento de agricultores jóvenes, porque en las comunidades campesinas altoandinas no se dan las condiciones favorables para desarrollar el bienestar del agricultor. La tendencia está supeditada al ambiente, donde las lluvias son irregulares, la disminución de agua para abastecer a los cultivos y crianzas, las heladas extemporáneas, son factores que presentan escenarios no favorables para el desarrollo y rendimiento satisfactorio de los cultivos y pastos, a esto se agrega el precio rezagado de algunos cultivos como la papa; el alejamiento de las instituciones públicas y privadas en dotar la asistencia técnica, la presión de la globalización que motiva al cambio de actitud de los jóvenes de alejarse de las costumbres y de la realidad de sus comunidades.

Con respecto a la educación, el 16 por ciento de agricultores no tienen educación, el 59 por ciento tienen estudios de primaria, el 23 por ciento secundaria y dos por ciento con educación superior (estudios técnicos y universitarios). Estos datos son similares a los obtenidos por INEI (2012).

El número de especies cultivadas se registraron de los agricultores durante la entrevista y es variable en cada zona de estudio. En la zona baja cultivan el maíz (amarillo duro y

amiláceo), tomate, frijoles, arveja, haba, zapallo, trigo, kiwicha, quinua, papa y hortalizas; en frutales los cítricos, palto, ciruelo, manzano, peros y tuna cultivada y silvestre.

En la zona media y alta, el maíz (amiláceo), trigo, cebada, avena (forraje), quinua, ccañihua, alfalfa, haba, arvejas, tarwi, hortalizas, papa, oca, olluco. Con la diversidad de especies cultivadas, el ámbito de estudio se configura con una alta y compleja agrodiversidad que determina un agroecosistema con resistencia asociativa a fitófagos (Root, 1975; citados por Altieri y Nicholls, 1994), una estructura compleja por la disposición de policultivos y la diversidad vegetal, que conlleva a la disminución de plagas, la condición de policultivos, brinda la alta estabilidad, resiliencia y autodependencia, que constituyen las fortalezas para una agricultura sustentable (Altieri y Nicholls 1994).

En ocupación de agricultores. Las mujeres asumen mayormente las actividades relacionadas a la crianza de animales y de la familia; mientras, los varones además de la actividad agrícola, prestan servicios de jornal en las ciudades cercanas en construcciones de viviendas, minería, artesanía, turismo y transporte. El porcentaje de migración temporal es alta y variable para cada comunidad, y esta información es coincidente con la afirmación de INEI (2012). De acuerdo al presente estudio, el 40.7 por ciento de agricultores dejan la actividad agrícola para ocuparse temporalmente en otras actividades.

La tenencia de tierras para el cultivo de papa, el 94 por ciento de agricultores son propietarios de las parcelas cultivadas con papa, seis por ciento, además, de ser propietarios alquilan terrenos para el cultivo de papa, esta última información correlaciona con seis por ciento de agricultores que siembran papa en extensiones mayor a dos hectáreas.

Los datos históricos de 2001 a 2015, reporta las áreas sembradas de papa en Cusco, fluctúan de 19 a 36 mil hectáreas por campaña, con un promedio de 30, 001 hectáreas, que corresponde al 9 por ciento de áreas sembrada a nivel nacional (OIA-DRAC 2016). El 30 por ciento de áreas corresponden a la siembra temprana con riego por gravedad o aspersión, el 70 por ciento de áreas dependen de la lluvia estacional y expuesta a riesgos ambientales, como las temperaturas bajas y lluvias irregulares que tienen relación con mayor incidencia de plagas y enfermedades que inciden en el rendimiento del cultivo (Effio 2012).

En tamaño de parcelas, el 43 por ciento de agricultores siembran papa en menor a 0.5 hectáreas, el 34 por ciento entre 0.6 a una hectárea, el 10 por ciento entre uno a dos hectáreas y 13 por ciento mayor a dos hectáreas. Con la información registrada, los agroecosistemas andinos de Cusco se tipifican como la agricultura en minifundio en cultivo de papa, con alta incidencia de producción para la subsistencia, información que contrasta con datos obtenidos por (INEI 2012) que registro el 82 por ciento de agricultores que poseen de 0.1 a 5 has, caracterizado como minifundio y la alta concentración radica en la zona andina del Perú. En estas condiciones, la organización de los agricultores es importante, para la capacitación, transferencia de tecnologías acordes al sistema de minifundio, la comercialización, aspectos que se reconocen como una debilidad para el cultivo de papa en el ámbito del presente estudio. En la Figura 5, se presenta los datos históricos de 15 años, sobre las áreas sembradas de papa en Cusco.

El rendimiento por hectárea es variable por agricultores y zonas, el siete por ciento de agricultores obtienen menor a 5000 kg/ha, 45 por ciento entre 6000 a 9000 kg/ha, 31 por ciento de 9000 a 12000 kg/ha, 11 por ciento de 13000 a 16000 kg/ha, finalmente el seis por ciento mayor a 16000 kg/ha. En este trabajo los rendimientos registrados como testimonio de agricultores, corresponde a variedades modernas y nativas comerciales, que representa a 76 por ciento de agricultores que obtienen rendimiento promedio menor a 12 t/ha y 24 por ciento superior a este rendimiento. Para el destino de la producción, el 85 por ciento producen papa para el consumo familiar y el mercado, mientras, el 15 por ciento destinan para el consumo familiar.

La información registrada de la Dirección Regional de Políticas Agrarias (2017)(Pagina web DGIA-MINAGRI citados por Pradel *et al.* 2017), indica que el rendimiento promedio nacional es de 14.5 t/ha, para la región de Cusco es 12.3 t/ha, cifras relacionadas a variedades comerciales modernas y nativas comerciales, si los datos se estratifican solo para las variedades modernas y algunas variedades nativas más comerciales, el resultado sería coincidente, sin embargo, para Cusco se constata la tendencia de disminución de rendimiento promedio en los últimos años, el cual se relaciona a la fluctuación irregular de lluvias, uso inadecuado de tecnologías para el manejo agronómico del cultivo y la incidencia de plagas y enfermedades. En la Figura 6, se presenta para 15 años, los datos históricos de producción total y anual de papa para Cusco.

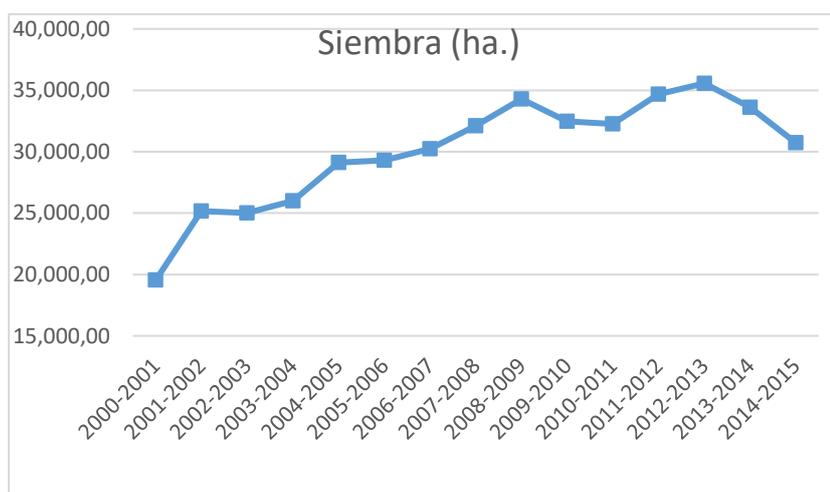
En abonamiento del suelo para el cultivo de papa, el 34 por ciento de agricultores fertilizan con materia orgánica (estiércol) y corresponde a las zonas altoandinas con sistema de rotación sectorial, el 47 por ciento utilizan los fertilizantes químicos más la materia orgánica, y 6 por ciento utilizan solo fertilizantes químicos, este último está relacionado con agricultores que alquilan terreno y el tipo de producción es comercial. La información registrada por INEI (2012) indica que en Cusco el 62 por ciento de agricultores incorporan alguna cantidad de guano a sus cultivos y 38 por ciento no los usan; de 39 por ciento de agricultores que usan fertilizantes, el 56.1 por ciento aplican en cantidades adecuadas y 43.9 por ciento aplican en poca cantidad. Estos datos son coincidentes o cercanos con lo obtenido en el presente estudio.

En variedades modernas comerciales, el 34 por ciento utilizan hasta 2 variedades y corresponde a los agricultores de la zona baja (cultivo en secano), el 34 por ciento hasta 3 variedades, el 21 por ciento hasta 4 variedades y el 11 por ciento mayor a 5 variedades. La mayor diversidad de variedades de papa modernas y comerciales son adoptadas en la zona media, reduciéndose esta diversidad para la zona baja y alta; asimismo, las variedades nativas comerciales son sembradas entre la zona media y más para la zona alta. Las variedades comerciales de mayor producción son: la Yungay, Canchan, CICA, Revolucion, Serranita, Chaska; las variedades nativas con mayor demanda son; la Ccompis, Peruanita, Huayro, Maqtillo, Yana Imilla; las variedades con adopción limitada son: Maria Huanca, Yana Imilla; las nuevas variedades de reciente promoción son: Ñust'a-CICA, Morada-CICA y Cik'ayra, Puka Poncho y Pallay Lliclla, estas últimas todavía con escasa adopción en sistemas de agricultores y consumidores. Estudios realizados por la Dirección Regional de Políticas Agrarias, 2017 (Página web DGIA-MINAGRI citados por Pradel *et al.* 2017) indica que las variedades de mayor adopción en el Perú son: la Yungay, INIA 303 Canchan, INIA 302 Amarilis, La UNICA, la CICA, la Perricholi, INIA 309 Serranita, estas variedades en la actualidad continúan en el sistema del agricultor.

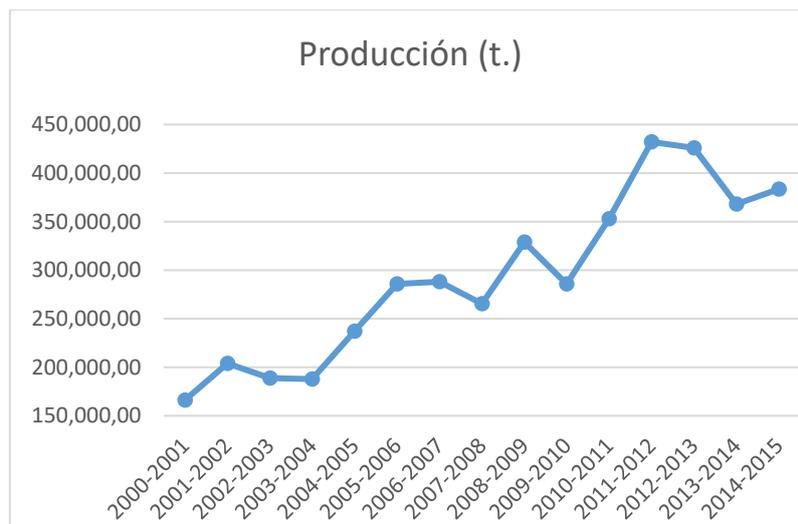
En variedades nativas, el 54 por ciento de agricultores no siembran variedades nativas y corresponden a los agricultores de la zona baja y otro porcentaje a la zona media, el 28 por ciento poseen hasta diez variedades, y 10 por ciento mayores a 20 variedades. En el universo de agricultores encuestados se ha registrado a 4 agricultores conservadores de variedades nativas, dos que conservan 80 variedades, uno que conserva 50 variedades y otro agricultor que conserva hasta 220 variedades. La Dirección general de Diversidad

Biológica (2014), del Ministerio de Ambiente indica que, en Parque nacional de Papa, los agricultores siembran hasta 417 variedades nativas, asimismo, existen organizaciones de países andinos para la conservación *In-situ* de variedades nativas, que están agrupadas en la "Ruta de Condor". En los ámbitos de estudio y en agricultores encuestados no se ha registrado a agricultores que pertenezcan a estas organizaciones, además la tendencia es cada vez menos agricultores conservadores de alta diversidad de variedades nativas.

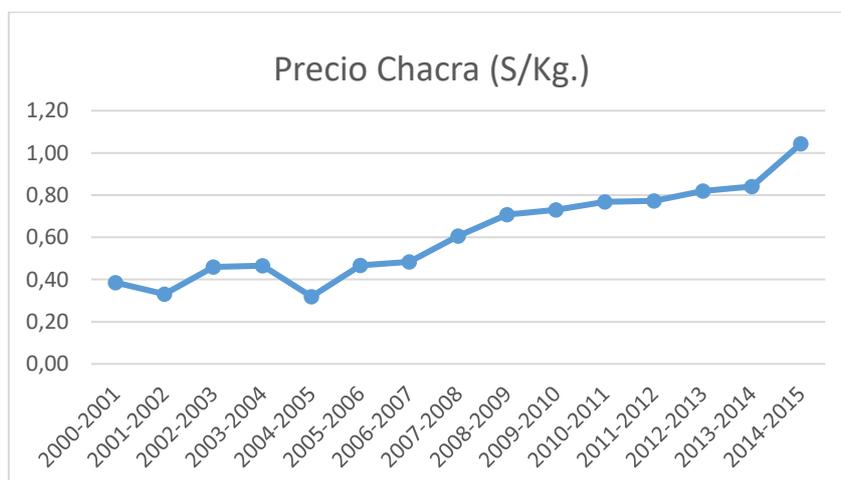
En la producción de semilla, el 24 por ciento de agricultores indican que hay productores de semilla de papa en su comunidad, el 76 por ciento indican lo contrario; sobre la procedencia de la semilla, el 37 por ciento de agricultores utilizan su propia semilla y está relacionada a variedades nativas, otros 37 por ciento además de su propia semilla compran del mercado (Feria sabatina de Huancaro, Raccsa y Vinocanchon, todos en la ciudad del Cusco), seis por ciento de ellos compran en las ferias agropecuarias, el 17 por ciento compran de agricultores semilleristas de su comunidad o alrededores y tres por ciento compran del INIA. En Cusco, el cinco por ciento de agricultores utilizan la semilla certificada en varias especies cultivadas y no específica para el cultivo de papa, sin embargo, en el presente trabajo se registró que el tres por ciento de ellos acceden a semilla certificada de papa, y la fuente es la Estación Experimental Andenes INIA-Cusco. Con esta información se afirma, la disponibilidad de semilla de calidad y la accesibilidad de los agricultores a esta tecnología es limitada que tipifica a Cusco en una situación crítica. En la Figura 7, se presenta para Cusco los datos históricos de precios en fincas de agricultores para 15 años.



**Figura 5: Áreas sembradas de papa en Cusco**  
**Fuente: (DRAC, 2016)**



**Figura 6: Producción de papa en Cusco**  
**Fuente: (DRAC, 2016)**



**Figura 7: Precios de papa en finca de agricultores en Cusco**  
**Fuente: (DRAC, 2016)**

Bajo las características de los agricultores encuestados y su sistema de producción de papa, se ha registrado la información y se ha analizado según los objetivos planteados en el proyecto de investigación para evaluar la sustentabilidad, que a continuación se presentan los resultados.

**\*Resultados para el objetivo 1. Determinar las principales plagas insectiles, enfermedades y nemátodos en cultivo de papa en campo y almacén, desde el criterio y conocimiento de los agricultores en diferentes agroecosistemas del cultivo de papa.**

## **4.2 ESPECIES DE INSECTOS PLAGA, ENFERMEDADES Y NEMÁTODOS REPORTADOS POR AGRICULTORES**

### **4.2.1 Insectos plaga registrados**

Las especies, familias y ordenes de los insectos registrados por categoría de plaga y por agroecosistemas, se presentan en el (Cuadro 8). La caracterización de estas especies se presenta a continuación.

#### **A. Epitrix y Diabrotica**

Los agricultores reportan al insecto denominado “piki piki” o “pulguilla saltona de la papa” a *Epitrix* y “lorito verde o loro loro” a *Diabrotica* como plagas importantes para la emergencia y los primeros estadios de desarrollo del cultivo de papa.

El primero fue identificado como *Epitrix* sp. Harris (Chrysomelidae-Coleóptera) Museo de Entomología UNALM 2017; en este género para Cusco reportan a *E. párvula* (Fab), *E. subcrinita* (Le Conte), *E. ubaquensis* Harolls, (Escalante 1975). Asimismo, las especies del género *Epitrix* están ampliamente distribuidas en la región andina del Perú, ocasionando daños importantes en cultivo de papa (Pérez y Forbes 2011).

El segundo fue identificado como *Diabrotica speciosa vigens* (Erichson, 1947) (Chrysomelidae-Coleóptera) Museo de Entomología-UNALM, 2017; en este género para Cusco reportan a 5 especies (Escalante 1975), por otro lado Percca (2014) reporta a *D. speciosa vigens* en cultivo de maíz. Las especies de los dos géneros indicados se alimentan del cultivo de papa y por su condición polífaga también de otras especies cultivadas.

Las especies de los géneros mencionados se encuentran en todos los agroecosistemas del cultivo de papa en Cusco, ocasionando diferentes niveles de daño. Para los agricultores de las comunidades de Sondor, Tarawasi, Huerta Alta y Pongobamba en distrito de Limatambo en Anta, la comunidad de Sunchubamba en el distrito de Challabamba en Paucartambo, ubicados en la zona baja y por debajo de 3000 m.s.n.m, reportan a estas

especies como plaga clave en los primeros estadios de desarrollo de las plantas, cuando la papa es cultivada en campaña chica de mayo a noviembre. En la zona media y alta mayor a 3000 m.s.n.m, estas especies continúan, sin embargo, su importancia disminuye y los agricultores consideran de categoría ocasional (Cuadro 8, Figuras 8 y 9).

Los agricultores de la zona baja indican, los adultos de *Epitrix* spp. y *Diabrotica* spp., hacen perforaciones en las hojas, el daño es crítico desde la emergencia hasta 30 cm de altura de plantas y el control es necesario, si no, las plantas detienen su crecimiento, se encrespan y se vuelven amarillas; mientras, en las comunidades de la zona media el control es opcional, y en la zona alta no es necesario. El daño de larvas en tubérculos no es notorio e importante para los agricultores en los agroecosistemas encuestados.

### **B. La mosca minadora y mosca blanca**

Otro insecto reportado es la “mosca minadora” y “mosca blanca”. La especie *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) (Agromyzidae-Díptera), identificada por el Museo de Entomología (UNALM). Para Cusco (Escalante, 1975) presenta a las especies *Melanagromyza lini* Spencer, *Agromyza vigens* Loew, *Liriomyza langei* Frick y *Liriomyza flaviola* Fallen, sin embargo, no especifica en que agroecosistemas de la región registro y no describe la importancia que destaca como plaga.

En “mosca blanca” la especie *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) (Aleyrodidae-Hemíptera), identificada por el Museo de Entomología (UNALM), no se encontró reportes para Cusco; sin embargo, el INIA, el CIP y la Universidad Nacional Agraria la Molina, realizaron la prospección en parcelas de papa en las provincias de Anta y Urubamba, la información existe como documento interno y no esta publicada (Cuadro 8, Figuras 8 y 9).

Los agricultores de la zona baja de Limatambo por debajo 2800 m.s.n.m, consideran a las dos especies de categoría de plaga-clave de reciente establecimiento, aproximadamente dos décadas anteriores no había en la zona, además estas especies dañan al frijol, cucurbitáceas, habas y otros cultivos. La mosca minadora se extiende al Valle Sagrado de los Incas, con infestaciones altas registradas en cultivo de papa que se desarrolla de mayo a noviembre.

En la comunidad de Sunchubamba del distrito de Challabamba en Paucartambo, ubicada entre 2600 a 2900 m.s.n.m, los agricultores no reportaron la presencia de la “mosca

minadora” y la “mosca blanca”. En las observaciones realizadas en campo durante la presente investigación, no se registró y se aduce, a la diferencia de la temperatura que fluctúa de 8 a 18 °C y la humedad relativa de 60 a 70 por ciento en época seca, por encontrarse a continuación de ceja de selva que se conecta a la cuenca de Mapacho.

### **C. La polilla de la papa**

Las especies reportadas son la *Phthorimaea operculella* (Turner) y *Symmetrischema tangolias* (Zeller), conocidas como la polilla de la papa y plaga en campo y almacén. Anteriormente estas especies fueron descritas como *Gnorimoschema plaesiosema* (Turner) y *Gnorimoschema operculella* (Zeller), Wille (1956). Para Cusco (Escalante, 1975) reporta a *Phthorimaea operculella*. Por otro lado, Rodríguez (1990) realiza el estudio de caracterización morfológica y biología de *Symmetrischema plasiosema* (Turner), ahora denominada como *S. tangolias*. La identificación y revisión de las especies no fue necesaria, porque, son especies ampliamente conocidas en la región andina del país y su distribución es generalizada en la zona andina del Perú (CIP 1996; Pérez y Forbes 2011). Los agricultores no diferencian las especies y conocen como “la polilla de la papa” o el “ichu-kuru”, en alusión al daño de la larva en tubérculos almacenados.

En las comunidades de la zona baja del distrito de Limatambo en Anta y en las comunidades de la zona baja en el distrito de Challabamba en Paucartambo, es considerada plaga clave en campo y almacén, cuando el cultivo se desarrolla en época seca (mayo a noviembre) y siendo necesario su control.

En las comunidades de la zona media y alta mayor a 3000 m.s.n.m, (Cuadro 8, Figuras 8 y 9), estas especies son consideradas sin importancia económica, y ubican en la categoría ocasional y potencial, excepto en lugares con microclima especial, donde su importancia como plaga destaca a nivel del almacén.

Los agricultores reconocen el daño en planta, en brotes y minas en hojas que corresponde a *P. operculella* y el barrenador del tallo ocasionado por *S. tangolias*; mientras en almacén ambas especies barrenan los tubérculos. La presencia de estas especies se observó hasta 3500 m.s.n.m en tubérculos almacenados y con daño mínimo. Se estima que la *S. tangolias* se sobrepone a las poblaciones de *P. operculella*.

#### **D. Gorgojo de los andes**

Los agricultores de la zona media reportan al “gorgojo de los Andes” de categoría plaga clave, que necesariamente requiere el control, y de la zona alta como plaga ocasional y de menor incidencia; mientras. la zona baja no constituye su hábitat del insecto. Las especies reportadas para Cusco son: *Premnotrypes latithorax* Piercei, *P. pusillus*, *P. sanfordi* y *P. solaniperda*, citados por Kuschel (1949), la especie *P. latithorax* es la más importante y de mayor dispersión, se encuentra en 10 provincias de Cusco (Yabar 1994). Todos los agricultores conocen el daño que ocasiona el adulto en las hojas y larvas en tubérculos (Cuadro 8, figuras 8 y 9).

#### **E. Taladro o barrenador del tallo “waythu”**

Pocos agricultores reportan al barrenador del tallo “waythu o taladro”, en condición de plaga ocasional y con el control opcional, su dispersión está focalizada a agroecosistemas con microclimas que requiere el insecto y se encuentra entre la zona media y alta. Los agricultores que reportaron conocen a la larva y el daño que ocasionan en el tallo y pocos conocen el adulto, además no diferencian entre las larvas de *S. tangolias* y *Atomopteryx* sp. cuando se comportan como barrenador del tallo en campo. La especie identificada corresponde a *Atomopteryx* sp. Walsingham (1981) (Crambidae – Lepidóptera), Museo de Entomología de la Universidad Nacional Agraria la Molina. En información antecedente, esta especie fue reportada como *Terastia miticulosalis* Wille (1952), en Cusco como *Stenoptychia* sp. (Pyralidae-Lepidóptera) (Escalante 1975) y posteriormente se realizó el estudio de descripción morfológica y del ciclo biológico considerando a la especie *Stenoptycha coelodactyla* Zeller, (Enríquez 1994). En muchos trabajos de investigación reportaron como la especie *Zellerina* sp. Zeller (Cuadro 8, Figuras 8 y 9).

#### **F. Gusano esqueletizador de hojas de papa o illa kuru**

El “gusano esqueletizador” o “illa-kuru” es considerado por los agricultores como plaga ocasional, conocen el estado larval y el daño que ocasionan en las hojas, además relacionan el adulto con la larva. La dispersión de esta plaga en agroecosistemas es focalizada de 3000 hasta mayor a 4000 m.s.n.m y niveles bajos de infestación. La especie pertenece a *Tequus* sp Smith (Pergidae-Himenóptera), (García 2009); anteriormente fue reportada como *Acordulecera* sp (Thendredinidae-Himenóptera) (Escalante 1975 y Wille 1952) (Cuadro 8, Figuras 8 y 9).

## G. Otras especies nombradas como plaga potencial

Los agricultores de las comunidades de la zona baja de Limatambo en Anta y de Paucartambo, ubicadas por debajo de 2800 m.s.n.m, mencionaron a los pulgones y cegarritas, en condición de plaga potencial, pese a la importancia de este grupo como transmisores de enfermedades virósicas en el cultivo de papa, sin embargo, ellos no reconocen este problema. Los reportes bibliográficos para Cusco indican a *Macrosiphum solanifolii* Ashm y *Myzus persicae* Sulz (Aphididae-Hemíptera) como pulgones y a *Empoasca kraemeri* Ross & More y *E. fabae* Harris (Cicadellidae-Hemíptera) como cegarritas (Escalante 1975). No existen más reportes en Cusco para este grupo de insectos (Cuadro 8, Figuras 8 y 9).

Los agricultores de la zona alta mencionan al insecto denominado “qarwa o padre kuru” en categoría de plaga potencial, que corresponden a las especies *Epicauta latitarsis* Haag y *Epicauta willei* Den (Wille 1952). Para la zona media indican a “saltamontes y grillos”, las especies corresponden a *Gryllus assimilis* Fabricius y el género *Trimerotropis* sp. para el saltamonte, ambos de la familia Gryllidae y Acridiidae-Orthoptera (Escalante 1975). Las especies indicadas se encuentran desde 3200 hasta mayor a 4000 m.s.n.m, (Cuadro 8, Figuras 8 y 9).

**Cuadro 8: Especies de insectos plaga registradas por categorías y zonas, versión de los agricultores**

Especies registradas	Ord.	Fam.	Anta: Limatambo. Urubamba: Chincho. Paucartambo: Challabamba y Ccolcecata		
			Z. Baja: 2571-3387 m	Z. Media: 3555-3752 m	Z. Alta: 3803-4029 m
<i>Epitrix</i> sp*	Col.	Chrysomelidae			
<i>Diabrotica speciosa vigens</i> (Erichson, 1947) *	Col.	Chrysomelidae			
<i>Liriomyza huidobrensis</i> (Blanchard, 1926) *	Dip.	Agromyzidae			
<i>Trialeurodes vaporarum</i> (Westwood, 1856) *	Hem.	Aleyrodidae			
<i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller)	Lep.	Gelechiidae			
<i>Symmetrischema tangolias</i> (Turner)		Gelechiidae			
<i>Premnotrypes latithorax</i> (Piercei)	Col.	Curculionidae			
<i>Tequus</i> sp (Smith)	Hym	Pergidae			
<i>Atomopteryx</i> sp*	Lep.	Crambidae			
<i>Epicauta spp</i> (Haag – Dent)	Col.	Meloidae			
Pulgones (áfidos)	Hem.	Aphididae			

Cigarritas	Hem	Cicadellidae			
Gusanos de tierra	Lep	Noctuidae			

\*Especies identificadas por el Museo de Entomología (UNALM)

Plaga Clave

Plaga Ocasional

Plaga potencial

No es hábitat de la plaga


#### 4.2.2 Enfermedades Registradas

Las enfermedades registradas por agroecosistemas y por categoría, asimismo las especies, familias y ordenes se presentan en el (Cuadro 9) y se describen a continuación.

##### A. La rancha o tizón tardío y tizón temprano

Los agricultores mencionan como ñana rancha"o "soqra", luego a "q'ello rancha", como enfermedades transversales y más importantes del cultivo de papa en los agroecosistemas estudiados. Las especies son *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary, y *Alternaria solani* (Cooke) Wint, (Cuadro 9, Figuras 8 y 9). Estas enfermedades con mayor incidencia y severidad se presentan en época de lluvias, promoviendo mayor frecuencia de aplicaciones de fungicidas; mientras, en época seca (cultivo con riego) la infección y las frecuencias de aplicaciones son menos. Estas enfermedades son mencionadas en todos los agroecosistemas de la región de Cusco y de distribución nacional (CARE-Perú 2000; Pérez y Febres 2008 y 2011; CIP 1996).

##### B. Las enfermedades del suelo

La "roña o "sarna" que pertenece a la especie *Spongospora subterranea* (Wallroth) Lagerhem, y el "ticti", "kjiki" o verruga de la especie *Synchytrium endobioticum* (Schilb) Percival, son mencionadas por los agricultores de la zona media y alta por encima de 3200 m.s.n.m. Estas enfermedades son reportadas para la zona andina del país, pero de condición ocasional (Pérez y Forbes 2008 y 2011; CIP 1996; Ortega 2018) (Cuadro 9, Figuras 8 y 9).

### C. Otras enfermedades

La *Rhizoctonia solani* (Kuhn), fue mencionada por los agricultores de la zona media ubicados de 3500 a 3700 m.s.n.m. (Figuras 8 y 9), de categoría ocasional, sin embargo, otras enfermedades no fueron reportadas por ellos, a pesar de su registro para Cusco como la *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) De Bary, el complejo de virus PVY, PVX, PLRV, las bacterias *Ralstonia solanacearum*, *Pectobacterium carotovorum* y *P. atrosepticum*, (CARE-Perú 2000; Pérez y Forbes 2008 y 2011).

#### 4.2.3 Nematodos

Los agricultores de la zona media que corresponde a las comunidades de Chinchero en Urubamba y las comunidades del distrito de Ccolcepata en Paucartambo, ubicados por encima de 3500 m.s.n.m, (Cuadro 9, Figuras, 8 y 9), reportaron al “nematodo del quiste de la papa” en condición de plaga potencial. La muestra colectada de esta zona y enviada a la Clínica de Enfermedades y Nematodo de Plantas (UNALM), fue identificada como *Globodera pallida* (Stone 1973). La referencia bibliográfica consultada indica la amplia dispersión de esta especie en las provincias de Cusco (Delgado de la Flor 1988, Velasco 2010), además la dispersión está concentrada en los Andes y a nivel nacional (Scurrah 2008; Franco *et al.* 1990). Los agricultores de las comunidades de la zona baja desconocen el nematodo en cultivo de papa, información que coincide con el reporte de (Franco 2019).

**Cuadro 9: Especies de enfermedades y nematodos registradas<sup>121</sup> por categorías y zonas, versión de los agricultores**

Especies registradas	Clase	Familia	Anta: Limatambo. Urubamba: Chinchero. Paucartambo: Challabamba y Ccolcepata		
			Z. Baja: 2571- 3387 m	Z. Media: 3555- 3752 m	Z. Alta: 3803- 4029 m
<i>Phytophthora infestans</i> (Mont) De Bary	Oomycete	Peronosporaceae			
<i>Alternaria solani</i> (Cooke) Wint	Dothideomycete	Pleosporales			
<i>Rhizoctonia solani</i> (Kuhn)	Hypomycetes	Agonomycetacea			

<i>Spongospora subterranea</i> (Wallroth) Lagerhem	Plasmodiophoromycetes	Plasmodiophoraceae			
<i>Synchytrium endobioticum</i>	Chitridiomycetes	Synchytriaceae			
<i>Globodera pallida</i> (Stone)	Tylenchyda (ord)	Heteroderidae			

Plaga Clave	
Plaga Ocasional	
Plaga potencial	
No es hábitat de la plaga	

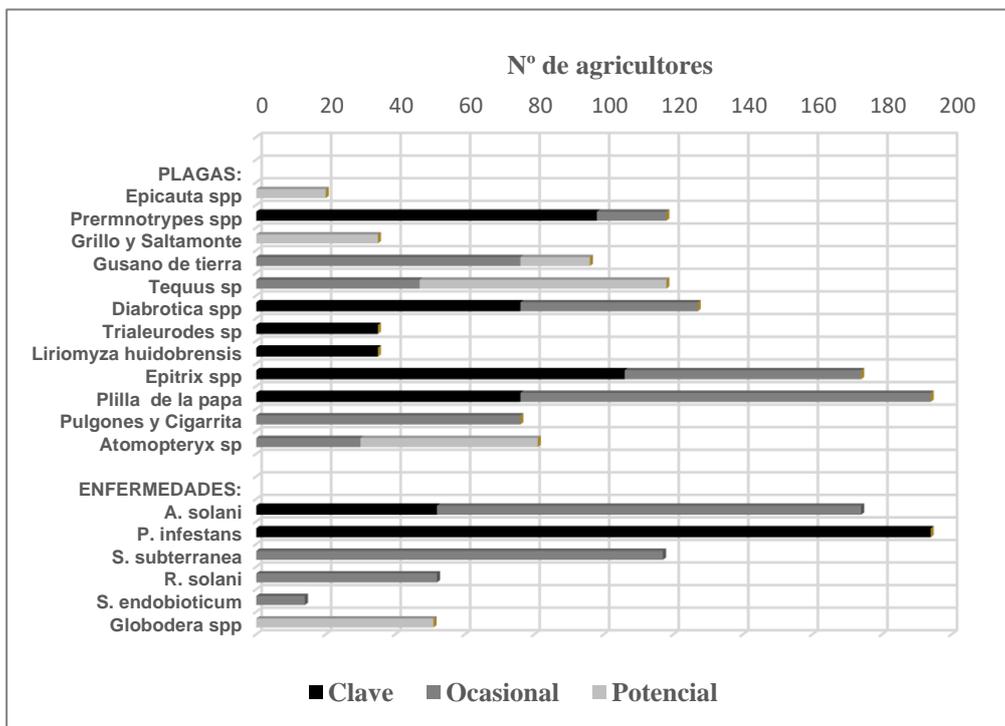
#### 4.2.4 Nuevas especies de insectos y nematodos reportadas en el presente estudio

Se reportan a las siguientes especies como consecuencia del presente estudio. *Russelliana solanicola* Thuthill, 1959 de la familia Psyllidae-Hemíptera, registrada en las comunidades de Sondor, Tarawasi y Huerta Baja en Limatambo, a altitudes que varían de 2500 a 2700 m.s.n.m. informe de identificación (Museo Entomológico de la UNALM 2017). No existe reporte de esta especie para Valles interandinos de Cusco. Se conoce que la especie esta reportada para el cultivo de papa, en la costa de Arequipa, particularmente en Valle de Tambo.

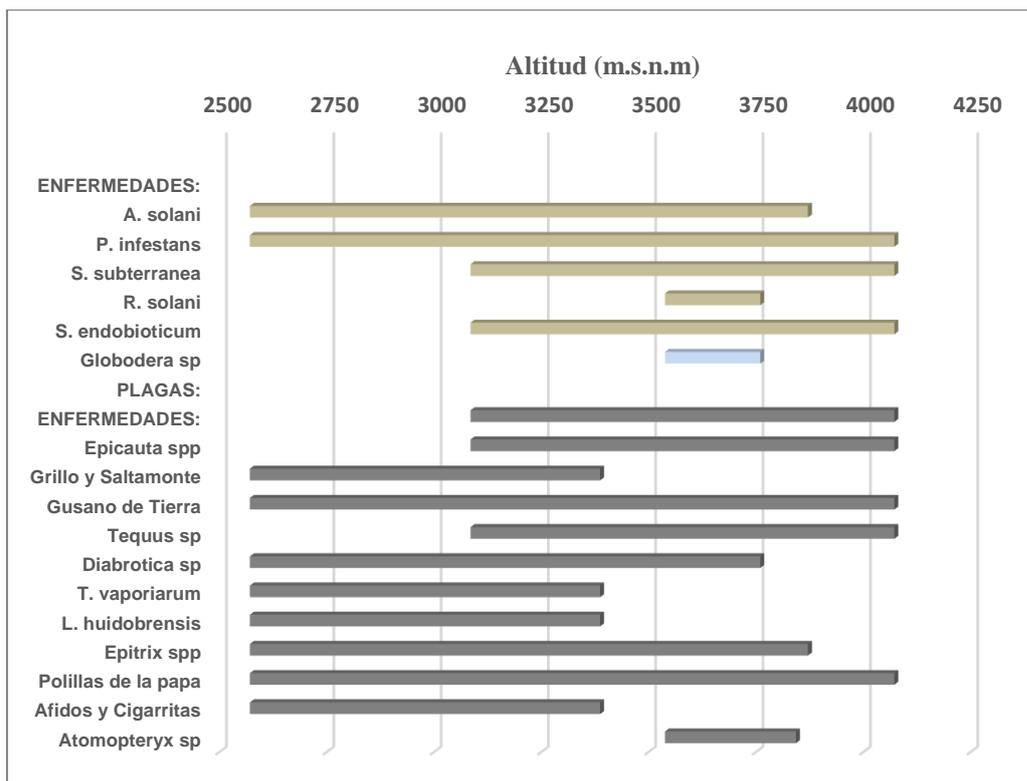
Para nematodos, se tomaron muestras compuestas de suelo en parcelas de papa en las comunidades de Sondor y Tarawasi, ubicadas en la zona baja de Limatambo entre 2500 a 2600 m.s.n.m. Estas muestras enviadas a la Clínica de Enfermedades y Nematodos de Plantas en UNALM, certifica la detección e identificación de *Meloidogyne* sp., y se considera en poblaciones bajas, media y alta. A *Globodera* sp., con poblaciones bajas y en algunos lotes no se han detectado quistes, mientras en otras se detectaron quistes vacíos. Las especies *Pratylenchus* sp., y *Tylenchorhynchus* sp., y *Aphelenchus* sp., todos con poblaciones muy bajas. Además, en las muestras se encontraron a *Mononchidos* sp., *Dorylaimidos* sp. y *Rhabditidos* sp., e indican que son habitantes comunes del suelo y no se alimentan de las plantas (Informe de Clínica de Diagnóstico de Fitopatología y Nematología - UNALM 2018, adjunto en Anexo).

La figura 8, visibiliza la frecuencia y la distribución referencial de las especies de plagas: insectos, enfermedades y nematodos, reportados por los agricultores y agrupados en

categorías de clave, ocasional y potencial. La figura 9, visibiliza la dispersión espacial relacionada con la altitud para cada especie de insectos, enfermedades y nematodos reportados por los agricultores.



**Figura 8: Frecuencias de categorías de plagas y enfermedades N= 194.**



**Figura 9: Distribución altitudinal de plagas y enfermedades N= 194**

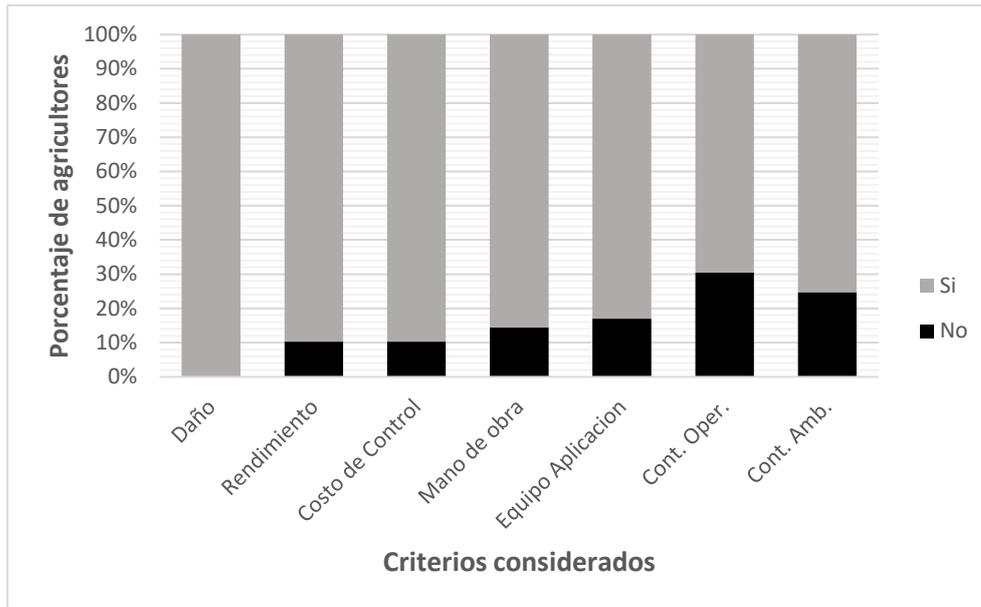
#### **4.3. CRITERIOS QUE CONSIDERAN LOS AGRICULTORES PARA AGRUPAR LAS PLAGAS EN CATEGORÍAS**

Los criterios para nominar a las plagas en categoría clave, ocasional y potencial se reporta en la Figura 10, estos son: primero, el daño que afecta el crecimiento del cultivo (desarrollo); segundo, la reducción de rendimiento indicado por 90 por ciento de agricultores; tercero, el costo de control relacionado con la inversión económica por compra de pesticidas afirmado por 90 por ciento; cuarto, la mano de obra que requiere para las aplicaciones (manipulación y el uso de pesticidas) indicado por 86 por ciento; quinto, la disponibilidad o no del equipo de aspersor para la aplicación de pesticidas (costo de adquisición, alquiler y renovación de accesorios) mencionado por 83 por ciento; sexto, la contaminación al operador durante la manipulación y aplicación, mencionado por 70 por ciento; séptimo, la contaminación ambiental relacionada a la planta, suelo, aire, agua, mortalidad de abejas, aves, batracios, otros, reconocido por 77 por ciento de encuestados.

Los agricultores en su criterio, reconocen las causas que justifican para ubicar a las especies de plagas en orden de importancia; a pesar de que se dan cuenta de la contaminación ambiental que provoca la tecnología química durante el control de plagas, ellos ubican como la última causa; sin embargo, no reparan lo que pueden estar produciendo alimentos contaminado con pesticidas y el efecto en consumidores que son ellos mismos y los consumidores del mercado. Cuando se les motivo al dialogo para analizar esta última parte, la mayoría se mostraron indiferentes y no está claro en ellos la cadena colateral que promueve el uso frecuente de pesticidas de etiqueta roja y pocas veces usada de etiqueta amarilla.

La poca sensibilidad de los agricultores, sobre los efectos del uso de pesticidas en el ambiente y en los alimentos, puede deberse a la ausencia de capacitación con respecto a los efectos contaminantes de los pesticidas, estos temas no están incluidos en programas de capacitación que promueven las municipalidades, instituciones y otras fuentes; sin embargo, la presencia de la empresa química de pesticidas es frecuente en los agricultores, aprovechando el vacío que dejan las instituciones en la asistencia técnica sobre otras alternativas de control de plagas.

No se ha encontrado referencias antecedentes, sobre el impacto ambiental producido por el uso de pesticidas en Cusco. Sin embargo, en Comarapa Bolivia en cultivo de papa para el control de la mosca blanca, utilizaron el MIP con el mínimo uso de insecticida y otro solo con el control químico, el valor de impacto ambiental registrado fue de 2.44 para el MIP y 57.75 para el control químico (Ortiz y Pradel 2009). Una investigación reciente realizada en Cusco, sobre la "Valoración del impacto ambiental para insecticidas y fungicidas usados en tres agroecosistemas del cultivo de papa" (informe interno), analizaron para 20 hectáreas de papa, con los principios activos de insecticidas y fungicidas, dosis y la frecuencia de aplicaciones. Las conclusiones arribadas son: para insecticidas, en la zona baja se registró un total de 198.434, en la zona media 83.977 y en la zona alta 83.217; para fungicidas, en la zona baja 390.376, para la zona media 261.865 y para la zona alta 160.560 (Catalan *et al.* 2019, informe interno de trabajo de investigación en UNSAAC, Cusco).



**Figura 10: Criterios de los agricultores para ubicar a las plagas en categorías clave, ocasional y potencial N=194**

**\*Resultados para el objetivo 2. Determinar la accesibilidad, el uso de la información técnica y el conocimiento local y moderno de los agricultores sobre plagas y control.**

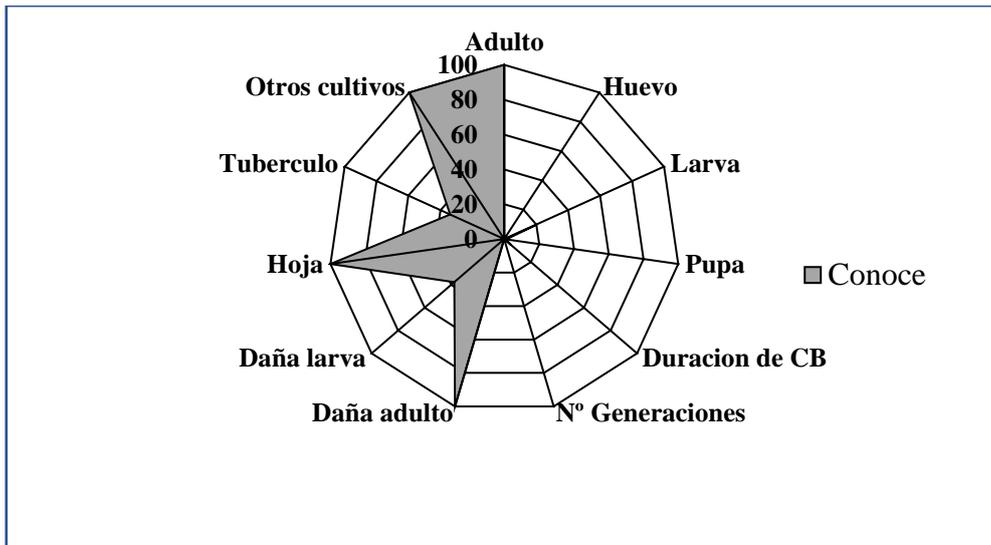
#### **4.4. CONOCIMIENTO DE LOS AGRICULTORES SOBRE ESTADOS DE DESARROLLO, CICLO BIOLÓGICO Y DAÑO DE INSECTOS PLAGA.**

##### **4.4.1. Masticadores de hojas *Epitrix* spp y *Diabrotica* spp.**

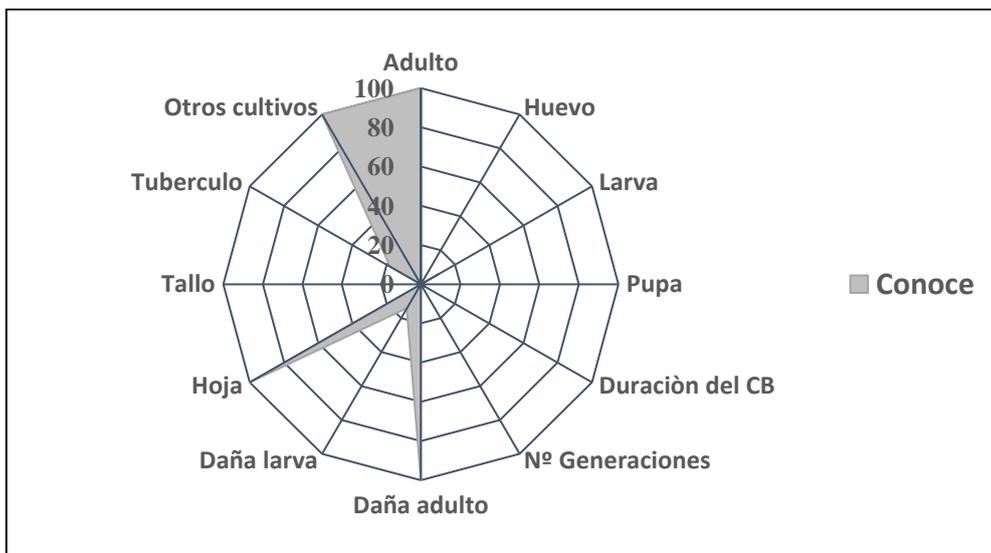
En la Figura 11, todos los agricultores conocen el adulto de *Epitrix* sp., el 20 por ciento de ellos conocen a la larva, no conocen el huevo, la pupa, la duración del ciclo biológico y el número de generaciones; todos reconocen el daño de adultos en hojas con perforaciones pequeñas, el 34 por ciento reconocen el daño de larvas en tubérculos con minas superficiales.

El adulto de la *Diabrotica* spp. es conocido por todos e indican las variaciones en color y tamaño, menos de 10 por ciento conocen a la larva, no conocen el huevo y la pupa, solo 2 agricultores indicaron que el ciclo biológico dura 3 meses y no conocen el número de generaciones durante el año; todos reconocen el daño de adultos en hojas que realizan perforaciones un poco más grandes que *Epitrix*, el 18 por ciento reconocen el daño de larvas en tubérculos con pequeñas perforaciones superficial (Figura 12).

Además, indican que las especies de ambos géneros ocasionan daño importante en primeros estadios de desarrollo de las plantas, en desarrollo avanzado del cultivo el daño es tolerable por ellos. Estas especies son polífagas y se alimentan de muchas otras especies cultivadas.



**Figura 11: Conocimiento del ciclo biológico y daño de *Epitrix* sp. N=194**

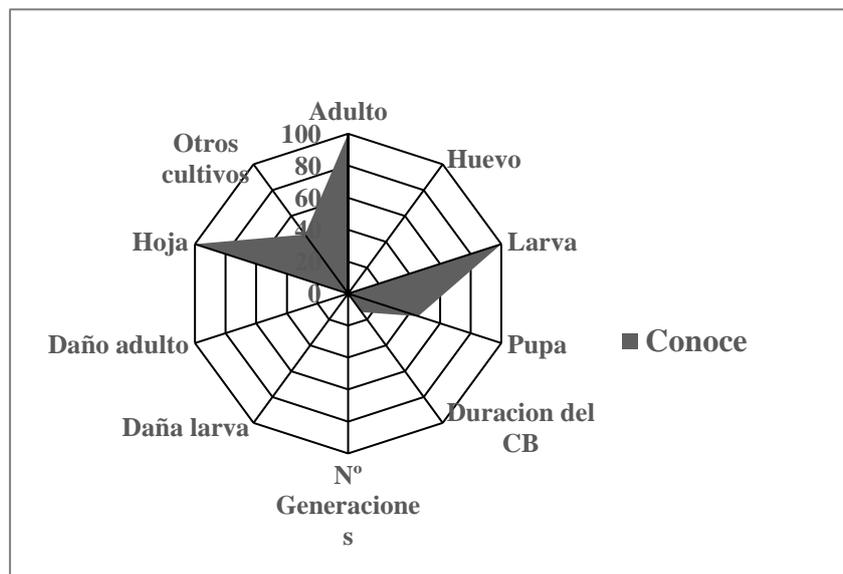


**Figura 12: Conocimiento del ciclo biológico y daño de *Diabrotica* sp. N=194**

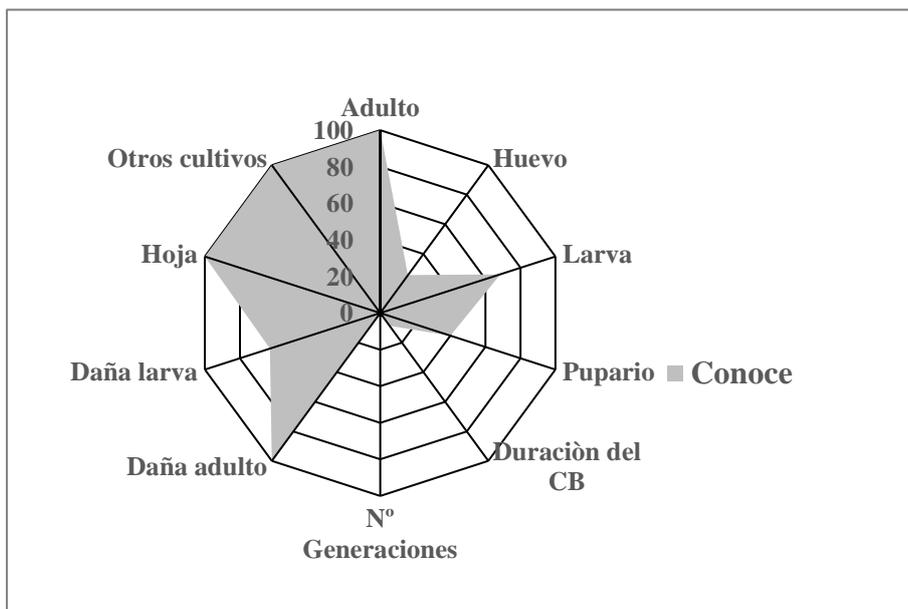
#### 4.4.2. La mosca minadora *L. huidobrensis* y la mosca blanca *T. vaporiarum*

En la Figura 13, los agricultores reconocen al adulto y larva de la “mosca minadora” *Liriomyza huidobrensis*, no conocen el huevo, el 48 por ciento conocen a la pupa, el 12 por ciento tienen referencia de la duración del ciclo biológico e indican dos meses aproximadamente, desconocen el número de generaciones por año; reconocen el daño de larvas que produce minas en las hojas, además, indican que el insecto se alimenta de frijol, haba y tomate.

En la Figura 14, todos los agricultores conocen el adulto de la “mosca blanca” *Trialeurodes vaporarum*, el 25, 68 y 40 por ciento de agricultores conocen el huevo, la larva y la pupa respectivamente y que estas se encuentran en el envés de las hojas, el 8 por ciento de agricultores conocen la duración del ciclo biológico e indican de 1 a 1.5 meses, no conocen el número de generaciones por año; todos reconocen, el daño es ocasionado por el adulto y 62 por ciento reconocen el daño de las larvas, ambos succionan la savia de las hojas; asimismo, indican la formación de fumagina. También mencionan que el insecto daña a cucurbitáceas, frijol, vainita y hortalizas.



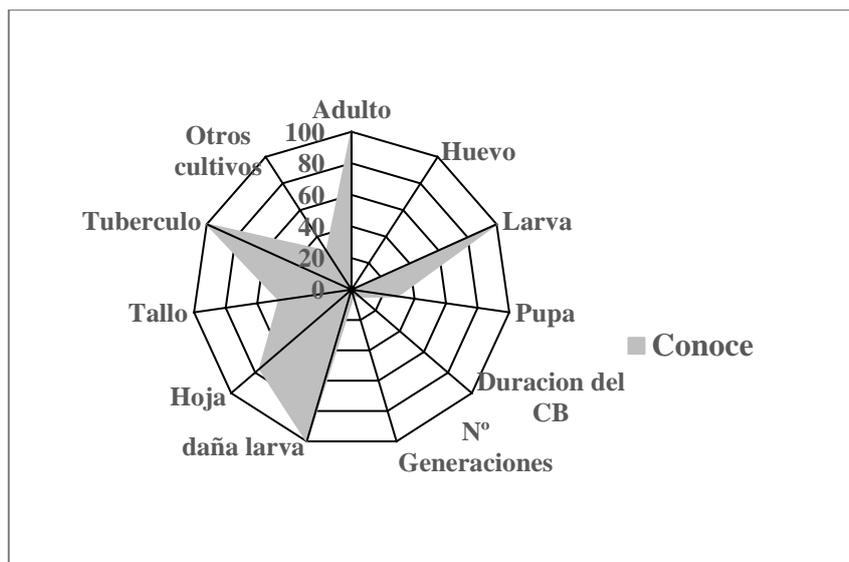
**Figura 13: Conocimiento del ciclo biológico y daño de *L. huidobrensis* N = 35**



**Figura 14: Conocimiento del ciclo biológico y daño de *T. vaporiarum* N = 35**

#### **4.4.3. La polilla de la papa *P. operculella* y *S. tangolias***

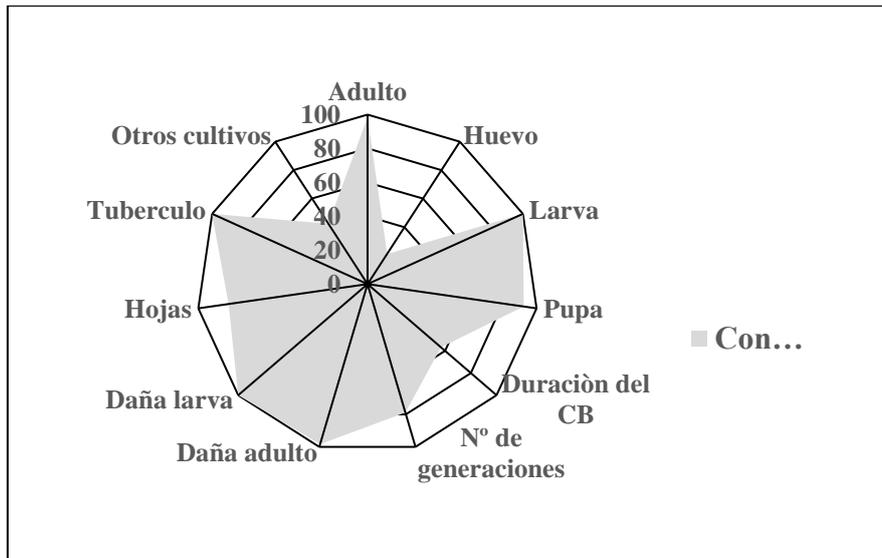
En la Figura 15, los agricultores conocen el adulto y la larva, el 29 por ciento conocen a la pupa y no conocen el huevo, en adultos y larvas no diferencian entre las especies de *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*; menos de 5 por ciento indican que el ciclo biológico dura de 2 a 3 meses y hasta 3 generaciones al año, Rodríguez (1990) reporta que el ciclo biológico dura 93.27 días en *S. Plasiosema* (Turner 1919). Todos reconocen que el daño es ocasionado por la larva, el 76 por ciento indican como minador y pegador de hojas (*P. operculella*), 46 por ciento indican como barrenador del tallo (*S. tangolias*), ambas a nivel del campo. En almacén todos reconocen que la larva ocasiona el daño en tubérculos.



**Figura 15: Conocimiento del ciclo biológico y daño de *P. operculella* y *S. tangolias* N = 76**

#### 4.4.4. El gorgojo de los Andes *Premnotrypes* sp.

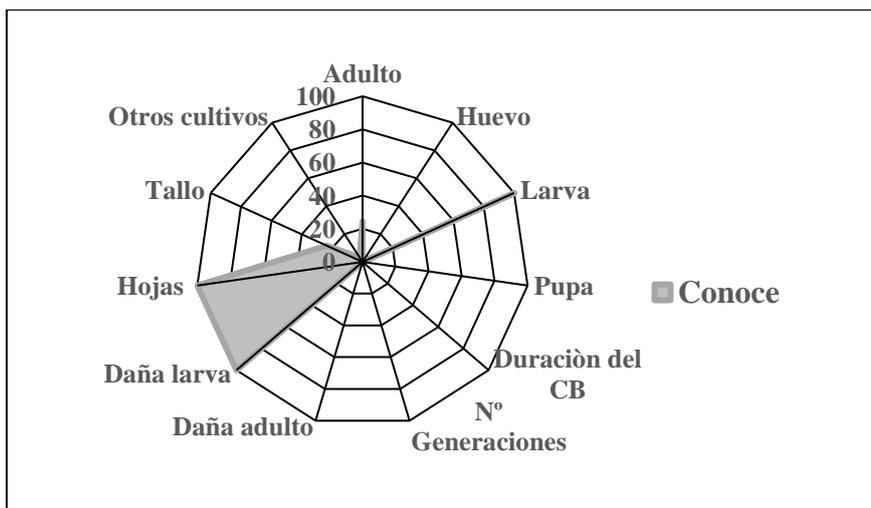
En la Figura 16, todos los agricultores conocen el adulto y la larva, más de 90 por ciento conocen a la pupa y 20 por ciento el huevo; el 57 por ciento indican el ciclo biológico es de 4 a 5 meses y 78 por ciento mencionan que pasa por una generación al año, Tisoc (1989) reporta para *Premnotrypes latithorax* que el ciclo biológico en promedio dura 120 días. El 80 por ciento de agricultores indican que el adulto se alimenta de las hojas y las larvas barrenan los tubérculos.



**Figura 16: Conocimiento del ciclo biológico y daño de *Premnotrypes latithorax*: N=118**

#### **4.4.5. El gusano esqueletizador de hojas de papa (*Tequus* sp.)**

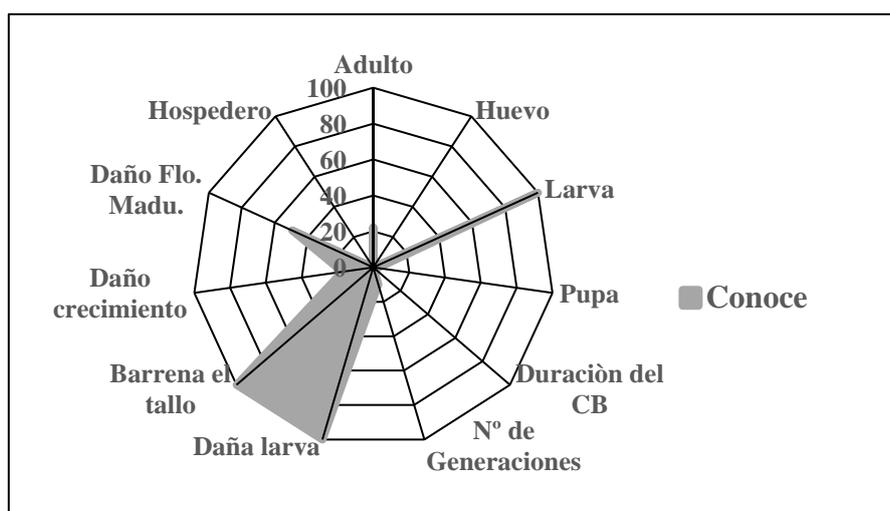
En la Figura 17, el 24 por ciento de agricultores conocen el adulto y todos a la larval, no conocen el huevo, la pupa, la duración del ciclo biológico y el número de generaciones al año. Todos conocen que la larva ocasiona daño en las hojas y no vieron alimentarse de otros cultivos. No se ha registrado otras especies cultivadas o malezas como hospederos de esta especie (García 2009).



**Figura 17: Conocimiento del ciclo biológico y daño de *Tequus* sp N=98**

#### 4.4.6. El barrenador del tallo de la papa “Wayt’hu” (*Atomopteryx* sp)

En la Figura 18, el 20 por ciento de agricultores indican que conocen al adulto, todos conocen a la larva, no conocen el huevo, la pupa y la duración del ciclo biológico, el 8 por ciento indican que el insecto pasa por una generación al año. Según Enríquez (1994), el ciclo biológico dura 361 días de huevo a adulto. Todos indican que la larva barrena el tallo, el 17 por ciento mencionan el daño inicia durante el crecimiento y el 50 por ciento indican que el daño inicia a la floración y continua hacia la maduración.

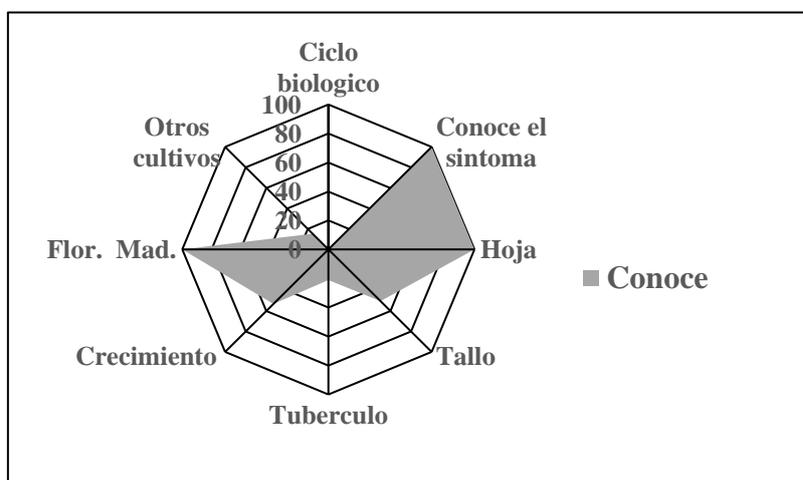


**Figura 18: Conocimiento del ciclo biológico y daño de *Atomopteryx* sp. N=81**

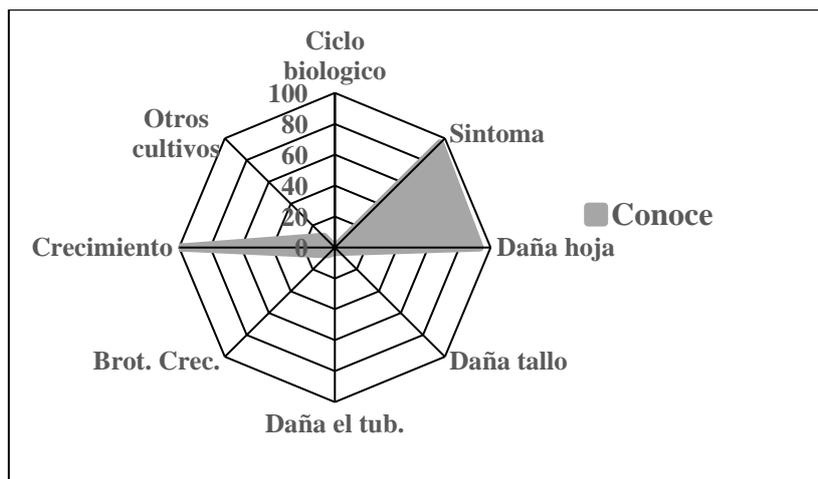
## 4.5 CONOCIMIENTO DE LOS AGRICULTORES SOBRE EL CICLO BIOLÓGICO, SÍNTOMAS Y DAÑO DE ENFERMEDADES

### 4.5.1 La rancha negra y amarilla de papa *P. infestans* y *A. solani*

En la Figura 19, los agricultores no conocen el ciclo biológico de *P. infestans*, sin embargo, todos conocen por el síntoma (daño) que presenta en la planta (mancha parda y húmeda), el 22 por ciento indican que la enfermedad solo daña a la hoja, el 50 por ciento a la hoja y tallo, el 20 por ciento a la hoja, tallo y tubérculo; asimismo, el 52 por ciento indican que la enfermedad se presenta desde la etapa de crecimiento, continúa a la floración y la maduración, el 47 por ciento indican que inicia a la floración y continúa a la maduración. En la Figura 20, los agricultores no conocen el ciclo biológico de *A. solani*, todos conocen por los síntomas (daño) que presenta en las hojas (manchas negras circulares), no conocen el daño en el tallo y tubérculos; el 5 por ciento indican que la enfermedad inicia desde la emergencia y continúa hacia el crecimiento, sin embargo, todos coinciden en que la enfermedad se presenta en la etapa de crecimiento y continúa a la floración y maduración.



**Figura 19: Conocimiento del ciclo biológico y daño de *P. infestans* N=194**

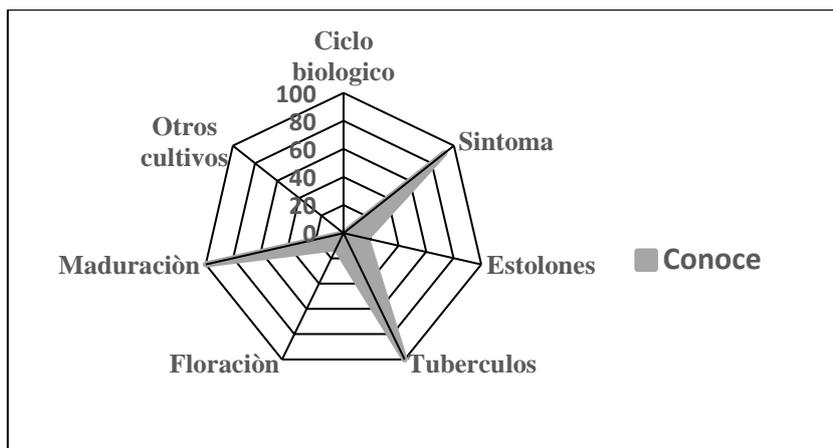


**Figura 20: Conocimiento del ciclo biológico y daño de *A. solani* N=194**

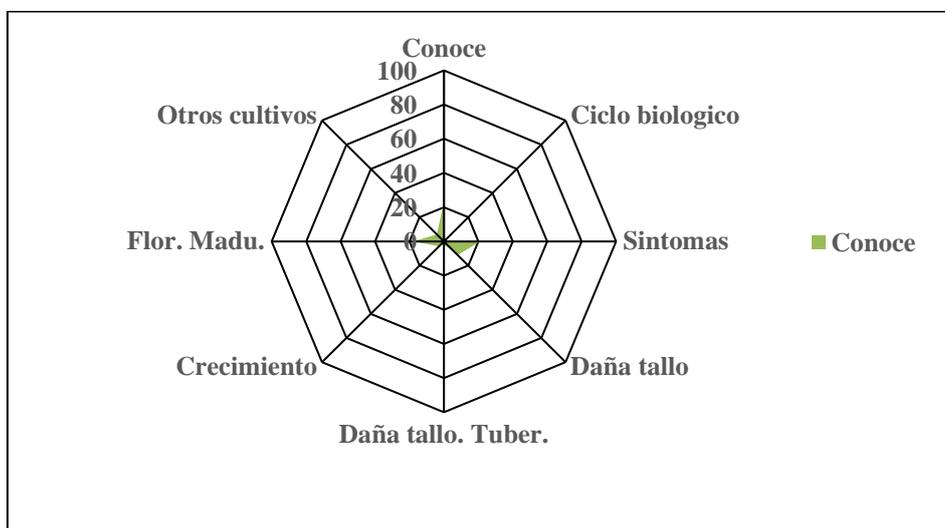
#### 4.5.2. La roña de la papa *Spongospora subterranea* y *Rhizoctonia solani*

En la Figura 22, se muestra que no conocen el ciclo biológico de *S. subterranea*, el 90 por ciento conocen por el síntoma que presenta en los tubérculos (tamaño variable de costras en la superficie del tubérculo) y el 17 por ciento conocen a nivel de estolones. El 10 por ciento indican que la enfermedad inicia desde la formación de los tubérculos y todos indican que la enfermedad aparece a la maduración y cosecha de tubérculos.

En la Figura 21, el 22 por ciento conocen a *R. solani* por los síntomas en la planta (amarillamiento de hojas), el 50 por ciento conocen el daño en tallo y a nivel del cuello de la planta (presencia de mancha blanca), 52 por ciento conocen en tallo y tubérculos, no conocen el ciclo biológico. Relacionando las etapas de desarrollo del cultivo con la presencia de la enfermedad, el 18 por ciento indican que la enfermedad inicia en crecimiento y 76 por ciento indican a la floración y maduración del cultivo.



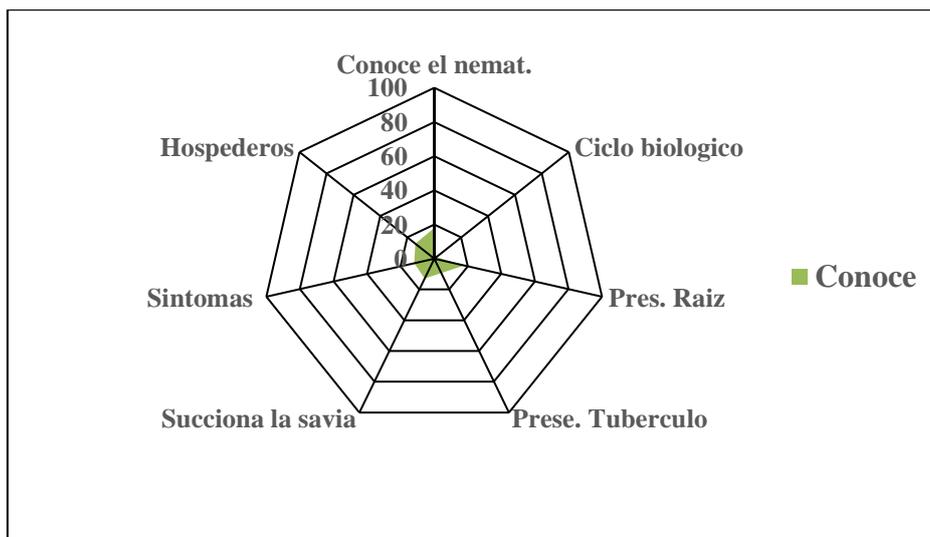
**Figura 21: Conocimiento del ciclo biológico y daño de *S. subterranea* N= 118**



**Figura 22: Conocimiento del ciclo biológico y daño de *R. solani* N=194**

#### 4.5.3. El nematodo quiste de la papa (*Globodera* sp)

En la Figura 23, el 18 por ciento de agricultores conocen el nematodo en las raíces de la planta, y corresponden a las comunidades de la zona media del distrito de Chinchero, solo 3 agricultores explicaron sobre el ciclo biológico y 10 por ciento de ellos indican que el nematodo para su alimentación succiona la savia de las raíces, el 22 por ciento reconocen los síntomas en plantas (plantas amarillas y pequeñas).



**Figura 23: Conocimiento del ciclo biológico y daño de *Globodera* spp. N=194**

***Comentario general del conocimiento de los agricultores sobre los procesos de desarrollo de los insectos enfermedades y nematodos***

Los agricultores han mostrado diferentes niveles de conocimiento sobre las plagas, enfermedades y nematodos, la tendencia es a una deficiencia y vacíos en muchos procesos de desarrollo de estas plagas. Con mayor frecuencia se muestran el vacío de conocimiento en estados de desarrollo de insectos plaga que no tiene relación directa con el daño en la planta. En insectos holometábolos, el huevo, la pupa y el lugar de ubicación de estos estados en planta o suelo, son los menos conocidos por los agricultores; mientras, el estado que ocasiona el daño a la planta que, puede ser el adulto o la larva es conocido por ellos; asimismo, el agricultor conoce el adulto o la larva que daña a la planta, pero generalmente desconoce la metamorfosis y la sincronización que pasan estos estados (huevo, larva, pupa y adulto), por ejemplo, en el género *Epitrix* spp., todos conocen al adulto, porque, es el estado que daña a la planta, pero no relacionan con el huevo, larva y pupa y menos el lugar (planta o suelo) donde se encuentran estos estados. Otro ejemplo es *Tequus* sp., los agricultores conocen a la larva, estado que daña a la planta, pero desconocen el huevo, la pupa y pocos conocen al adulto.

Las enfermedades son conocidas por el daño que estas ocasionan en la planta y desconocen otros procesos de desarrollo de la enfermedad, por ejemplo, el ciclo biológico, las fuentes de inóculo, otros hospederos, los mecanismos de sobrevivencia y dispersión.

En nematodos por el tamaño del parásito y por la ubicación en estructuras de la planta que se ubica dentro del suelo, es desconocido por la mayoría de los agricultores.

El vacío de conocimiento en plagas, enfermedades y nematodos, limita la comprensión de la funcionalidad de prácticas de control y se relaciona con el nivel de adopción. Muchas alternativas de control que forman el MIP, están orientadas a destruir el estado de pupa u otro estado que no tiene relación directa en la alimentación en la estructura de la planta, pero cuando no conoce el agricultor a este estado de la plaga, es difícil que pueda entender el efecto de control de la práctica.

#### **4.6. CONOCIMIENTO DE TECNOLOGÍAS MODERNA Y MODIFICADA PARA EL CONTROL DE PLAGAS**

Las alternativas consideradas como la tecnología moderna que, algunas corresponden a tecnologías formativas y otras a tecnologías modificadas (Ortiz *et al.* 1997), son constituyentes del programa de manejo integrado de plagas (MIP), que mencionaron los agricultores para tres plagas importantes del cultivo de la papa: el gorgojo de los Andes, la polilla de la papa y el tizón tardío.

##### **4.6.1. El gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax***

El análisis se realiza para los agroecosistemas de la zona media y alta, ubicados entre 3400 a 4030 m.s.n.m, que es el hábitat de la plaga. En este ámbito se ha encuestado a un universo de 118 agricultores (Figura 24).

El recojo manual de adultos en campo y larvas en almacén, son alternativas que los agricultores mostraban algún nivel de conocimiento. El MIP gorgojo de los Andes ha afianzado en ellos el conocimiento sobre, si recogen a los adultos se cortará la continuidad de puesta de huevos y menos incidencia de daño de larvas en tubérculos, en recojo manual de larvas se interfiere la continuidad del ciclo biológico y la disminución de la población para la siguiente campaña agrícola, por tanto, este proceso fue validada en la interacción Formativa (Ortiz *et al.* 1992; Alcázar *et al.* 1993; Cisneros *et al.* 1995; Kroschel *et al.* 2012; Ortega 2015). La difusión de estas alternativas fue asumida por diferentes instituciones y en varios ámbitos de la región de Cusco (Arariwa 2008). En el presente trabajo se registró que el 16 por ciento de agricultores de las comunidades del distrito de

Chincheru realizan el recojo manual de adultos y larvas; el 53 por ciento conocen la práctica, pero no la realizan, y el 31 por ciento no conocen la práctica.

La barrera de plástico, validada como tecnología moderna (Kroschel *et al.* 2009 y 2012; Alcázar y Kroschel 2009; Orrego *et al.* 2009) es conocido por 20 por ciento de agricultores, pero no usan, el 80 por ciento desconocen la alternativa.

La eliminación de las plantas espontáneas de papa “k’ipas” es el hospedero eficiente para la supervivencia de plagas asociadas al cultivo, como: el gorgojo de los Andes, la polilla de la papa, enfermedades y nematodos, y fue una alternativa de control de plagas y enfermedades válida, en el proceso de la interacción modificadora, que eliminando estas plantas que ya no usa el agricultor se corta la posibilidad de supervivencias de las plagas y enfermedades a la siguiente campaña agrícola (Alcázar *et al.* 1993; Cisneros *et al.* 1995; Huamán 2009). El 8 por ciento de agricultores de las comunidades del distrito de Chincheru indican que eliminan estas plantas, el 75 por ciento conocen la importancia como hospedero de plagas, pero no eliminan, el 17 por ciento no relacionan las plantas k’ipas con las plagas y corresponde a los agricultores de las comunidades de Uratari en Limatambo y la comunidad de Sayllapata en Ccolcepata.

La cosecha temprana evita el progreso de daño de larvas del gorgojo de los Andes en tubérculos en campo, es una práctica tradicional realizada por los agricultores por necesidad de consumo o comercialización, sin embargo, las evaluaciones periódicas permiten detectar el inicio de daño y si es progresivo el daño ayuda al agricultor a tomar la decisión de adelantar la cosecha y evitar mayor porcentaje de daño (Alcázar *et al.* 1993; Cisneros *et al.* 1995). El 45 por ciento de agricultores realizan esta práctica, el 38 por ciento conocen, pero no realizan y el 17 por ciento no conocen la finalidad de la cosecha temprana, como prevención de daño de la plaga.

La remoción de fuentes de infestación en campo y almacén para eliminar las pupas y adultos invernantes es una alternativa nueva e inducida con el MIP. El 9 por ciento de agricultores, el 53 por ciento conocen y no hacen, el 38 por ciento no la conocen.

La manta de plástico colocada debajo de las rumas de papa dañada, y la captura de larvas en campo y almacén es una alternativa nueva inducida (Formativa) con el MIP (Alcázar *et al.* 1993; Cisneros *et al.* 1995). El 25 por ciento de agricultores de las comunidades del distrito de Chincheru realizan esta práctica, el 47 por ciento conocen, pero no lo realizan

y el 28 por ciento desconocen, y son los agricultores de las comunidades altas de Ccolcepata en Paucartambo y Limatambo en Anta.

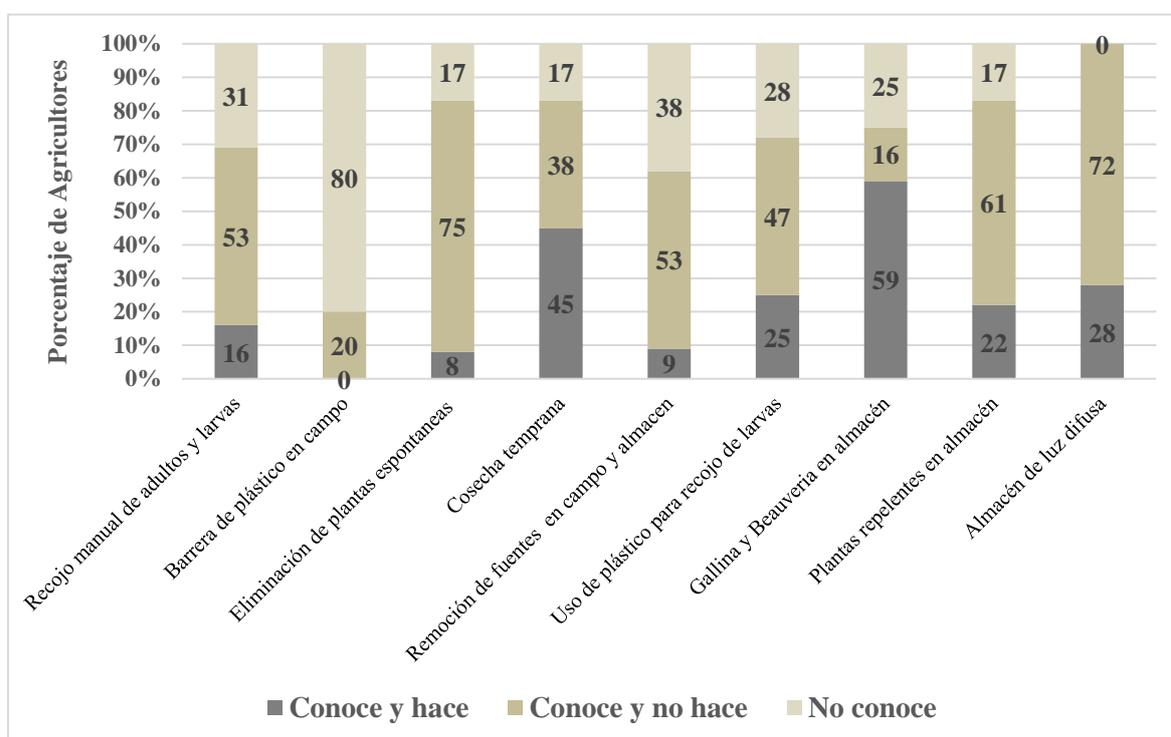
El uso de las gallinas como predadores de larvas y pupas en almacén, es una actividad que ha existido, sin embargo, el uso eficiente de esta alternativa se ha dado con el aprendizaje que, la eliminación de larvas con esta práctica evita la continuidad de desarrollo de los estados posteriores del insecto y la población de adultos para la siguiente campaña. Este proceso corresponde a la interacción modificadora (Alcázar *et al.* 1993; Cisneros *et al.* 1995; Ortiz *et al.* 1992; Ortega 2015). El 59 por ciento de agricultores utilizan las gallinas para el control de larvas del “gorgojo de los Andes”

El hongo blanco (*Beauveria* spp.) como parasito de larvas, pupas y adultos en almacén y campo, es una alternativa Formativa (Torres 1992; Alcázar *et al.* 1993; Cisneros *et al.* 1995; Ortiz *et al.* 1992). El 16 por ciento de agricultores de las comunidades de Huaypo Grande, Yanacona y Taucca en el distrito de Chinchero indican que el hongo existe naturalmente en el suelo; sin embargo, pocos agricultores mencionan que el Centro Internacional de la Papa, el INIA y Arariwa, produjeron el hongo entre los años 1990 a 1995, en la actualidad el hongo no está disponible en el mercado, el cual limita el uso de esta alternativa.

El aporte de controladores biológicos como grupo funcional natural, contribuye en reducir las poblaciones de la plaga. Al respecto los agricultores de las comunidades mencionadas indican la existencia de “qowe qowe” (Carabidos) en campos de cultivo de papa y reconocen como predadores de huevos de gorgojo de los Andes, asimismo, unas hormigas de color marrón predan larvas en almacén (Garmendia, 1961). El aporte de controladores biológicos en control de esta plaga es importante, hay estudios importantes que evidencian este proceso como del (Kroschel *et al.* 2012), en parcelas de 1500 m<sup>2</sup> de papa evaluadas en Huasawasi a 2850 m.s.n.m, y en Valle de Mantaro a 3850 m.s.n.m, registran 23 especies de predadores y 16 especies de parasitoides de la polilla de la papa. En los agroecosistemas del Perú los enemigos naturales juegan un rol importante, estos incluyen a los predadores de las familias Carabidae, Coccinellidae, Nabidae, Lygaeidae, Chrysopidae y Syrphidae (Cisneros 1995). La densidad poblacional de las plagas es mayor en centro del campo del cultivo (31, 57 por ciento) y menos en el borde (14, 56 por ciento). La densidad de enemigos naturales es mayor en el borde (35, 43 por ciento) que en centro del campo del cultivo (26, 31 por ciento) (Yábar 2001).

El control etológico, consiste en el uso de plantas repelentes en almacén para acelerar la salida de larvas de “gorgojo de los Andes” de los tubérculos, que corresponde a un proceso Modificadora, con el aprendizaje del ciclo biológico, el comportamiento de los estados de desarrollo ha permitido el uso oportuno y eficiente de esta práctica (Ortiz *et al.* 1992; Alcázar *et al.* 1993; Cisneros *et al.* 1995), el 22 por ciento de agricultores conocen y hacen esta práctica, el 61 por ciento conocen, pero no la realizan, el 17 por ciento no consideran como alternativa. Las plantas usadas para este fin corresponden al género *Mynthostachis* spp.

El uso de almacén de luz difusa, que permite conservar los tubérculos dañados por larvas del gorgojo de los Andes, corresponde a un proceso Modificadora, porque esta práctica se ha validado para conservar la semilla, sin embargo, se amplía el uso para recuperar a los tubérculos dañados por larvas y pueden ser rescatados como semilla, evitando la pudrición de los tubérculos en la forma tradicional de almacenamiento (Ortiz *et al.* 1992; Alcázar *et al.* 1993; Cisneros *et al.* 1995), el 28 por ciento de agricultores conocen y realizan esta práctica y el 72 por ciento conocen, pero no la realizan.

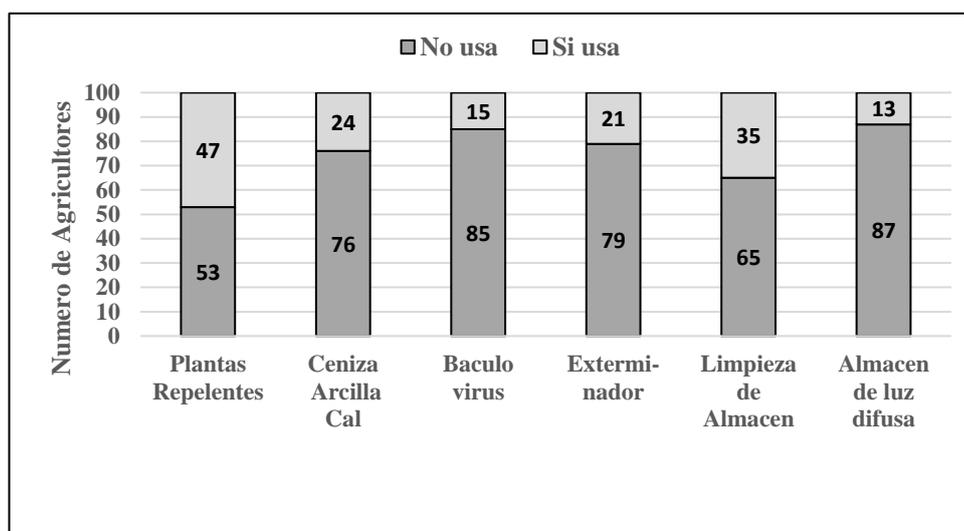


**Figura 24: Conocimiento y uso de prácticas de control integrado de gorgojo de los Andes N=118**

#### 4.6.2 La polilla de la papa *P. operculella* y *S. tangolias*

En almacén, estas especies son consideradas como plaga clave, particularmente en las comunidades de la zona baja de Limatambo y Paucartambo, con expansión hacia la zona media y alta como plaga ocasional o potencial, sin importancia para el agricultor (Ewell *et al.* 1994). Las plantas repelentes de diferentes especies consolidado en proceso modificadora, la protección con yeso y ccontay, el baculovirus (*Baculovirus phothorimaea*), el exterminador (*Bacillus thuringiensis*), limpieza de almacén y el almacén de luz difusa, fueron estudiadas y validadas en un proceso formativo. Estas alternativas fueron promovidas por varias instituciones (Raman *et al.* 1987; Cisneros *et al.* 1995; Kroschel *et al.* 2012; Pérez y Forbes 2011 y Ortega 2015). Los agricultores encuestados conocen y mencionaron el uso de algunas de estas alternativas.

El 47 por ciento de agricultores utilizan las plantas repelentes (*Eucalyptus* sp, *Schinus molle*, *Myynthostachis* sp.) y el 24 por ciento utilizan la ceniza, arcilla y yeso para proteger los tubérculos en almacén; el 15 por ciento conocen y utilizaron Baculovirus; el 21 por ciento utilizaron el exterminador (*Bacillus thuringiensis*), estos dos productos en la actualidad tienen la disponibilidad restringida en el mercado; el 35 por ciento realizan la limpieza del almacén antes de ingresar los tubérculos y el 13 por ciento disponen de almacén de luz difusa para conservar la semilla (Figura 25).



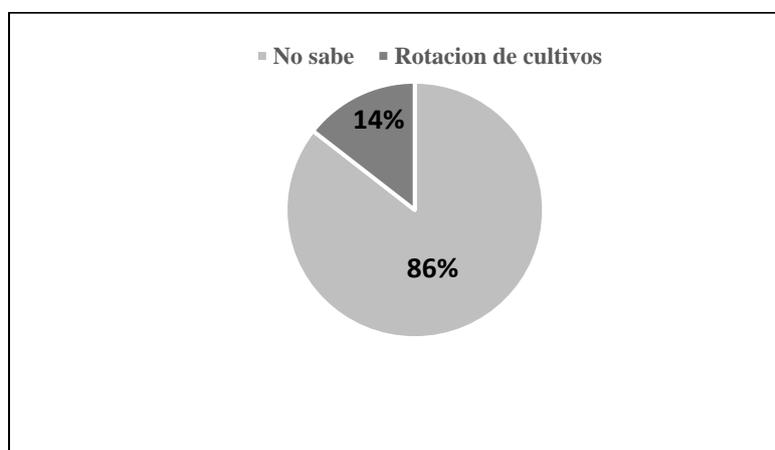
**Figura 25: Conocimiento y uso de prácticas de control integrado de la polilla de papa en almacén N=194**

#### 4.6.3 La mosca minadora *Liriomyza huidobrensis*

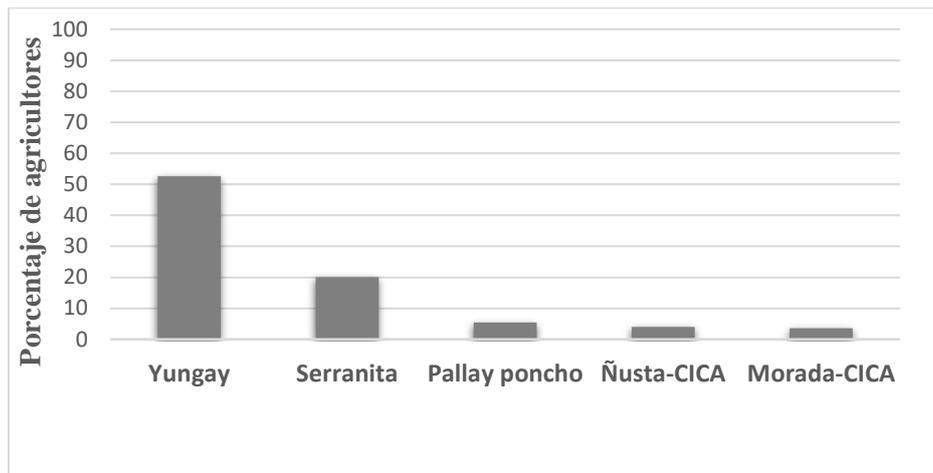
Para la mosca minadora, en costa se ha validado alternativas como: la semilla de calidad, trampas amarillas con pegamento (móviles y fijas), insecticidas selectivos (Mujica *et al.* 2000; CIP 2004 citados por Kroschel *et al.* 2012); sin embargo, los agricultores de las comunidades de la zona baja de Limatambo en Anta no mencionaron estas alternativas, el control está centrado en el uso de insecticidas, como la única alternativa.

#### 4.6.4 El nemátodo quiste de la papa *Globodera sp.*

Para el nematodo quiste de la papa se ha desarrollado 8 alternativas, como se indica en antecedentes que forman el manejo integrado (CIP 1983; Scurrah 2008; Pérez y Forbes 2011). En el presente estudio los agricultores indicaron que la preparación anticipada del terreno, las rotaciones sectoriales y las rotaciones anuales con otros cultivos ayudan a controlar, aunque el 82 por ciento de ellos desconocen al nematodo como plaga del cultivo y no perciben el daño en la planta (Figura 26).



**Figura 26: Practicas de control para el nematodo quiste de la papa N=194**



**Figura 27: Variedades de papa resistentes a tizón tardío usadas por los agricultores N=194**

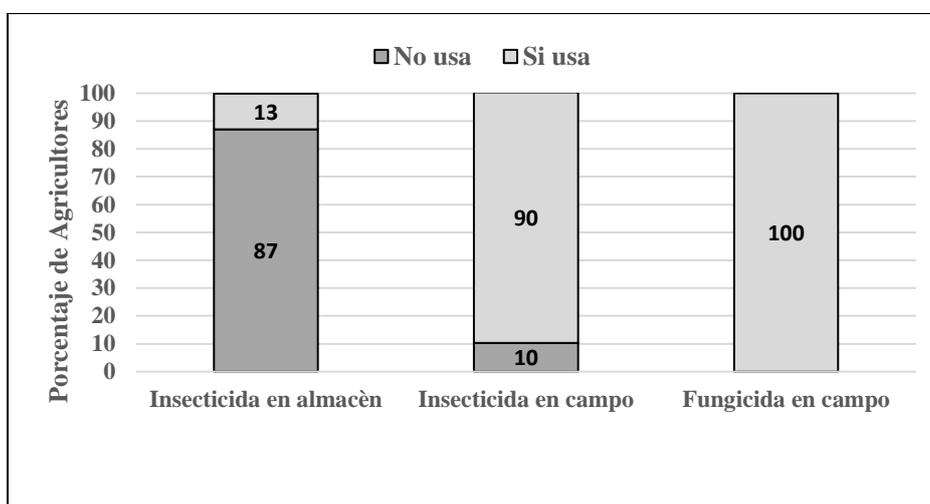
#### 4.6.5 El tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) y otras enfermedades

Para la ranca se ha validado 14 alternativas de control (CIP 1983; CARE-PERU 2000; Torres 2002; Pérez y Forbes 2008). Los agricultores tienen claro que el uso de variedades resistentes es la alternativa mayor para el manejo del tizón tardío. La mayoría de los agricultores reportan a la Serranita y Yungay como variedades resistentes, seguido de Pallaylliqlla y la Suyu poncho, liberadas por el INIA. Otras variedades con resistencia a tizón tardío y recientemente liberadas por la UNSAAC son la Ñust'a-CICA y la Morada-CICA, todavía poco conocidas por los agricultores de la Región. *Spongospora subterranea* y *Synchytrium endobioticum*, según ellos son controladas con la selección de semilla y rotación sectorial comunal. *Esclerotinia solani* y *Rhizoctonia solani* no tiene trascendencia como problema para los agricultores. Los agricultores productores de semilla de papa mencionaron como problema (Figura 27).

#### 4.6.6 El control químico para insectos-plaga

Los insecticidas y fungicidas, son las alternativas más usadas en el control de plagas de papa en los agroecosistemas estudiados, esta realidad coincide con la afirmación de (Ríos y Korschell 2011; Suroush 2009; Ortega 2018). En la Figura 28, el 90 por ciento de agricultores usan insecticida (Ewell *et al.* 1994), para el control de insectos plaga; en la zona baja para *Epitrix* spp., *Diabrotica* spp., *Liriomyza huidobrensis*, *Trialeurodes vaporarum* y la polilla de la papa en campo; en la zona media y alta para *Premnotrypes*

spp., y plagas secundarias. En la comunidad de Uratari en Limatambo conservan la rotación sectorial y no requieren del uso de insecticidas; sin embargo, utilizan fungicidas para la prevención de tizón tardío.



**Figura 28: Uso de insecticidas y fungicidas para el control de plagas y enfermedades N=194**

Se registró tres principios activos de insecticida para fosforado, uno para carbamato, siete para piretroides y cuatro de misceláneos. Las frecuencias de aplicaciones de insecticidas en campo fluctúan de dos a tres veces por campaña agrícola. En las comunidades de la zona baja de Limatambo y Paucartambo, el 13 por ciento de los agricultores usan insecticidas para el control de la polilla de papa en almacén. El tifón, malathion y ciclon del grupo fosforado son los más usados (Cuadro 5).

Entre otros efectos del uso de insecticidas, en las parcelas de papa tiene efecto directo en controladores biológicos, al respecto (Kroschel y Cañedo 2009), concluyen que en las parcelas tratadas con insecticidas la población de artrópodos registrados fueron 50 por ciento menos que en la parcela sin tratamiento con insecticida, es posible que esta realidad esté ocurriendo en los agroecosistemas estudiados, no hay estudios al respecto.

**Cuadro 10: Principios activos de insecticidas registrados**

Nombre comercial	Principio Activo	Familia	Dosis comercial
Stermin	Metamidofos	Fosforado	0.6 a 0.8 L/200L
S-K-Mata	Metamidofos	Fosforado	0.4 a 0.6 L/200L
Lasser	Metamidofos	Fosforado	0.4 a 0.6 L/200L
Tifon	Clorpirifos	Fosforado	0.4 L/200L

### Continuación

Ciclon (Cygon)	Dimethoate	Fosforado	0.125L/200L
Furadan 4F	Carbofuran	Carbamato	0.2 a 0.25 L/100L
Carbofor	Carbofuran	Carbamato	0.5 L/200L
Diafuran	Carbofuran	Carbamato	0.4 a 0.6 L/200L
Cyperklin	Cypermtrina	Piretroide	0.125 a 0.25L/200L
Pounce (Ambush)	Permetrina	Piretroide	0.50 a 0.60L/200L
Karate	Landacyalotrina	Piretroide	0.65 a 0.70L/200L
Campal	Cypermtrina	Piretroide	0.1 a 0.166 L/200L
Buldock	Betacyflutrina	Piretroide	15 a 20cc/100L
Dardo	Fipronil	Misceláneo	0.15 a 0.2L/200L
Fulminante	Fipronil	Misceláneo	0.15 a 0.2L/200L
Engeo	Landacyalotrina + Thiametoxan	Misceláneo	250g/200L
Regente	Fipronil	Misceláneo	0.2 a 0.25 L/200L

#### 4.6.7 El control químico de enfermedades

Todos usan fungicidas para el control de *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*, se registró tres principios activos de contacto y ocho principios activos compuestos de contacto y sistémico (Cuadro 10). Las frecuencias de aplicaciones de fungicidas fluctúan de dos a cuatro veces por campaña agrícola.

**Cuadro 11: Principios activos de fungicidas registrados**

Nombre comercial	Principio Activo	Familia	Modo de protección	Dosis comercial
Capataz	Cymoxanil + Mancozeb	Ditiocarbamato - acetoamida	Sistémico	0.5-1 kg / cil
Antracol	Propineb	Ditiocarbamato	Contacto	0.5-0.6g/200L
Polyran Combi	Metiran	Ditiocarbamato	Contacto	1.5-2.5 kg/200 L
Fitoraz	Propineb + Mancozeb	Ditiocarbamato	Contacto y sistémico	1.0 - 2.0L/Ha
Ridomil	Metalaxyl + Mancozeb	Fenilamida (Metalaxil-M); Ditiocarbamato	Sistémico	2 - 3 kg/ha
Galben	Benalaxil (8%) + Mancozeb (65 %)	Acyfanina-Ditiocarbamato	Contacto y sistémico	1 kg/200L
Cymozate	Cymoxanil + Mancozeb	Ditiocarbamato-acetoamida	Sistémico	0.5L/200L
Mancozeb	Mancozeb	Ditiocarbamato	Contacto	0.5L/200L

### Continuación

Coraza	Cymoxanil + Mancozeb	Morfalina-Ditiocarbamato	Sistémico	0.6L/200L
Ranchapaq	Metalaxyl + Mancozeb	Fenilamida: acetalanina-Ditiocarbamato	Contacto y sistémico	2 - 3 kg/ha
Mancozil	Mancozeb	Ditiocarbamato	Contacto	0.5-1 kg / cil
Curzate	Cymoxanil + Mancozeb	Cimoxalino-Ditiocarbamato	Contacto y translaminar	1.5 - 2kg/Ha
Manzate	Mancozeb	Ditiocarbamato	Contacto	0.4-0.5kg/200L
Champion	Hidroxico de Cobre	Compuesto de cobre	Contacto	1 - 2 kg/Ha
Protexin	Carbendazina	Benzimidazol	Sistémico	300-350ml/200L
Infinito	Propamocarb clohidrato + fluopicolide	Miscelaneo	Sistémico	1.5 - 2 l/ha

Los agricultores durante la aplicación de insecticidas y fungicidas utilizan como protección una lámina de plástico u otro material en la espalda, pocos usan las botas, no usan guantes y mascarillas, menos la ropa de protección.

En el presente estudio se constata que, en agroecosistemas de la zona baja y media, el control químico es la alternativa de prioridad para el control de plagas y enfermedades. En la zona media es para el gorgojo de los Andes *Premnotrypes* spp, y en la zona baja es para *Epitrix* spp., *Diabrotica* spp., *Liriomyza huidobrensis*, *Trialeurodes vaporarum*, *Symmetrischema tangolias* y *Phthorimaea operculella*. En la zona alta el control químico es opcional para el gorgojo de los Andes. En todos los agroecosistemas andinos de papa y en las dos épocas de desarrollo del cultivo, los fungicidas son usados para el control de *Phytophthora infestans*. Los agricultores no mencionaron el control químico para el nematodo de la papa.

Los insecticidas de la familia de fosforado y carbamato de etiqueta roja son mayormente usados en la zona baja y alta. En la zona media usan estos grupos, además los piretroides e insecticidas de cuarta generación, debido a la producción comercial de papa, con mayor exigencia en rendimiento y dar seguridad al retorno de la inversión.

## 4.7. CONOCIMIENTO LOCAL PARA EL MANEJO DE PLAGAS

### 4.7.1. Plagas y enfermedades

Las prácticas como conocimiento local indicadas y realizadas por los agricultores se expresan en porcentajes, de un universo de 194 agricultores encuestados (Figura 29).

El 1.5 por ciento de agricultores usan la orina humana fermentada mezclada con agua y aplican a las plantas para prevenir el tizón tardío, un agricultor indica que usa un litro de orín fermentado para mochila de 15 litros para el control de tizón tardío, que coincide con el reporte de (Arias 2009), esta alternativa ha sido evaluado también para el insecto "taladro o barrenador del tallo de la papa" *Atomopteryx* sp. donde se encontró 20 por ciento de control con respecto al testigo con 50 por ciento de daño (Usucachi 2006); por otro lado, el 67 por ciento de agricultores usan legía a razón de 250 cc por mochila de 15 litros y aplican a las plantas para proteger del tizón tardío.

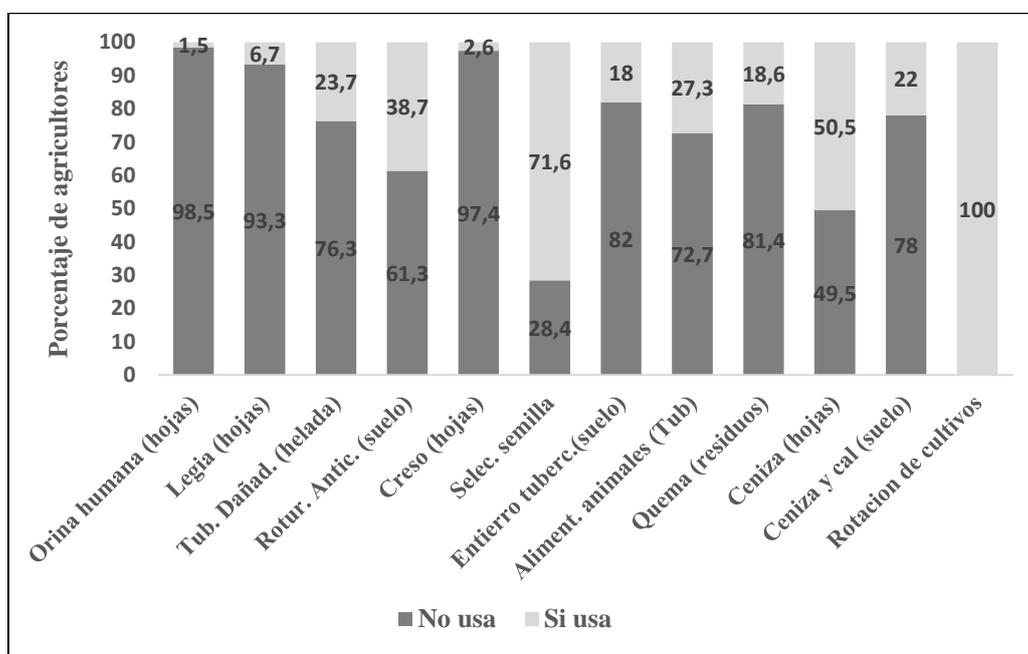
El 23 por ciento de agricultores de la zona media y alta, exponen los tubérculos dañados con enfermedades y larvas de gorgojo de los Andes a la helada que ocasionan muerte de larvas y eliminan la enfermedad, luego recuperan como chuño (papa helada y seca) (Wille 1952; Peter *et al.* 1994). El 2.6 por ciento de agricultores asperjan a las hojas con el creso y agua para prevenir del daño de plagas masticadores de hojas y enfermedades de hojas como el tizón tardío y alternaria. El 50.5 por ciento de agricultores de la zona baja y alta indican que usan la ceniza y espolvorean a las hojas para evitar el daño de *Epitrix* spp. y *Diabrotica* spp., asimismo, en la zona alta para la *Epicauta* spp., aunque algunos mencionaron que también evita el daño de otras plagas. El uso de estas prácticas es solo en pequeñas parcelas (Peter *et al.* 1994; Arias 2009; Ortega 2015). El 18.6 por ciento quemar los residuos de cosecha de papa, para el control de tizón tardío, barrenadores de tallo y la mosca minadora.

El 27 por ciento de agricultores indican de haber enterrado al suelo, los tubérculos infectados por *Synchytrium endobioticum*, *Spongospora subterranea*, *Phytophthora infestans* y la polilla de la papa.

La selección de la semilla forma parte del conocimiento local y moderno, cada cual tienen sus criterios técnicos distintos, el 71.6 por ciento de agricultores de la zona media y alta realizan la selección de tubérculos para semilla, los agricultores de la zona baja de Limatambo y Paucartambo compran semilla nueva para cada campaña agrícola. Esta

actividad evita el traslado de enfermedades e insectos-plaga a las parcelas del cultivo y la continuidad de su desarrollo y daño.

El 38.7 por ciento de agricultores de la zona alta, hacen la roturación del suelo con 4 a 5 meses de anticipación “t’aya o ch’acma”, principalmente en rotaciones sectoriales y relacionan con limpieza del suelo y control de plagas (Van y Larrain 2000), en ese sentido la exposición del suelo al sol y temperaturas bajas en las noches, la falta de humedad en los terrones, afecta a los estados inmaduros de gorgojo de los Andes y *Epitrix* spp., de los nematodos como *Globodera pallida*, a las estructuras de sobrevivencia y reproducción de los fitopatógenos (hongos y bacterias), principalmente de *Synchytrium endobioticum*, *Spongospora subterranea*, *Phytophthora infestans*. Otras prácticas tradicionales reportadas en la revisión bibliográfica no han sido mencionadas.



**Figura 29: Conocimiento tradicional de los agricultores para el control de plagas y enfermedades N=194**

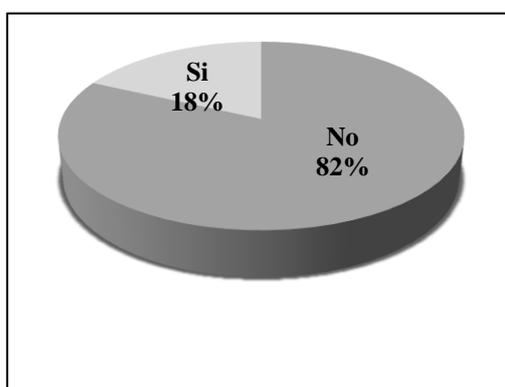
#### 4.7.2. Control de malezas

Las malezas en cultivo de papa, para los agricultores tienen relación con la proliferación de plagas y enfermedades, asimismo la competencia nutricional. El 18 por ciento de agricultores de la zona baja indican el uso de herbicidas antes del aporque, el 82 por ciento

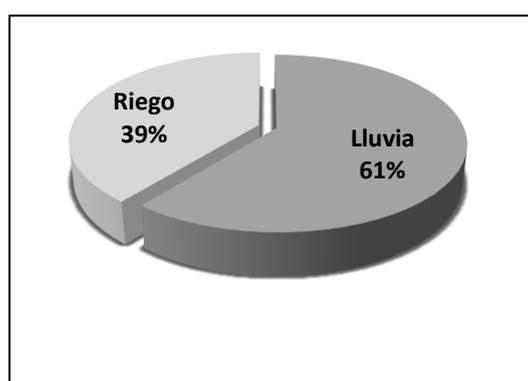
de la zona media y alta controlan con aporques que forma parte del manejo agronómico necesaria del cultivo (Figura 30).

#### 4.7.3. Uso de riego y control de plagas

El 39 por ciento de agricultores ubicados en las comunidades de la zona baja de Limatambo y Paucartambo, utilizan el riego por aspersión y relacionan este con el control de la mosca minadora, polilla de la papa, mosca blanca y los coleópteros masticadores; mientras, el 61 por ciento de agricultores ubicados en las comunidades de la zona media y alta indican que las lluvias provocan la mortalidad natural de las plagas, pero el exceso trae enfermedades para el cultivo (Figura 31).



**Figura 30: Control de malezas**  
N=194



**Figura 31: Riego por aspersión y lluvia en control de plagas**  
N=194

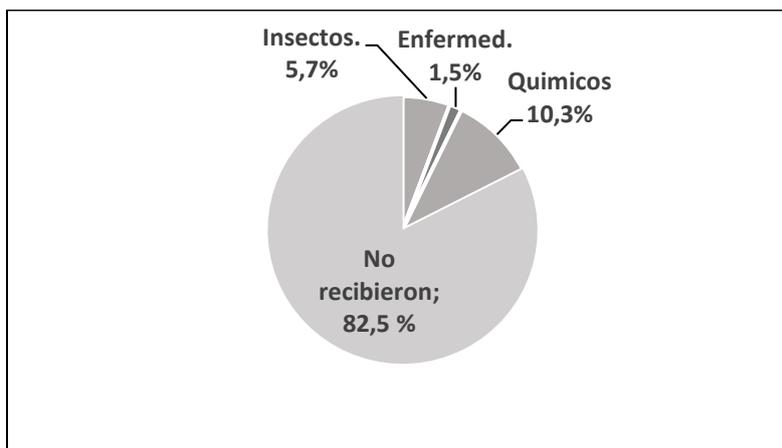
En el estudio se reporta que los agricultores conocen y usan las prácticas de control de plagas producto de su conocimiento local. Estas prácticas de control persisten en agricultores que cultivan papa en pequeñas extensiones y con destino al uso comercial, mientras, en la producción comercial de papa, la tendencia es priorizar las técnicas modernas de control de plagas y el conocimiento local para el control de plagas, queda relegada.

#### 4.8. INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE PLAGAS EN CULTIVO DE PAPA PARA LOS AGRICULTORES

El rol del Estado es el fortalecimiento de las capacidades de los agricultores para mejorar la producción y productividad de los cultivos. El Ministerio de Agricultura y las Direcciones Regionales Agraria, a través de las Agencias Agrarias, los organismos

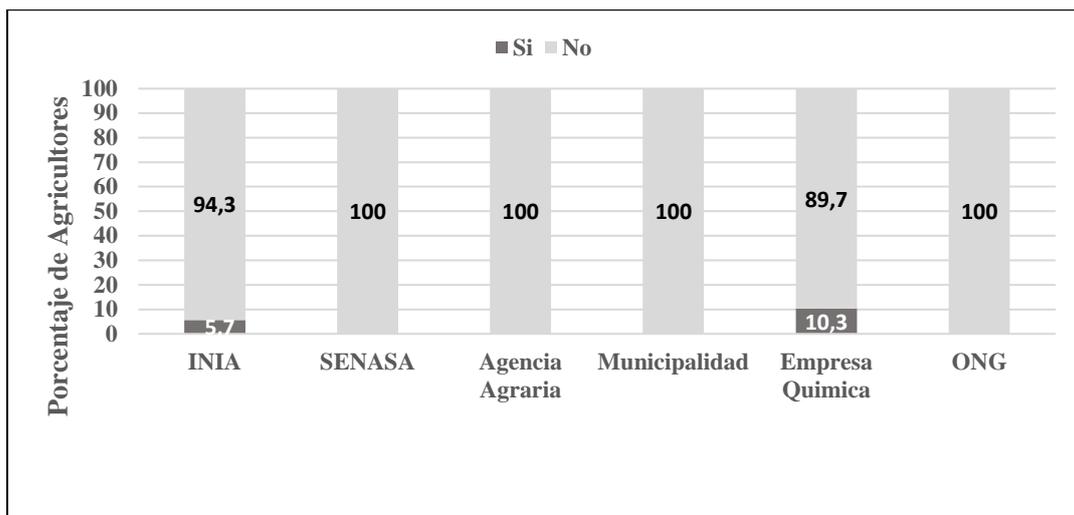
especializados y descentralizados el INIA y SENASA, los proyectos especiales como el Agro Rural; las municipalidades, los organismos no gubernamentales (ONGs), empresas privadas de comercialización de pesticidas y las universidades, forman parte de la responsabilidad de la validación y extensión de tecnologías de control de plagas hacia los agricultores (Cisneros 1995; Ortiz *et al.* 1997; INIA 2016).

En el presente estudio, los agricultores reportaron a las instituciones que participan con capacitación, asistencia técnica y entrega de materiales técnicos, para el control de plagas. El 5.7 por ciento de agricultores mostraron afiches, boletines, trípticos relacionados al gorgojo de los Andes y polilla de la papa, el 1.5 por ciento mostraron trípticos de nuevas variedades de papa y de otros cultivos, el 10.3 por ciento mostraron afiches sobre el control químico de plagas y enfermedades, el 82.5 por ciento no recibieron la información técnica (Figura 32).



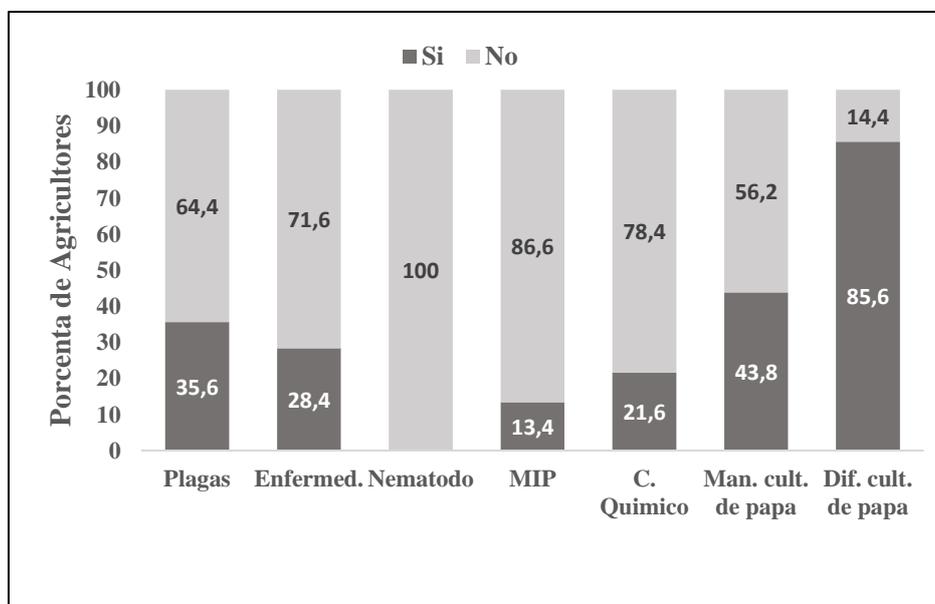
**Figura 32: Información técnica de control de plagas recibidas por los agricultores N=194**

Las instituciones que entregaron estos documentos corresponden al INIA y a la Empresa Química como el TQC, SERFY y las agroveterinarias locales; mientras, el SENASA, las Municipalidades, Agencias Agrarias, ONGs, no entregaron material técnico de información en los últimos tres años (Figura 33).



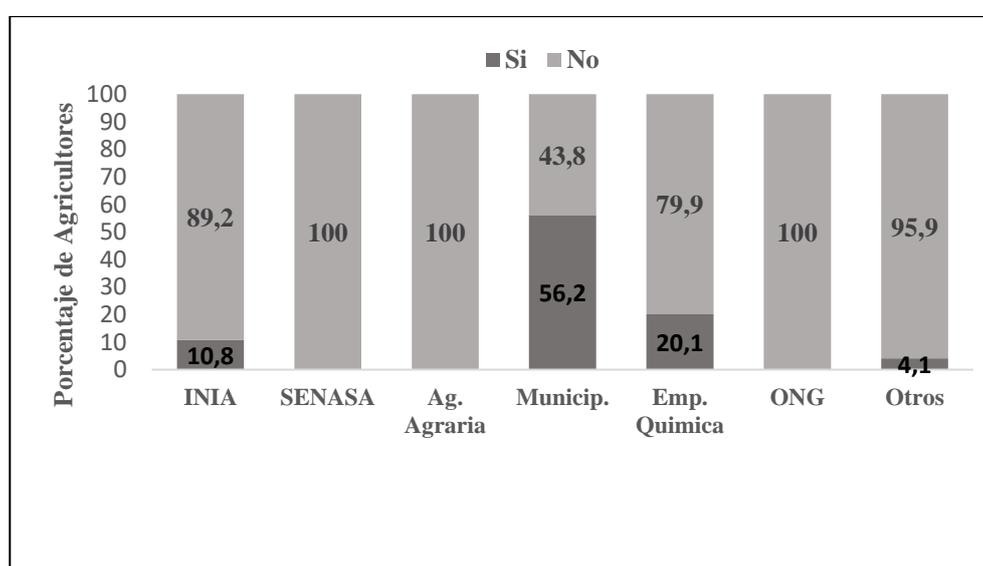
**Figura 33: Instituciones que entregaron material técnico para el control de plagas N=194**

El 35.6 por ciento de agricultores manifiestan que han recibido capacitación en plagas, 28.4 por ciento en enfermedades, el 13.4 por ciento en manejo integrado de plagas; no recibieron capacitación en nematodos, 21.4 por ciento en control químico, el 43.8 por ciento en manejo agronómico del cultivo de papa, el 85.6 por ciento en temas diferentes al cultivo de papa (Figura 34).



**Figura 34: Capacitaciones recibidas por temas en últimos tres años N=194**

Sobre las instituciones que capacitaron en últimos tres años, el 10.8 por ciento manifiestan de haber recibido capacitación del INIA, el 20.1 por ciento de las empresas químicas comercializadoras de pesticidas y 4.1 por ciento de AgroRural, el 56.2 por ciento de las municipalidades en temas diferentes al manejo integrado de plagas. Las capacitaciones han sido en modalidad de charlas en sus comunidades. El SENASA, Agencias Agrarias y las ONGs, no han sido reportadas por los agricultores como participantes en la capacitación (Figura 35).



**Figura 35: Instituciones que capacitaron a agricultores en últimos tres años N=194**

En este objetivo, se constata el alejamiento de las instituciones del Estado y de privadas como las ONGs en temas de capacitación y la asistencia técnica a los agricultores productores de papa. Alrededor de 95 por ciento de agricultores no acceden a los materiales técnicos de manejo de plagas; mientras el 10 por ciento de agricultores accedieron a la información técnica de control químico (insecticidas y fungicidas) que se correlaciona con el uso prioritario de esta tecnología en control de plagas y enfermedades. Cerca de 50 por ciento de agricultores reconocen que recibieron capacitaciones de las municipalidades, menos de 10 por ciento reconocen al INIA y 20 por ciento a la Empresa Química de pesticidas. No mencionan a SENASA, Agencias Agrarias de la Dirección Regional Agraria y ONGs, que hayan capacitado en plagas del cultivo de papa en últimos tres años.

#### **4.9. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA PERCEPCIÓN DE LOS AGRICULTORES**

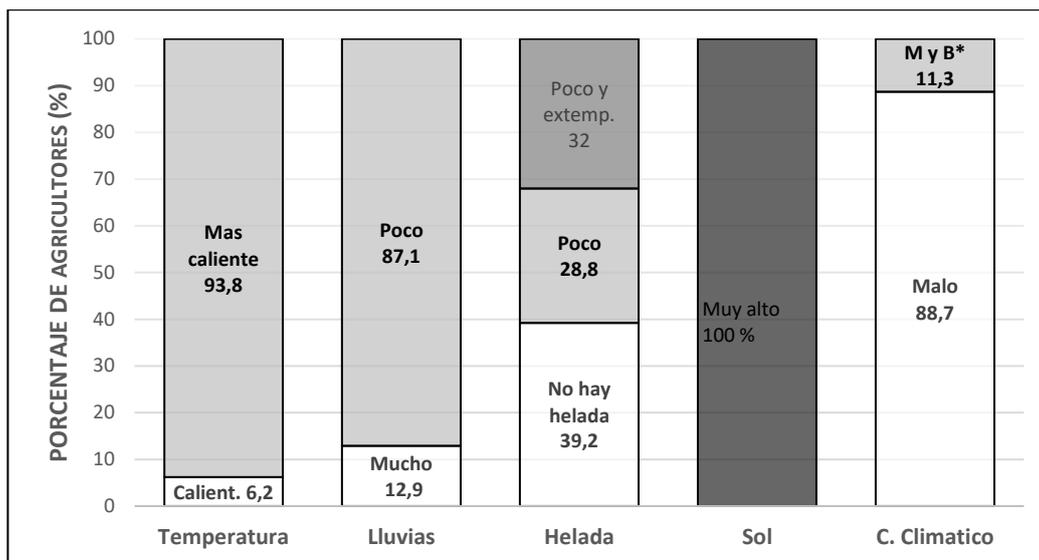
El cambio climático en los agroecosistemas de los valles interandinos y altoandinos va creando tendencias favorables para el desarrollo y proliferación de plagas tradicionales (Quiroz *et al.* 2018), el posicionamiento de nuevas especies de plagas en nuevos hábitats (Bueno *et al.* 2010 citados por Canales *et al.* 2014). Esta situación es percibida cualitativamente por los agricultores, su testimonio ayuda a constatar el estatus actual de las plagas en cultivo de papa en el contexto de la variabilidad del clima.

El 93.8 por ciento de agricultores consideran que la temperatura ambiental actual es más caliente que antes, el 6.2 por ciento califica como caliente, todos los agricultores indican que el sol es más intenso en comparación a los años pasados.

El 87.1 por ciento consideran que las lluvias están disminuyendo, el resto considera el incremento de estas; las precipitaciones focalizadas y concentradas seguidas de sequías prolongadas, en ellos significa que hay escases de lluvias; en otros casos, las lluvias concentradas generan inundaciones, derrumbes y aluviones como consecuencia de exceso de lluvias, situación que significa en ellos como el aumento de las lluvias.

Las heladas que en su ciclo normal se presentaban entre mayo y agosto de cada año. En esta investigación, el 28.8 por ciento de agricultores consideran que hay poca helada, 32 por ciento indican que las heladas son pocas y además extemporáneas, y 39.2 por ciento indican que en el agroecosistema que habitan no hay helada y son de las zonas bajas de Limatambo y Paucartambo.

Finalmente, el 88.7 por ciento consideran que el cambio climático es malo, por razones anteriormente indicadas; sin embargo, el 11.7 por ciento consideran que es malo y a la vez bueno porque en su sistema observan nuevas oportunidades como la adaptación y mejor desarrollo de cereales (maíz, avena y cebada) y sus cultivos muestran tendencias en el incremento de la producción (Figura 36).



**Figura 36: Percepción de los agricultores sobre el cambio climático relacionados a las plagas N=194**

**\*Malo y Bueno (MyB)**

La percepción de los agricultores sobre las plagas y enfermedades en el contexto del cambio climático (Figura 37). El 98.5 por ciento de agricultores consideran que la presión y el daño de las plagas son más fuertes que antes, solo el 1.5 por ciento consideran que continúan igual que antes; asimismo, el 77.3 por ciento indican que no hay nuevas plagas, si no son las mismas especies que han aumentado su agresividad; sin embargo, el 22.7 por ciento de agricultores de las comunidades de la zona baja de Limatambo indican a la mosca minadora y mosca blanca como nuevas; asimismo, los agricultores de la zona baja de Paucartambo y Limatambo mencionan a la polilla de la papa, como nueva plaga en cultivo de papa en campo, que en años anteriores solo era en almacén . Para la zona alta refieren el incremento de *Epitrix* spp. y *Diabrotica* spp. con daños considerables en los primeros estadios de desarrollo del cultivo. Esta tendencia asemeja con las afirmaciones de Kroschel *et al.* (2012) citados por Quiroz *et al.* (2018).

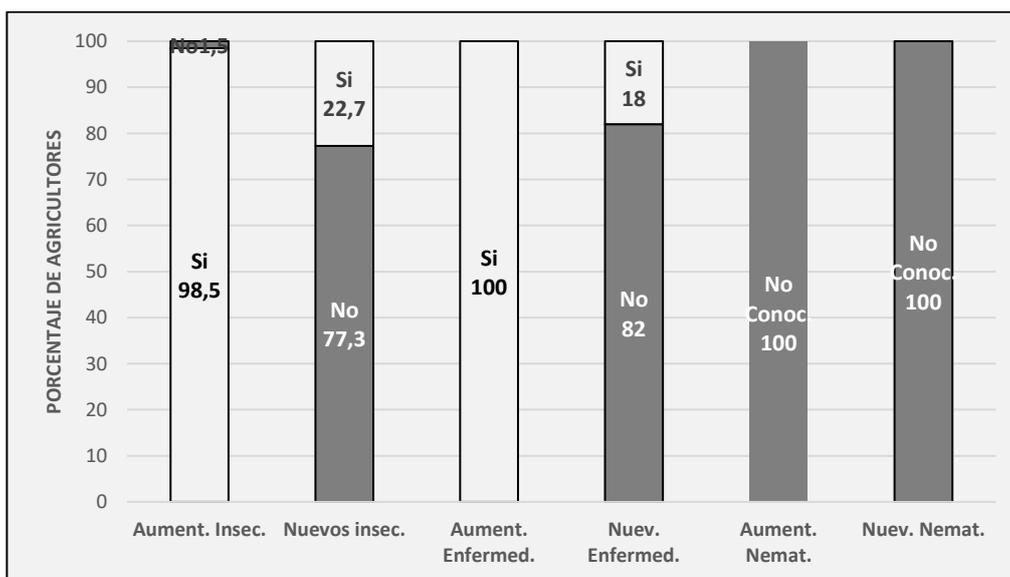
En el contexto del cambio climático, la “rancha” (*Phytophthora infestans*) es la enfermedad mencionada, como un problema transversal para todos los agroecosistemas del cultivo de papa en Cusco, la incidencia y la severidad ha aumentado, como reporta Perez *et al.* (2010 y 2016) citados por Quiroz *et al.* (2018), necesita aplicaciones frecuentes para la prevención de daño; por ejemplo en la comunidad de Uratari, ubicado en la zona alta de Limatambo mayor 3800 m.s.n.m, no usan insecticidas para el control de insectos plaga; sin embargo, es necesario el uso de fungicidas para la prevención del “tizón tardío”, lo que

antes no era necesario el uso de esta tecnología, aunque es la zona donde indicaron que también recurren a otras alternativas como el uso de la orina humana, legía y creso, además el espolvoreo de la ceniza a las hojas de la papa.

El 18 por ciento de agricultores de las comunidades de la zona alta de Urubamba y Paucartambo indicaron la presencia de nuevas enfermedades y refieren a *Alternaria solani* y otras que no son relevantes para ellos *Verticillium albo atrum*, *Esclerotinia solani* y *Rhizoctonia solani*.

El 82 por ciento de agricultores no conocen a los nematodos parásitos de papa, el 18 por ciento de agricultores de las comunidades de Chinchero conocen al nematodo quiste de la papa.

De las enfermedades y nematodos mencionados en los párrafos anteriores, los agricultores manifiestan que desconocen la relación con el cambio climático.



**Figura 37: Percepción de los agricultores sobre las plagas relacionados al cambio climático N=194**

**\*Resultados para el objetivo 3. Evaluar la adopción y la sustentabilidad económica, social y ambiental de las prácticas del control de plagas insectiles, enfermedades y nematodos.**

#### **4.10. ANÁLISIS DE SUSTENTABILIDAD DEL CULTIVO DE PAPA EN AGROECOSISTEMAS DE CUSCO CON ENFASIS EN MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS**

##### **4.10.1 Especies de insectos-plaga y enfermedades más importantes reportadas por los agricultores**

La sustentabilidad de métodos de control de plagas se analiza para aquellas especies que el agricultor reporto como plaga clave o primaria en el cultivo, estas son: *Premnotrypes latithorax* (Pierce) para las comunidades de la zona media y alta; *Symmetrischema tangolias* (Tuener) y *Phthorimaea operculella* (Zeller) para las comunidades de la zona media y baja. En enfermedad de condición primaria a “tizón tardío” *Phytophthora infestans* (Mont De Bary) para todos los ecosistemas.

En los agroecosistemas estudiados se observaron presencia de otras plagas insectiles y enfermedades para el cultivo, incluido los nematodos y el complejo de virus; sin embargo, los agricultores con los criterios que califican la importancia de una plaga (Objetivo 1) no consideran de relevancia y no ejercen algún tipo de control, a pesar que estas plagas tengan repercusión en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Las especies de plagas y enfermedades indicadas por los agricultores, para la zona andina también han sido reportadas por el CIP (1983) y por Pérez y Fobres (2008). Por otro lado, para el Perú, Hooker (1981) reporta 86 especies de insectos plaga y Alata (1973) 82 especies de enfermedades, asociadas al cultivo de papa; también Franco (1990) y Scurrah (2008) registran un número considerable de especies de nematodos. Sin embargo, pocas son las especies de plagas reales que ocasionan daños de importancia económica y social donde es necesario su control (Cisneros 1995; Lizárraga *et al.* 2004 y Kroschel *et al.* 2012).

#### **4.10.2 Análisis de sustentabilidad de las tecnologías de producción y el MIP en cultivo de papa**

El análisis de sustentabilidad de técnicas de control de plagas y enfermedades se realiza para tres plagas importantes, el gorgojo de los Andes, la polilla de la papa y el tizón tardío, que han tenido antecedentes en la capacitación de los agricultores asumidas por las instituciones.

Después del análisis de datos registrados de los agricultores, los indicadores de cada dimensión mostraron valores diferentes para cada zona y comunidades, siendo valores superiores o inferiores al umbral mínimo 2 de sustentabilidad y que ha permitido encontrar a los indicadores críticos y favorables a la sustentabilidad, luego explicar las causas de por qué ocurren.

##### **4.10.2.1 Dimensión Económica**

Las áreas sembradas con papa, tienen valores inferiores al Umbral Mínimo de Sustentabilidad (UMS) para las comunidades de Huerta alta, Pampaconga, Sondor, Sunchubamba y Tarawasi en la zona baja, y Cuper-Taucca, Sayllapata y Uratari de la zona alta, con valores entre 1.50 y 1.90, significa que las áreas asignadas para la siembra de papa son pequeñas y menores a 0.5 ha; mientras las comunidades de Huaypo y Yanacona de la zona media tienen el valor de 2.50 superior al UMS, lo que implica que las áreas sembradas son de mayor extensión y varía de 0.6 a 1 ha, por tanto, este indicador constituye una debilidad para la sustentabilidad del cultivo en el sistema (Cuadro 11, Figura 38). Este panorama caracteriza a Cusco, el cultivo de papa en minifundio y coincide con INEI (2012), bajo estas características hay poca motivación en los agricultores para implementar tecnologías que permitan obtener la productividad en el cultivo. La permanente fragmentación de tierras, obedece a aspectos socioculturales, enmarcadas en donaciones de padres a hijos y reducción de áreas agrícolas, donde los cultivos forman parte de subsistencia familiar y el excedente al mercado. Bajo estas características, los agricultores deben estar organizados para las capacitaciones, situación registrada como una debilidad en este estudio.

En el indicador del número de variedades modernas usadas por el agricultor, las comunidades de Pampaconga, Sondor, Sunchubamba, Tarawasi, en la zona baja y Cuper-Taucca, Sayllapata y Uratari, en la zona alta, presentan un valor entre 1.30 y 1.90, lo cual

es inferior al UMS; mientras las comunidades de Huerta Alta con 2.30 en la zona baja, Huaypo con 2.20 y Yanacona con 2.43 en la zona media, tiene valores superiores al UMS, excepto las comunidades de Yanacona y Huaypo con 2.24 superior al UMS. Las comunidades de la zona baja disponen de 1 a 2 variedades, de la zona alta de 2 a 3 variedades, mientras que de la zona media disponen de 3 a 5 variedades. El número de variedades usadas en el sistema, ofrecen mayor posibilidad de tolerancia a efectos adversos del ambiente, plagas y enfermedades (Altieri y Nicholls 1994) y mejores oportunidades de comercialización por la preferencia de los consumidores por variedades (Almeyda 2004), esta situación ocurre en las comunidades de Yanacona y Huaypo (Cuadro 11 y Figura 38), mientras que, en las comunidades de la zona baja y alta, es un indicador débil para la sustentabilidad.

En la procedencia de la semilla de variedades mejoradas y nativas comerciales, las comunidades de Sondor, Sunchubamba, Tarawasi en la zona baja, Cuper-Taucca, Sayllapata y Uratari en la zona alta, presentan valores entre 1.30 y 1.90, lo cual es inferior al UMS; mientras que, Huerta Alta y Pampaconga de la zona baja, Huaypo y Yanacona en la zona media, presentan valores entre 2.00 y 2.80, valores superiores al UMS (Cuadro 11 y Figura 38). El 76 por ciento de agricultores no conocen a las instituciones y agricultores que producen la semilla de papa, ellos compran del mercado, de las ferias agropecuarias, de los vecinos y algunos adquieren de los agricultores semilleristas y del INIA, como ocurre en Yanacona y Huaypo. En las comunidades de la zona baja cambian la semilla para cada año, mientras, en la zona media y alta, conservan su propia semilla por 3 a 5 años, después renuevan, información concordante con Ortega (2012). Entre 1980 a 1990 el SEINPA y el INIA, organizaron y capacitaron a los agricultores en producción de semilla básica, certificada y registrada; la Asociación Arariwa y el Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA-UNSAAC) también asumieron esta tarea (Ortega 2012). En la actualidad solo el INIA produce la semilla de variedades comerciales en cantidades mínimas. En este estudio se registra en la mayoría de las comunidades, valores no sustentables en uso de calidad de semilla, por tanto, se declara como indicador crítico para la sustentabilidad del cultivo de papa en el sistema del agricultor en la región de Cusco, lo que influye en el rendimiento y rentabilidad del cultivo.

En el indicador de fertilizante químico, estiércol y abonos foliares, en Sondor, Sunchubamba, Tarawasi, Cuper-Taucca, Sayllapata y Tarawasi, presentan valores entre 1.60 y 1.90, son comunidades con valores inferiores a UMS; mientras que Huerta Alta, Pampaconga, Huaypo y Yanacona, con valores entre 2 y 2.60, son comunidades que muestran valores sustentables en este indicador (Cuadro 10 y Figura 38). 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 por ciento de agricultores complementan con cantidades mínimas de estiércol y 65 por ciento con abonos foliares, estos datos son coincidentes con INEI (2012). En Pampaconga, Huerta Alta, Sayllapata, Yanacona, Huaypo y Sunchubamba, usan mayor cantidad de fertilizantes que otras comunidades. Las cantidades de fertilizantes, abonos orgánicos y foliares usados es por la experiencia y el presupuesto del agricultor, no se basa en la necesidad y la demanda de nutrientes disponible en el suelo para el cultivo, esta realidad es una de las causas de bajo rendimiento del cultivo. La mayoría de las comunidades muestran valores inferiores a UMS, por tanto, este indicador es débil a la sustentabilidad del cultivo en el sistema, y es la realidad de la mayoría de las zonas productoras de papa en la región de Cusco.

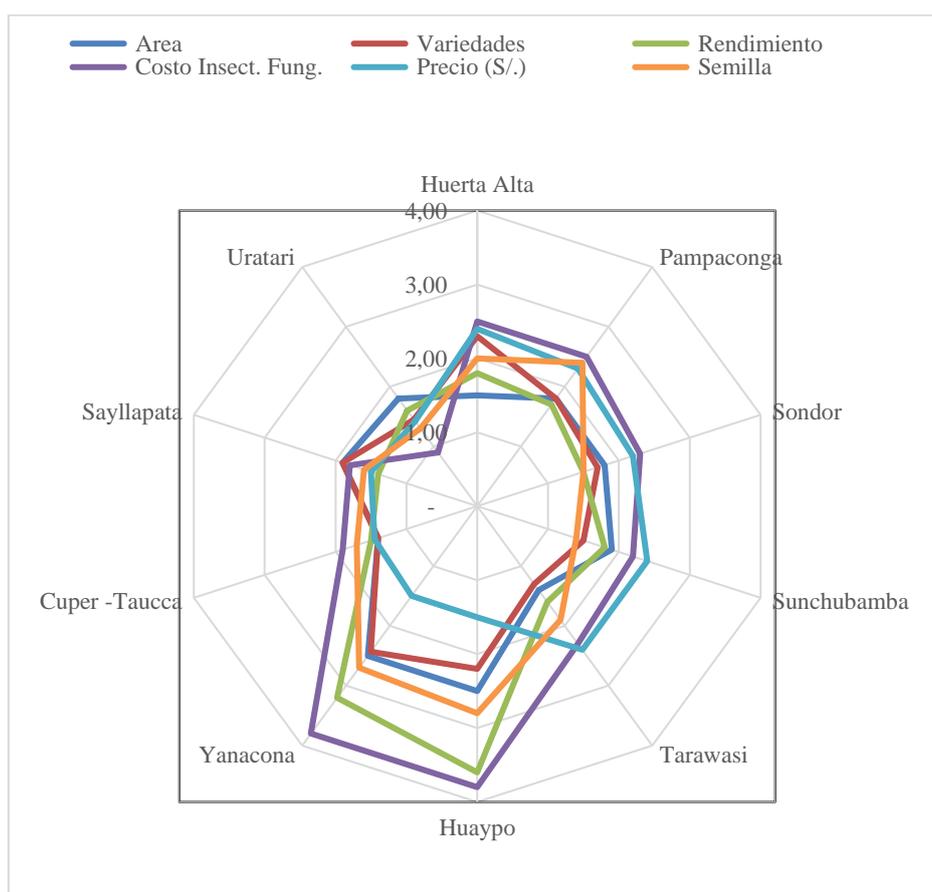
En rendimiento, las comunidades Huerta Alta, Pampaconga, Sondor, Sunchubamba, Tarawasi de la zona baja y Cuper Taucca, Sayllapata y Uratari en la zona alta, con valores entre 1.40 y 1.80, son comunidades con valores inferiores al UMS; mientras Huaypo y Yanacona de la zona media tienen valores de 3.60 y 3.20 respectivamente, lo que es superior al UMS (Cuadro 10 y Figura 38). El rendimiento es variable por agricultores y zonas, el 7 por ciento de agricultores obtienen menos de 5 000 kg/ha, 45 por ciento entre 6 000-9 000 kg/ha, 31 por ciento de 9 000-12 000 kg/ha, 11 por ciento de 13 000-16 000 kg/ha, finalmente el 6 por ciento obtienen más de 16 000 kg/ha. Los rendimientos se reflejan mejor para Yanacona y Huaypo, seguido de Pampaconga y Huerta Alta. El rendimiento promedio para Cusco es 12.3 t/ha según Pradel *et al.* (2017), en el estudio se demuestra que el 83 por ciento 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. Por tanto, la mayoría de las comunidades tienen valores inferiores al UMS, este indicador se declara como crítico para la sustentabilidad de cultivo de papa en la región de Cusco.

En cuanto al indicador de precio, las comunidades de Huerta Alta, Pampaconga, Sondor, Tarawasi y Sunchubamba muestran valores superiores al UMS, significa que alcanzan a mejores precios en el mercado, debido a que cultivan papa en época seca, cosechan y proveen al mercado en meses de escasez; mientras las comunidades de Huaypo, Yanacona, Cuper-Taucca, Uratari y Sayllapata, ubicadas en la zona media, muestran el valores entre 1.42 y 1.50, lo cual es inferior al UMS, implica que los precios son bajos en el mercado debido a que el cultivo es de mayor extensión (70 por ciento de área sembrada), la cosecha y la disponibilidad al mercado es con mayor volumen que repercute en precios por la mayor oferta. Para 2018, el 70 por ciento de agricultores indican precios en parcela, de 0.50 a 0.70 soles/kg, el 28 por ciento entre 0.70 a 0.90, y 2 por ciento igual o menor a 0.50 soles/kg. El precio esta supeditado a la oferta y demanda, distancia de las zonas de producción al mercado, época de siembra, variedad, inversion y presentación del producto, el precio es impuesto por los comerciantes intermediarios, como indica Almeyda (2004). Los agricultores indican que el precio de papa esta rezagado en 10 años y no es rentable, aunque los precios no son estables en el tiempo, si no, factibles a mejorar por situaciones favorables a este rubro, sin embargo, esta realidad no es favorable para la sustentabilidad del cultivo en el momento del estudio y es un indicador débil.

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 la zona alta Cuper-Taucca, Sayllapata y Uratari presentan valores de 1.90, 1.80 y 0.90 respectivamente, son valores inferiores al UMS; mientras las comunidades de Huaypo y Yanacona de la zona media y Huerta Alta, Pampaconga, Sondor, Tarawasi de la zona baja con valores entre 2.30 y 3.80, son mayores al UMS y apoyan a la sustentabilidad del cultivo, desde el punto de vista de protección del cultivo y seguridad de cosecha sana (Cuadro 11, Figura 38). Todos los agricultores usan fungicidas y el 90 por ciento de ellos usan insecticidas. El 11 por ciento de agricultores invierten hasta 300 nuevo soles, el 23 por ciento hasta 500, el 18 por ciento y 31 por ciento hasta 600 y 700 respectivamente, el 16 por ciento igual o mayor a 800 nuevo soles 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).

**Cuadro 12: Resumen de valores de los indicadores del analisis de la dimension economica**

Comunidad	Área	Variedades	Rendimiento	Costo Insect. Fung.	Precio (S/.)	Semilla	Prom. D. Eco.
Huerta Alta	1.50	2.30	1.80	2.50	2.40	2.00	2.08
Pampaconga	1.80	1.80	1.70	2.50	2.30	2.40	2.08
Sondor	1.80	1.70	1.50	2.30	2.20	1.50	1.83
Sunchubamba	1.90	1.50	1.80	2.20	2.40	1.40	1.87
Tarawasi	1.40	1.30	1.60	2.30	2.40	1.90	1.82
Huaypo	2.50	2.20	3.60	3.80	1.50	2.80	2.73
Yanacona	2.50	2.43	3.20	3.80	1.50	2.70	2.69
Cuper -Taucca	1.40	1.40	1.50	1.90	1.45	1.70	1.56
Sayllapata	1.90	1.90	1.40	1.80	1.50	1.60	1.68
Uratari	1.80	1.45	1.60	0.90	1.42	1.30	1.41
<b>Promedio</b>	<b>1.85</b>	<b>1.80</b>	<b>1.97</b>	<b>2.40</b>	<b>1.91</b>	<b>1.93</b>	<b>1.98</b>



**Figura 38: Indicadores de la dimensión económica**

#### 4.10.2.2 Dimensión Social

La educación académica de los agricultores presenta un escenario variable por zonas, agroecosistemas y comunidades. Las comunidades de Sunchubamba, Tarawasi, Cuper-Tauca, Sayllapata y Uratari, con valores entre 0.90 y 1.77, muestran valores inferiores al UMS; mientras las comunidades de Pongobamba, Sondor, Huaypo y Yanacona con valores entre 2.20 y 2.61 son superiores al UMS (Cuadro 12, Figura 39a). En el estudio se ha registrado que el 16 por ciento de agricultores son analfabetos, el 59 por ciento con primaria, el 23 por ciento con secundaria y 2 por ciento superior, datos similares al reporte de INEI (2012). 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 (Ortiz *et al.* 1997). En ese contexto la educación de los agricultores es todavía un indicador débil, en el futuro próximo este panorama puede cambiar; en otro contexto, 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).

El indicador de la disposición de los agricultores a la capacitación muestra el valor entre 2 y 2.55, indica que todas las comunidades muestran valores superiores al UMS (Cuadro 12, Figura 39a), implica que los agricultores sin excepción muestran la amplia disposición para ser capacitados en el manejo integral del cultivo y es un indicador favorable para la sustentabilidad del cultivo en el sistema.

El indicador de la capacitación recibida por los agricultores entre 2014 a 2016, Sunchubamba con valor de 1.41, Huaypo con 1.39 y Sayllapata con 1.57, muestran valores inferiores a UMS; mientras que las comunidades Huerta Alta, Pongobamba, Sondor, Tarawasi, Yanacona, Cuper-Tauca y Uratari presentan el valor entre 2.05 y 4, valores que son superiores al UMS (Cuadro 12, Figura 39a). En el estudio se ha registrado que el 35.6 por ciento de agricultores recibieron capacitación en plagas, el 21.4 por ciento en control químico y 10.3 por ciento mostraron afiches de control químico; el 5.7 por ciento de agricultores reportaron afiches, boletines, trípticos de gorgojo de los Andes y polilla de la papa, el 1.5 por ciento mostraron trípticos de nuevas variedades de papa y de otros cultivos. Siendo un indicador favorable para la sustentabilidad; sin embargo, en la realidad no refleja la solución a los problemas de producción y sanidad del cultivo y esto

puede deberse al uso y presentación de información técnica no adecuada y la carencia de especialistas y profesionales capacitados en esta materia.

La participación de las instituciones en capacitación de agricultores, muestra valores entre 0.49 y 1.78, todas las comunidades presentan valores inferiores al UMS (Cuadro 12, Figura 39a). En los últimos tres años (2014 a 2016), el 10.8 por ciento de agricultores reportan que recibieron la capacitación del INIA, el 20.1 por ciento de empresas químicas que comercializan pesticidas y fertilizantes y 4.1 por ciento de AgroRural; mientras que el 56.2 por ciento mencionan a las municipalidades. Se demuestra la baja asistencia técnica y capacitación a los agricultores desde el Estado y otras instituciones, es un indicador crítico, que amenaza a la sustentabilidad de soporte técnico en producción y manejo de plagas en cultivos.

Entre las comunidades y los agricultores hay diferencias en 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*, los agricultores 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 en la planta.

En *Premnotrypes latithorax*, plaga de mayor dispersión y con daño importante para el cultivo de papa en agroecosistemas andinos de Cusco, el conocimiento es avanzado en ciclo biológico, los estados de desarrollo, el comportamiento de reproducción, el daño en la planta y las técnicas de control. La comunidad de Sunchubamba con valor 1 muestra un conocimiento débil sobre el gorgojo de los Andes; mientras que las comunidades de Huaypo, Yanacona, Cuper-Taucca, Sayllapata y Uratari con valores entre 2.15 y 3.70 muestran valores superiores al UMS (Cuadro 12, Figura 39b), implica que el conocimiento de los agricultores en estas comunidades sobre los aspectos indicados para el gorgojo de los Andes es avanzado, que favorece a la sustentabilidad de manejo de esta plaga. En Yanacona y Huaypo indican de 4 a 9 prácticas de control, en las comunidades de la zona alta de 1 a 4 prácticas. Las prácticas más indicadas son: el uso de mantas a la cosecha de tubérculos para cosecha de larvas, rotación de cultivos, recojo manual de adultos, cosecha adelantada de papa, uso de gallinas para la predación de larvas, remoción manual del suelo en lugares de almacenamiento de papa en campo y almacén para exposición de larvas, pupas y el control químico.

Para *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*, en las comunidades de Sondor, Huaypo, Yanacona, Cuper-Taucca, Sayllapata y Uratari, con valores entre 0.52 y 1.90 no alcanzaron al UMS; mientras que las comunidades de Huerta Alta, Pampaconga, Sunchubamba y Tarawasi con valores entre 2.17 y 2.40 alcanza a valores superiores al UMS (Cuadro 12, Figura 39b). 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. 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 mayor adopción de conocimiento sobre el gorgojo de los Andes y la polilla de la papa, 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). Después de más de dos décadas de haber pasado estas capacitaciones aún persiste los conocimientos y las prácticas de control, debido al flujo de estos conocimientos que trasciende de padres a hijos, que ha permitido y permitirá continuar la extensión de estos saberes a futuras generaciones de agricultores (Caceda y Quintanilla 1984).

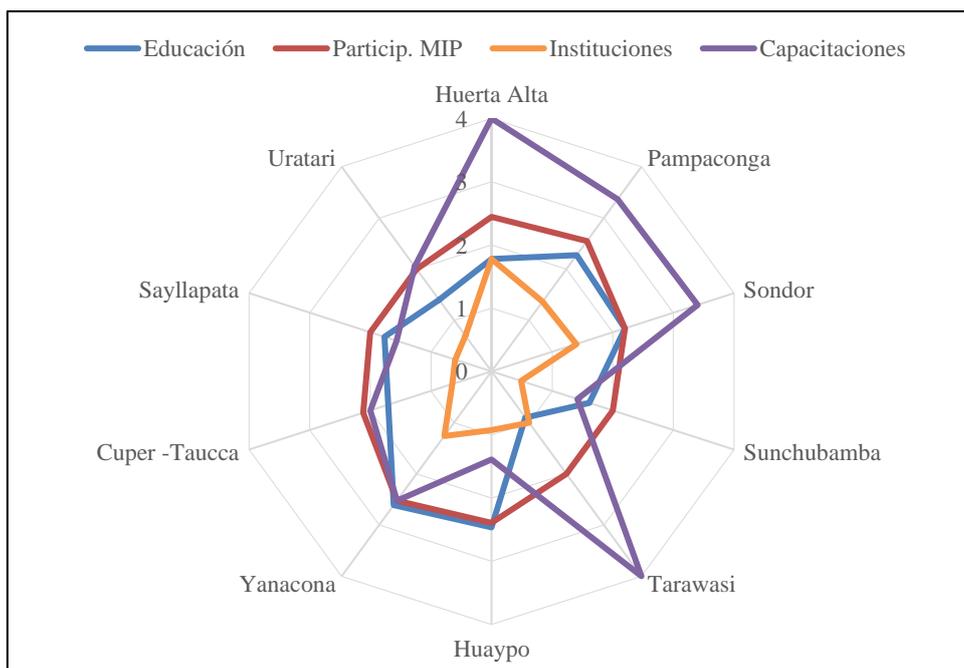
Para *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*, las comunidades de Sondor, Tarawasi, Cuper-Taucca y Uratari presentan valores entre 1.20 y 1.65, son valores inferiores al UMS; mientras las comunidades de Huerta Alta, Pampaconga, Sunchubamba, Yanacona, Huaypo y Sayllapata, con valores entre 2.02 y 2.88 son superiores al UMS (Cuadro 12 y Figura 39b). Las diferencias se relacionan al conocimiento diferenciado del ciclo biológico, fuentes de inóculo y formas de sobrevivencia del hongo, sin embargo, todos conocen a la enfermedad por el síntoma que presenta 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 variedades resistentes, selección de semilla, época de siembra, aporque alto y uso de fungicidas, son las practicas más indicadas.

El número de prácticas modernas de control de plagas y enfermedades indicados por los agricultores, para el gorgojo de los Andes, polilla de la papa y el tizón tardío, constituiría una fortaleza, cuando el agricultor lo utiliza, de lo contrario, si solo conoce y no se 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).

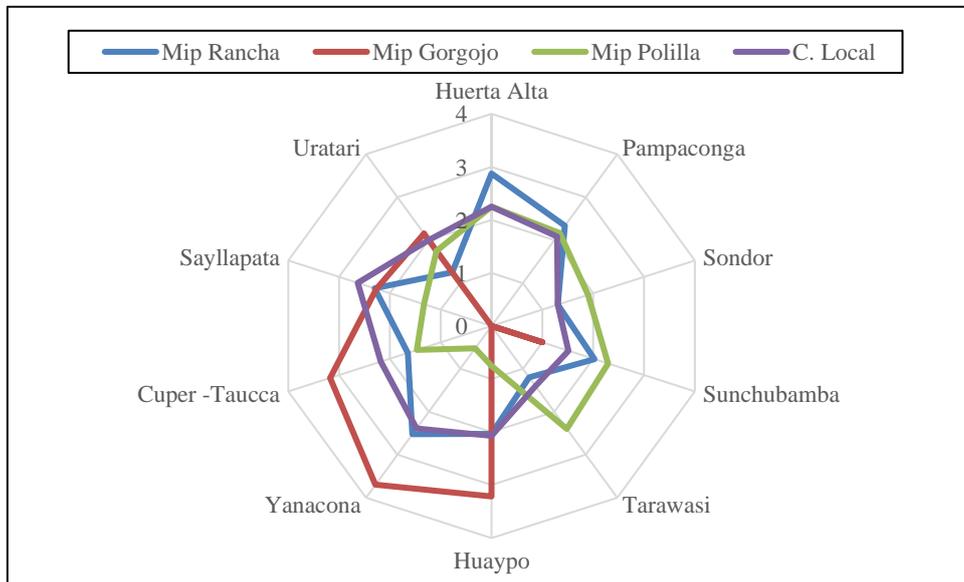
El conocimiento local para el control de plagas y enfermedades persiste en el sistema de los agricultores, como consecuencia de cadena de aprendizaje de padres a hijos (Caceda y Quintanilla 1984). Las comunidades de Sondor, Sunchubamba y Tarawasi con valores de 1.30, 1.51 y 1.40 respectivamente son inferiores al UMS; mientras, las comunidades de Huerta Alta, Pampaconga, Huaypo, Yanacona, Cuper-Taucsa, Sayllapata y Uratari, con valores entre 2 y 2.63, son superiores al UMS (Cuadro 12, Figura 39b). La mayoría de las comunidades tienen valores favorables a la sustentabilidad, por tanto, este indicador se constituye en una fortaleza para la sustentabilidad del cultivo en el sistema. Se ha registrado 12 prácticas que indican y usan los agricultores para el control de plagas y enfermedades, producto del conocimiento local. La orina humana fermentada, la legía y el creso mezclados con agua y su posterior aspersión a las hojas, la exposición de tubérculos dañados por plagas y enfermedades a la helada, o el entierro al suelo y/o la alimentación de los animales, la roturación del suelo con 4 a 5 meses de anticipación, quema de residuos de cosecha afectados con enfermedades, espolvoreo de ceniza a las hojas, el uso de ceniza y cal debajo de los montones de papa para el control de larvas del gorgojo de los Andes, la selección de semilla para evitar el traslado de enfermedades a nuevas parcelas, y rotación con cultivos diferentes en las parcelas sembradas con papa, son las prácticas usadas y mencionadas por los agricultores. La información detallada sobre que plagas y enfermedades controlan con estas prácticas, se menciona en el Título 4.7 y Figura 29.

**Cuadro 13: Resumen de valores de los indicadores del análisis de la dimensión social**

Comunidad	Educación	Particip. MIP	Instituciones	Capacitaciones	MIP-Tizon Tardío	MIP. gorgojo Andes	MIP Polilla de la papa	Conoc. Local	Prom. D. Social
Huerta Alta	1.78	2.44	1.78	4.00	2.88	0.00	2.25	2.25	2.17
Pampaconga	2.27	2.55	1.36	3.36	2.33	0.00	2.17	2.08	2.02
Sondor	2.20	2.20	1.40	3.40	1.30	0.00	1.90	1.30	1.71
Sunchubamba	1.61	2.00	0.49	1.41	2.02	1.00	2.29	1.51	1.54
Tarawasi	0.90	2.00	1.00	4.00	1.20	0.00	2.40	1.40	1.61
Huaypo	2.46	2.39	0.93	1.39	2.04	3.21	0.75	2.07	1.91
Yanacona	2.61	2.52	1.26	2.52	2.52	3.70	0.52	2.39	2.26
Cuper -Taucsa	1.71	2.12	0.65	2.00	1.65	3.18	1.47	2.18	1.87
Sayllapata	1.77	2.00	0.60	1.57	2.30	2.27	1.33	2.63	1.81
Uratari	1.40	2.00	0.70	2.05	1.25	2.15	1.75	2.00	1.66
Promedio	1.87	2.22	1.02	2.57	1.95	1.55	1.68	1.98	1.86



**Figura 39a: Indicadores de la sustentabilidad social**



**Figura 39b. Indicadores de la sustentabilidad social**

#### 4.10.2.3 Sustentabilidad Ambiental

Las variedades de papas nativas no son cultivadas en comunidades menores a 3000 msnm. Las comunidades de Huaypo, Yanacona y Cuper-Taucca con valores 1.39, 1.43 y 1.71 respectivamente, tienen valores inferiores a UMS; mientras, las comunidades de Sayllapata y Uratari con 3.03 y 3.70 respectivamente tienen valores superiores a UMS (Cuadro 13, Figura 40a). En las comunidades de la zona media con valores superior a UMS en este estudio, cultivan de 1 a 5 variedades nativas y las comunidades de la zona alta cultivan de 6 a 20 variedades nativas y en pocos casos hasta 300 variedades, información concordante con Ortega (2012) y Pradel *et al.* (2017). En el estudio se reporta que, la tendencia es a la disminución de número de variedades conservadas por los agricultores, situación que es más crítica en las comunidades de la zona media y con menor incidencia en comunidades de la zona alta. Por otro lado, los agricultores con educación inicial (primaria) y analfabetos, son los que mantienen la cultura de conservación de la mayor diversidad de variedades de papas nativas, con respecto a los agricultores que tienen educación secundaria y superiores, tienen la menor diversidad o no tienen variedades de papas nativas en su sistema.

Para el indicador de diversidad de especies cultivadas, presenta valor inferior 3 para la comunidad de Cuper Taucca y valor superior de 4 para la comunidad de Sayllapata, los valores de otras comunidades dentro de este rango, muestran valores ampliamente superiores a UMS (Cuadro 13, Figura 40a). 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 cultivadas que determinan un agroecosistema con resistencia asociativa a fitófagos, con pocas especies de plagas primaria, una estructura compleja por la disposición de policultivos y la diversidad vegetal, que conlleva a la disminución de plagas, con estabilidad ecológica, resiliencia y autodependencia (Altieri y Nicholls 1994), componentes que fortalecen a la sustentabilidad de los cultivos en la región, con aporte importante en la seguridad alimentaria y la economía del agricultor.

En cuanto al indicador de la rotación de cultivos, las comunidades de Sunchubamba, Huerta Alta, Pampaconga, Sondor, Tarawasi, Huaypo, Yanacona y Sayllapata con valores entre 0.02 y 1.63, son inferiores al UMS; mientras que las comunidades de Uratari y

Cuper-Taucca con valor 4, son superiores a UMS (Cuadro 13, Figura 40a). La rotación de las parcelas con papa es variable en el tiempo, no existe el monocultivo en papa, pero el intervalo de tiempo de rotación cada vez es menos en las comunidades de la zona media y baja, presentando un indicador débil a la sustentabilidad del cultivo. En la zona baja es cada 1 a 2 años, en la zona media de 2 a 4 años y en la zona alta de 5 a 7 años que corresponden a Uratari y Cuper-Taucca. El tiempo de rotación de cultivos depende del número de parcelas y de especies cultivadas, 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 indicador de conocimiento local para el control de plagas y enfermedades persiste en los agricultores (Caceda y Quintanilla 1984). Las comunidades de Sunchubamba y Uratari con valores de 1.78 y 1.95 respectivamente, tienen valores inferiores a UMS; sin embargo, las comunidades de Huerta Alta, Pongobamba, Sondor, Tarawasi, Huaypo, Yanacona, Cuper-Taucca y Sayllapata, con valores entre 2 y 2.44, muestran valores superiores al UMS (Cuadro 13, Figura 40a). Los agricultores mencionaron que conocen y usan al menos 12 prácticas de control de plagas y enfermedades producto de conocimiento local, basados en uso de recursos, materiales e insumos de la zona, compatibles con el ambiente saludable y la producción orgánica de las cosechas, afirmación que coincide con Arias (2009), de esta manera el indicador se constituye como favorable a la sustentabilidad del cultivo en el sistema.

El control químico es la alternativa más usada para el control de plagas y enfermedades en cultivo de papa (Surosh 2009; y Ortega 2012).

Para el indicador de número de principios activos de insecticidas usados, la comunidad de Uratari presenta un valor de 2.80 que es superior al UMS; las otras comunidades con valores entre 0.06 y 0.43, muestran valores ampliamente inferiores al UMS (Cuadro 13 y Figura 40b). En la zona baja y alta usan con preferencia a carbamatos y fosforados, generalmente un principio activo (PA) por campaña agrícola, en la zona media prefieren el uso de piretroides y hasta dos principios activos.

El indicador de frecuencia de aplicaciones para insecticidas, en las comunidades de Sunchubamba, Cuper-Taucca, Sayllapata y Uratari con valores entre 2.43 y 4, muestran valores superiores al UMS; mientras que las comunidades de Huerta Alta, Pampaconga,

Sondor, Tarawasi, Huaypo, Yanacona, con valores entre 1 y 1.82, muestran valores inferiores al UMS (Cuadro 13, Figura 40b).

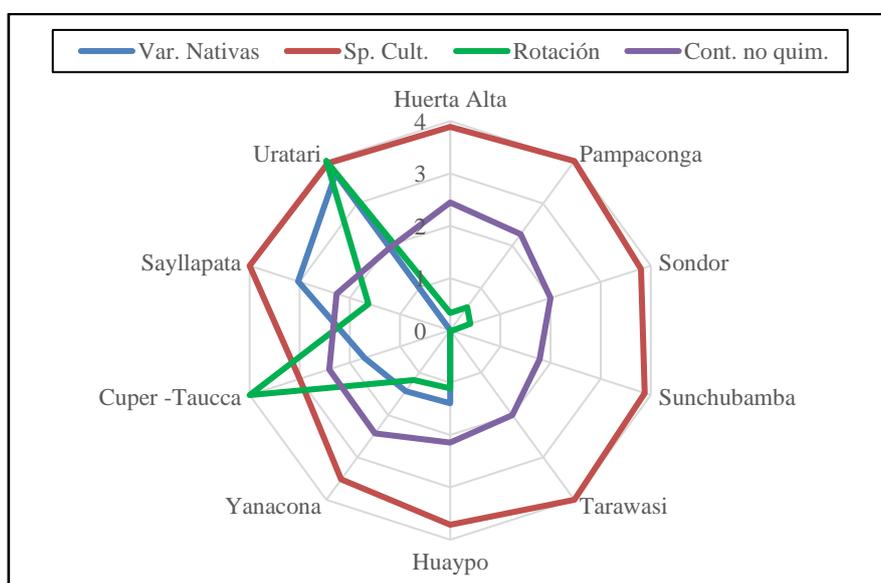
El indicador de uso de principios activos de insecticida usados constituye el indicador crítico, debido al uso de fosforados y carbamatos que son de alta toxicidad y de etiqueta roja, con amplio rango de acción y altamente contaminantes de ambiente y efecto colateral a los controladores biológico. La frecuencia de aplicaciones es un indicador favorable para las comunidades de la zona alta, por 1 a 2 veces de aplicación por campaña agrícola, mientras que en la zona media y baja las frecuencias son mayor a 2 aplicaciones que determina como un indicar débil a la sustentabilidad.

Para el indicador de fungicida, la comunidad de Pampaconga y Sondor con valor 2, muestran valor superior al UMS. Las comunidades de Huerta Alta, Sunchubamba, Tarawasi, Huaypo, Yanacona, Cuper-Taucca, Sayllapata y Uratari, con valores entre 1 y 1.56, muestran valores inferiores al UMS (Cuadro 13, Figura 40b). Las comunidades de la zona baja y alta priorizan el uso de fungicidas de contacto de diferentes principios activos; mientras que en la zona media priorizan el uso de sistémico y sistémico-contacto. La mayor diversidad de uso de PA de fungicidas usados por la mayoría de las comunidades, resulta un indicador débil para la sustentabilidad.

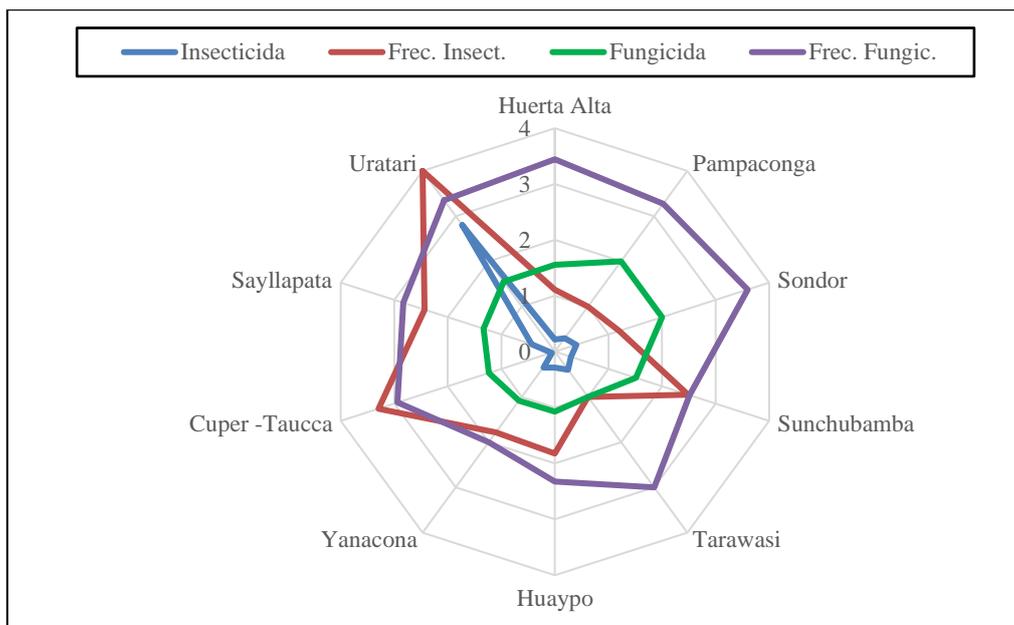
En el indicador de frecuencia de aplicaciones de fungicidas con valores entre 2.51 y 3.60, todas las comunidades muestran valores superiores al UMS (Cuadro 13, Figura 40b). Las frecuencias de aplicaciones de 1 a 2 en las comunidades de la zona baja y alta, en la zona media hasta 3 aplicaciones por campaña agrícola, determinan que es un indicador favorable para la sustentabilidad por contaminación mínima que pueda ocasionar en el ambiente.

**Cuadro 14: Resumen de valores de los indicadores del análisis de la dimensión ambiental**

Comunidad	Var. Nativas	Sp. Cult.	Rotación	Cont. no quim.	N° (p.a) Insect.	Frec. Aplic. Insect.	N° (p.a) Fung.	Frec. Aplic. Fung.	Promd. D. Ambiental
Huerta Alta	0.00	3.89	0.33	2.44	0.22	1.11	1.56	3.44	1.63
Pampaconga	0.00	4.00	0.55	2.27	0.30	1.00	2.00	3.27	1.67
Sondor	0.00	3.80	0.40	2.00	0.40	1.20	2.00	3.60	1.68
Sunchubamba	0.00	3.88	0.02	1.78	0.30	2.49	1.51	2.51	1.56
Tarawasi	0.00	4.00	0.00	2.00	0.40	1.00	1.00	3.00	1.43
Huaypo	1.39	3.71	1.11	2.14	0.29	1.82	1.07	2.32	1.73
Yanacona	1.43	3.52	1.17	2.43	0.35	1.78	1.09	2.00	1.72
Cuper -Tauca	1.71	3.00	4.00	2.41	0.06	3.29	1.24	2.94	2.33
Sayllapata	3.03	4.00	1.63	2.27	0.43	2.43	1.33	2.83	2.25
Uratari	3.70	3.95	4.00	1.95	2.80	4.00	1.55	3.35	3.16
<b>Promedio</b>	1.13	3.78	1.32	2.17	0.55	2.01	1.43	2.93	<b>1.92</b>



**Figura 40a: Indicadores de la dimensión ambiental**

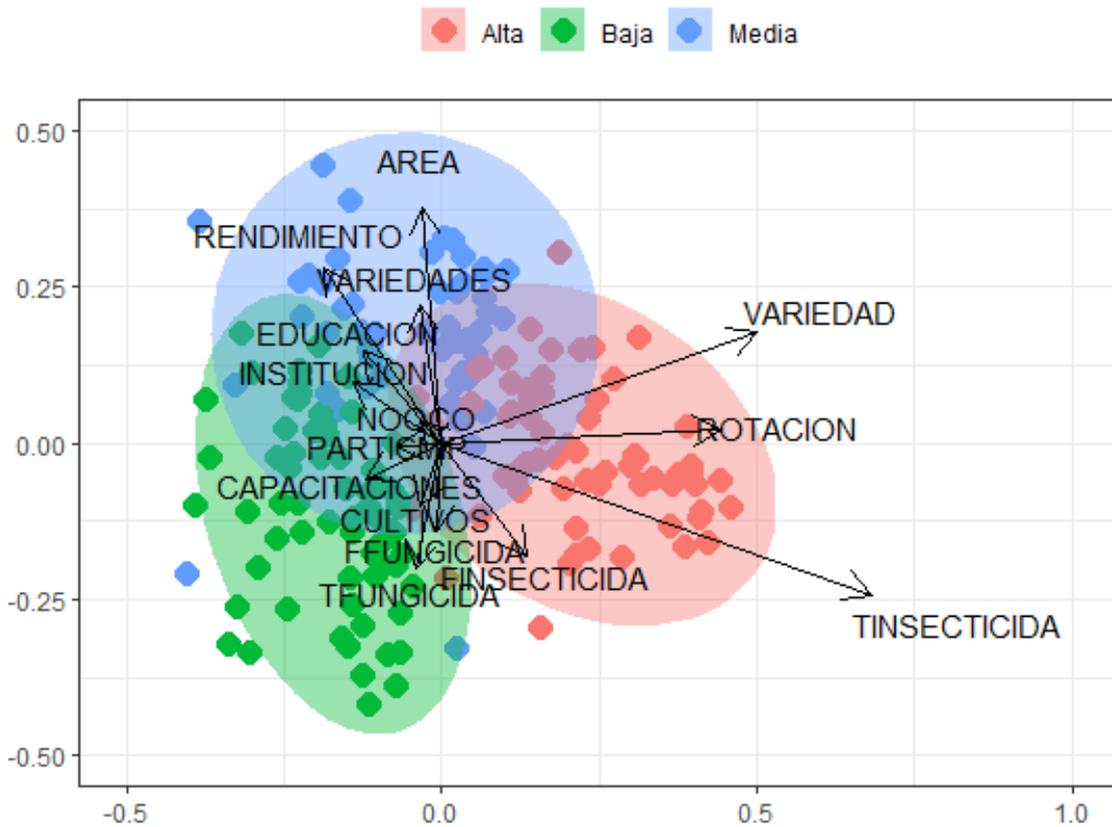


**Figura 40b. Indicadores de la dimensión ambiental**

#### **4.10.3 Análisis multidimensional de tecnologías de producción y manejo integrado de plagas**

El análisis multidimensional muestra diferentes comportamientos y tendencias de los indicadores con respecto a las zonas baja, media y alta (Figura 41). En la zona alta se encuentra mayor número de variedades nativas de papa, las rotaciones en parcelas con papa son en mayor tiempo 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 y rendimientos superior con respecto a la zona baja y alta, mayor tendencia en el uso de la tecnología moderna, mayor nivel de educación de agricultores, el uso de principios activos de insecticidas y fungicidas modernos, con mayor frecuencia de aplicaciones. En las comunidades de la zona baja existen mayor diversidad de especies cultivadas, el flujo mayor de capacitaciones para los agricultores, el número de principios activos de insecticidas y fungicidas y las frecuencias de aplicaciones son menos.

Las tendencias comunes para la zona baja y media son la mayor participación de las instituciones en las capacitaciones, pero no suficientes, mayor disposición de agricultores y sus integrantes para las capacitaciones en tecnologías de producción y manejo integrado de plagas.



**Figura 41: Análisis multidimensional de los indicadores en las zonas de estudio alta, baja y media**

#### 4.10.4 Análisis de sustentabilidad general

El valor del índice de sustentabilidad general (ISG) es igual a **1.92**, que según Sarandón (2002) es un valor **no sustentable** (Cuadro 15). En valores parciales para cada dimensión es inferior a 2, no sustentable; sin embargo, los sub valores de la asociación de las dimensiones con las comunidades, muestran para los indicadores valores superiores e inferiores al umbral mínimo 2 de sustentabilidad.

En la dimensión económica el promedio general es 1.98, valor no sustentable, lo que implica que el comportamiento de los indicadores es débil para la sustentabilidad del cultivo. El área destinada al cultivo, uso de fertilizantes y abonos, bajos rendimientos del cultivo, forman indicadores con debilidad para la sustentabilidad; sin embargo, en la zona media Huaypo y Yanacona, en la zona alta Sayllapata y en la zona baja Huerta Alta los indicadores mencionados muestran el comportamiento positivo para la sustentabilidad.

En la dimensión ambiental el promedio general es 1.92 no sustentable, indica que el comportamiento de los indicadores ambientales a la sustentabilidad del cultivo es débil; sin embargo, en resultados parciales por comunidades, Cuper-Taucca, Sayllapata y Uratari de la zona alta, muestran valores positivos que reflejan la conservación de mayor número de variedades nativas de papa, la rotación de cultivos en intervalos amplios, uso de insecticidas y fungicidas con frecuencias de 1 a 2 aplicaciones, mayor conocimiento local para el manejo del cultivo y plagas.

En la dimensión social el promedio general de 1.86 es un valor no sustentable, implica que el comportamiento de los indicadores es débil para la sustentabilidad del cultivo en el sistema. El nivel de educación, el conocimiento de las plagas, su comportamiento, reproducción y daño de las plagas y enfermedades; el conocimiento y uso de las prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades, asimismo, la poca participación de las instituciones en las capacitaciones de los agricultores, forman parte de la debilidad en esta dimensión. Sin embargo, en las comunidades de Yanacona, Pongobamba y Huerta Alta, los indicadores sociales se comportan positivamente a la sustentabilidad del cultivo.

El análisis de asociación de las comunidades con las tres dimensiones se registra que las comunidades de Pampaconga, Sondor, Suchubamba, Tarawasi, que son de la zona baja y la comunidad de Huaypo de la zona media, con valores entre 1.61 y 1.94, tienen valores inferiores a UMS (Cuadro 15), significa que la mayoría de los indicadores ya identificados y analizados para las dimensiones económico, social y ambiental, tienen comportamiento débil en proceso de producción del cultivo que, necesita mejorar a través de capacitaciones a los agricultores, disponibilidad de tecnologías y la organización en casos que sean necesarios para mejorar estos indicadores.

Las comunidades de Huerta Alta en la zona baja, Yanacona en la zona media, Cuper-Taucca, Sayllapata y Uratari, con valores entre 2.02 y 2.19, tienen valores superiores al UMS (Cuadro 15), significa que los indicadores de las tres dimensiones tienen el comportamiento favorable a promover el desarrollo adecuado del cultivo, la producción y la comercialización. Estos indicadores a pesar de su contribución favorable, es necesario que continúe siendo sostenido por los agricultores.

**Cuadro 15: Valores de las dimensiones y del índice de sustentabilidad general**

Localidad Zona	Dimensiones			Índice de sustentabilidad general (ISG)
	Económico	Ambiental	Social	
Huerta-Alta Baja	2.40	1.63	2.17	2.07
Pampacongá Baja	2.05	1.64	2.02	1.90
Sondor Baja	1.80	1.63	1.65	1.69
Sunchubamba Baja	1.72	1.55	1.54	1.61
Tarawasi Baja	1.80	1.38	1.69	1.62
Huaypo Media	2.17	1.73	1.91	1.94
Yanacona Media	2.46	1.72	2.26	2.15
Cuper Taucá Alta	1.85	2.33	1.87	2.02
Sayllapata Alta	2.01	2.25	1.81	2.02
Uratari Alta	1.58	3.31	1.66	2.19
<b>Promedio</b>	<b>1.98</b>	<b>1.92</b>	<b>1.86</b>	<b>1.92</b>

## V. CONCLUSIONES

Las plagas primarias registradas, desde el punto de vista de los agricultores, para los agroecosistemas andinos de Cusco son: *Premnotrypes latithorax* (Pierce) con dispersión amplia y daño importante en la zona media y alta, *Epitrix* spp., *Diabrotica* spp. con daño importante y dispersión amplia en la zona baja y media, mientras que en la zona alta disminuye el daño, *Trialeurodes vaporarorum* (Westwood 1856) y *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard 1926) con daño importante y dispersión focalizada en la zona baja de Limatambo y valles interandinos, con oferta ambiental similar, *Symmetrischema tangolias* (Turner) y *Phthorimaea operculella* (Zeller), con daño importante en almacenes y campo de la zona baja y daños considerables en tubérculos almacenados en la zona media. Las plagas de segundo orden con dispersión focalizada son *Tequus* sp. (Smith), *Atomopteryx* sp., *Epicauta* spp., en la zona baja registran a pulgones y cigarritas.

En enfermedades de primera importancia son: *Phytophthora infestans* (Mont De Bary) con dispersión en todas las zonas de producción de papa, seguido de *Alternaria solani* (Kuhn) con mayor importancia de daño en la zona media y menos en la zona baja y alta. Las enfermedades de segunda importancia y con dispersión focalizada son la *Spongospora subterranea* (Wallroth) Lagerh, *Rhizoctonia solani* (Kuhn), *Synchytrium endobioticum* (Schild). El nematodo quiste de la papa *Globodera* spp es reconocido solo por agricultores de la zona media.

El conocimiento de los agricultores es variable para cada especie de plaga y enfermedades, por comunidades y zonas. Es deficiente en el reconocimiento de los estados de desarrollo que no tienen relación directa con la planta y muestran mejor conocimiento de los estados de desarrollo que se alimentan de la planta y el daño; la sucesión de estados de desarrollo en el ciclo biológico, la duración del mismo y el número de generaciones por año, son aspectos donde los agricultores muestran carencia de conocimiento. Los agricultores de las comunidades de la zona media muestran mejor

conocimiento en gorgojo de los Andes y en la zona baja muestran mejor conocimiento acerca de la polilla de la papa

En enfermedades muestran el conocimiento claro por síntomas (daño) presentes en la planta, los aspectos relacionados a biología, fuentes de inóculo, la sobrevivencia y hospederos es poco conocido por ellos. El tizón tardío está mejor posicionado en el conocimiento de los agricultores, con respecto a otras enfermedades. El nematodo del quiste de la papa es poco conocido, el 82 por ciento de agricultores desconocen al nematodo como plaga del cultivo de papa.

Las tácticas de control para *Premnotrypes latithorax* que continúan en el sistema del agricultor, en orden de mayor uso son: las gallinas como predadores de larvas y pupas, cosecha anticipada de papa en bordes de campo, uso de mantas debajo de montones de papa en cosecha y almacén, uso de almacén a luz difusa, uso de plantas repelentes como la muña, recojo manual de adultos y larvas, cuidado y uso de hongo *Beauveria brongniartii* en almacén, remoción de fuentes de infestación en campo y almacén y eliminación de plantas espontáneas de papa en campo. Estas prácticas son más usadas por agricultores de las comunidades de la zona media.

Las tácticas de control para la polilla de papa de mayor a menor uso son: plantas repelentes en almacén, limpieza de almacén, almacén a luz difusa, *Bacillus thuringiensis*, uso de yeso, arcilla y ceniza para la protección de tubérculos en almacén. La tendencia mayor de uso de estas prácticas se registra en las comunidades de la zona baja y menos en la zona media.

Para mitigar el daño de *Phytophthora infestans*, los agricultores priorizan el uso de variedades de papa resistentes. Las variedades son Serranita y Yungay, seguidos de Pallaylliqlla, Suyuponcho, Ñust`a-CICA y Morada-CICA, otras prácticas de control diferentes a fungicidas son complementarias.

En cuanto al uso de productos químicos, el 90 por ciento de agricultores usan insecticidas para control de plagas insectiles primarias, el 13 por ciento para polilla de papa en almacén y 100 por ciento de agricultores usan fungicidas para el control de *Phytophthora infestans*.

En capacitación y el flujo de materiales técnicos de las instituciones hacia los agricultores en tecnologías de producción y control de plagas es una deficiencia. Entre los años 2014

a 2016 solo el 1,5 por ciento de agricultores mencionan la capacitación asistida por el INIA, el 56.2 por ciento de agricultores recibieron capacitación de las municipalidades en rubros diferentes al manejo de plagas. No mencionan a SENASA, Agencias Agrarias y ONGs en este proceso. El 10.3 por ciento de agricultores mencionan la asistencia de las empresas que comercializan pesticidas agrícolas.

En análisis de sustentabilidad, las tecnologías de producción y los métodos de control de plagas claves en el cultivo de papa no alcanzaron a valores sustentables, ya que se obtuvo un Índice de Sustentabilidad General de 1.92, identificándose en este documento las dimensiones y sus indicadores con comportamiento débil a la sustentabilidad que, deben ser revisadas y reorientadas, con la finalidad de mejorar las capacidades de los agricultores en tecnologías de producción y manejo integrado de plagas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Para mejorar el nivel de conocimiento de los agricultores sobre las plagas y la información relacionada a la biología, daño, comportamiento y técnicas de control, es necesario generar estrategias políticas y técnicas concertadas a través de mesa técnica con las instituciones competentes en la región que, ayuden a fortalecer el flujo de conocimientos hacia los agricultores, utilizando la información técnica que existe para cada plaga y enfermedad, con métodos de capacitación consensuados. Debe gestarse un proyecto de capacitación a agricultores con alcance regional y con mayor incidencia en los gobiernos locales rurales por su ubicación estratégica.

Para disponer de información y material técnico elaborado de plagas y enfermedades primaria y secundaria en cultivo de papa, se debe establecer un directorio técnico entre las instituciones que disponen especialistas y la información técnica, para promover la elaboración de los materiales de capacitación que apoye a fortalecer las capacidades de los agricultores, técnicos y profesionales. Debe gestarse un proyecto regional con esta agenda específica y establecer una oficina técnica interinstitucional.

Entre las instituciones de competencia y en el marco de la política regional, establecer proyectos para fortalecer las capacidades, primero de los agricultores, segundo de técnicos y profesionales vía diplomados o cursos de especialidad en sanidad agraria, y tercero incorporar o mejorar el contenido de manejo de plagas en la curricula de estudios en institutos tecnológicos y universidad, asimismo gestionar la inclusión en la enseñanza de escuelas y colegios rurales.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agenda Regional de Investigación, Cusco. 2015. Gobierno Regional Cusco y Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco al 2021.

Alata j. 1973. Lista de insectos y otros animales dañinos a la agricultura en el Perú. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Investigación Agraria. Lima.

Alcázar J., Cisneros F., Ortiz O., Catalán W., Villano W & Inquiltupa F. 1993. Reunión Anual sobre Manejo Integrado del Gorgojo de los Andes (MIGA), Cusco – Perú. Informe interno del Centro Internacional de la Papa (CIP).

Alcázar, J; Kroschel, J. 2009. Plastic Barriers Control Andean Potato Weevils (*Premnotrypes spp.*): Large-Scale Testing of Efficacy, Economic and Ecological Evaluation and Farmers Perception. In: 15th Triennial Symposium of the International Society for Tropical Root Crops (ISTRC). Lima, PE. 3-8 p.

Almanza J. 2004. Estudio de la situación actual del programa de manejo integrado del gorgojo de los Andes (*P. latithorax* Pierce) en las comunidades del distrito de Chinchero-Cusco. Tesis de Ingeniero Agrónomo UNSAAC.

Almeyda, M. 2004. Producción y Comercialización de Papas Nativas en seis Comunidades Campesinas de Calca y Urubamba del departamento del Cusco. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Kayra – Cusco 2004.

Andrews, L. 1989. Introducción a los conceptos de Manejo Integrado de Plagas. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras, pp. 3-20.

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.

- Altieri, A. 1987. Agroecology. The scientific basis of alternative agricultura, Westview Press, EU.
- Altieri, A. 1995. El MIP y la agricultura sustentable en América Latina, en Natural Resources Institute (ed.), Taller sobre la implementación del MIP en América del Sur. Memorias del Taller, Quito, Ecuador, Chatham Reino Unido, pp.21-39
- Altieri, N. 2009. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Cusco.
- Altieri A & Nicholls I. 1994. Biodiversidad y Manejo de Plagas en Agroecosistemas. ISBN: 978-84-7426-764-8 Depósito legal: B-25.656-2007.
- Asociación Arariwa. 2008. Manejo Integrado de Plagas en la Microrregión Calca-Urubamba. Sustainable Agriculture Information Network. Biblioteca Nacional del Perú N° 2008-08053.
- Brack A., Mendiola C. 2004. Ecología del Perú. Perú: Bruño
- Cáceda, F; Quintanilla, R. 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.
- Campos, H.; Ortiz, O. (eds) 2020. El cultivo de la papa. Su aporte agrícola, nutricional y social a la humanidad. Cham (Suiza). Springer, Cham. ISBN 978-3-030-28683-5. 451-475 pág.
- Canales, L; Gallardo, M; Angulo L. 2014. Cambio climático en los Andes: Encuentros y Desencuentros entre Ciencia y Saberes Locales. Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC-Perú), paccperu.org.pe.
- Canto, S. M. 1998. Inter. And Intraspecific Genomic Variability of the Potato Cyst Nematodes *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* from Europe and South America using RAPD-PCR Nematológica 44: 49
- CARE-Perú. 2000. Curso introductorio al Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades de la Papa. CARE-Centro Internacional de la Papa pp. 41 a 65.
- CIP (Centro Internacional de la Papa). 1983. Major Potato Diseases, Nematodes and Insects. Slide Trainig Series IV-1. 39 pp.

- CIP (Centro Internacional de la Papa). (1996). Principales enfermedades, nematodos e insectos de la papa. Servicio Nacional de Sanidad Agraria. Ministerio de Agricultura.
- Cisneros, F. 1995. Control de Plagas Agrícolas. ISBN: 9972-9017-00-1.
- Cisneros, F. 2012. Control Químico de Plagas Agrícolas. ISBN: 978-612-46103-1-8.
- Cisneros, F; Alcázar, J; Palacios, M; Ortiz, O. 1995. Manejo de la polilla de la papa en la región andina. Circular Vol. 21 N° 3. Centro Internacional de la papa. ISSN 0256-8640.
- Cisneros, F; Alcázar, J; Ortiz, O. 1995. Manejo del gorgojo de los Andes en la región andina. Circular Vol. 21 N° 3. Centro Internacional de la papa. ISSN 0256-8640
- 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.
- Enríquez, L. (1994). Morfología biológica del gusano esqueletizador de la papa *Acordulucera spp.* Smith (Hymenoptera-Pergidae en la región Cusco). Cusco. Tesis de Ingeniero Agrónomo-UNSAAC
- Escalante, G. 1975. Plagas insectiles de la papa en el Cusco. Revista Peruana de Entomología, 18(1).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2017. El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación: Aprovechar los Sistemas Alimentarios para Lograr una Transformación Rural Inclusiva. ISBN 978-92-5-309873-6. Roma.
- 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.
- 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, 2019. ISSN: 1853-4961. <http://ojs.papaslatinas.org/index.php/rev-alap/index>
- Franco, J., Gonzales, A. & Matos, A. 1990. Evaluación de resistencia de la papa al nematodo del Quiste *Globodera pallida*. Centro Internacional de la Papa.

García, S. (2009). Identificación taxonómica y morfológica del gusano esqueletizador de la papa *Acordulucera spp. Smith* (Hymenoptera-Pergidae) en la región Cusco. Tesis de Ing. Agrónomo-UNSAAC, Cusco.

Garmendia, A. 1961. Observaciones sobre un Posible Método de Control Biológico de las Gusanera de la Papa Depositada en Almacén, Simataucca – Urubamba, Cusco. Rev. Per. Ent. Vol: 4.

Gomero, O; Von, A. 1990. Plaguicidas, Remedios que Matan: Consumo de plaguicidas en el Perú y sus Consecuencias Ambientales. Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente (IDMA).

Gliessman, S. R. 2002. Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. Turrialba, Costa Rica: CATIE. xiii, 359p.; 28 cm.

Hooker, J. 1981. Compendium of potato diseases. St. Paul (USA). American Phytopathological Society. 125 p.

Huamán, Y. 2009. Importancia sanitaria de las plantas K`ipas de papa en la localidad de chincheru Urubamba. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). 2016. Guía Metodológica para la Transferencia de Tecnología Agraria. Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario. Ministerio de Agricultura. [www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe)

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2012. Censo Agrario Nacional. Compendio Estadístico de Producción Agropecuaria.

Kroschel, J., Cañedo, V., Alcázar, J., & Miethbauer, T. 2011. Manejo de plagas de la papa en la región andina del Perú. Centro Internacionl de la papa.

Kroschel, J; Alcázar, J; Poma, P. 2009. Potential of plastic barriers to control Andean Potato Weevil *Premnotrypes suturicallus* Kuschel. International Potato Center (CIP). Universidad Nacional del Centro Huancayo, Perú. Crop Protection Journal Homege: [www.elsevier.com/locate/cropro](http://www.elsevier.com/locate/cropro). 12 p.

Kroschel, J., Mujica, N., Alcázar, J., Canedo, V., Zegarra, O. (2012). Desarrollando el Manejo Integrado de Plagas para la Papa: Experiencias y Lecciones de Dos Sistemas Distintos de Producción de Papa en Perú. En: He, Z., Larkin, R., Honeycutt, W. (eds)

Producción sostenible de papa: estudios de casos globales. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4104-1\\_25](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4104-1_25)

Kroschel, J; Alcázar, J; Cañedo, V; Miethbauer, T; Zegarra, O; Córdoba, L; Gamarra. 2013. Producción de Papa Orgánica en la Región Andina del Perú: el Manejo Integrado de Plagas lo hace Posible. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 166 – 179 pp.

Kroschel, J.; Alcazar, J.; Canedo, V.; Carhuapoma, P.; Miethbauer, T.; Schaub, B.; Zegarra, O. 2014. Integrated pest management (IPM) in Andean highland potato production systems under a changing climate: Lessons learned in Peru. In: Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP). Memorias. 26. Congreso de la ALAP. Papa, Alimento Ayer, Hoy y Siempre. Bogotá (Colombia). 28 Sep - 02 Oct 2014. Colombia (Bogotá). ALAP. ISBN 978-987-45615-0-3. pp. 23-25.

Lamas, M. 1946: Plagas de insectos que atacan a los cultivos de papa en el Departamento de Junín. Ministerio de Agricultura: Estación Experimental Agrícola de la Molina Lima Perú. Registrado en la Biblioteca de Bartolomé de Las Casas, Cusco.

Lannacone, J; Lamas, G. 2003. Plantas Biocidas usadas en el Control de la Polilla de la Papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). Rev. Per. Ent. Vol 43: 79 a 78.

Lizárraga, T., Castellón, V., & Mallqui O, D. 2004. Manejo integrado de plagas en una agricultura sostenible. Lima: RAAA.

Metcalf L, R., Luckmann H, W. 1990. Introducción al Manejo Integrado de Plagas de Insectos

Ministerio de Ambiente (MINAM). 2014. Dirección Regional de Diversidad Biológica

MUROE E, G., BECKER V, O., SHAFFER J, C., SHAFFER , M., & SOLIS M, A. (1995). *Hyblaeoidea, Pyraloidea, Torticoidea. Atlas of Neotropical Lepidoptera Checklist*

Oksanen J., Blanchet F., G, Kindt R., Legendre P., Minchin P. R., O'Hara R. B. *et al.* (2019). Vegan: community ecology package. R package version 2.07.

Orrego, R; Oscar, O; Pradel, W; Arévalo, A; Barrantes, Ch; Macedo, O. 2009. Sistematización de la implementación de las Escuelas de Campo de Agricultores (ECAS)

en Andahuaylas. Lima (Perú). Centro Internacional de la Papa, Cooperación al Desarrollo – CESAL. Junta de Comunidades de Castilla- La Mancha. ISBN 978-92-9060-371-9.

Ortega, E., & Fernández, S. 1995. Manejo Integrado de la polilla minadora de la papa *Pthorimaea operculella* Zellar. Maracay: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias/ Programa Cooperativo de Investigación en la Zona Andina.

Ortega, R. 2012. Sistematización de Saberes Ancestrales Utilizados para la Producción de la Papa. Educación sin Fronteras, Perú. [www.educacionsinfronteras.org](http://www.educacionsinfronteras.org)

Ortega, R. 2015. Manual Técnico para la Producción de Semilla de Papa Nativa. Municipalidad Provincial de Canchis, Cusco, Perú. [www.municanchis.gob.pe](http://www.municanchis.gob.pe)

Ortega R. 2018. Manual Técnico para la Producción de Semilla de Papa Nativa. Municipalidad Provincial de Canchis, Cusco, Perú.

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), Vol. 9/10, 2-19p

Ortiz O, Alcázar J, Catalan W, Walker T. 1992. Evaluación Socioeconómica del Control Integrado del Gorgojo de los Andes en Huatata, Cusco. El primer año. Informe Interno del Centro Internacional de la Papa en el segundo taller de trabajo manejo integrado del gorgojo del gusano Blanco (gorgojo de los Andes) a nivel de PRACIPA. Setiembre 1992.

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, CIAT, DFID

Ortiz, O. 2001. La información y el conocimiento como insumos principales para la adopción de manejo integrado de plagas. Manejo integrado de plagas (Costa Rica) N° 61 P.12-22, 2001

Oficina De Información Agraria (OIA). 2012. Dirección Regional Agraria del Cusco. Unidad de Estadística Agraria.

Oficina De Información Agraria (OIA). 2014. Dirección Regional Agraria del Cusco. Oficina de riesgos de Agricultura.

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. (162 – 168)

Pérez Barrera, W., Valverde Miraval, M., Barreto Bravo, M., Andrade-Piedra, J., & Forbes, G. A. (2016). Pests and diseases affecting potato landraces and bred varieties grown in Peru under indigenous farming system. *Revista Latinoamericana De La Papa*, 19(2), 29-41. <https://doi.org/10.37066/ralap.v19i2.232>

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. Centro Internacional de la Papa p (19, 29, 33, 439).

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. Cusco. Tesis de ingeniero Agrónomo -UNSAAC

Pérez, W., & Forbes, G. 2011. Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona andina CIP-FAO.

Pérez, W., & Forbes, G. 2008. El tizón tardío de la papa. CIP (Centro Internacional de la papa).

Pradel W, Hareau G, Quintanilla L, Suarez V. 2017. Adopción e Impacto de Variedades Mejoradas de Papa en el Perú. Centro Internacional de la papa. [www.cipotato.org](http://www.cipotato.org)

Peter T. Ewell y Hugo Fano CIP (Centro Internacional de la Papa). 1985. Control Integrado de Plagas y enfermedades en Cultivos Andinos. Primer curso de Postgrado Universidad Nacional del Altiplano Puno. Escuela de Post Grado UNA – PUNO. Registrado en la Biblioteca de Bartolomé de las Casas

Pulgar-Vidal, J. 1996. Geografía del Perú: Las Ocho Regiones Naturales. Recuperado el Junio de 2016, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Javier\\_Pulgar\\_Vidal#Publicaciones](https://es.wikipedia.org/wiki/Javier_Pulgar_Vidal#Publicaciones)

Quiroz, R., Ramírez, D., Kroschel, J., Andrade-Piedra, J., Barreda, C., Condori, B., Mares, V., Monneveux, P. & Perez, W. (2018). Impact of climate change on the potato crop and biodiversity in its center of origin. *Open Agriculture*, 3(1), 273-283. <https://doi.org/10.1515/opag-2018-0029>

- Quispe, V. 2001. Efecto de Barreras Vegetales y Químicas en el Control del “gorgojo de los Andes” (*Premnotrypes latithorax*) Kuschel. Chinchero-Cusco. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Escuela Profesional de Agronomía.
- Raman, K V. 1988. Integrated insect pest management for potatoes in developing countries. CIP Circular 16
- Raman, Kv; Booth, R; Palacios, M. 1987. Control of Potato Tuber Moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) in Rustic Potato Stores. Intenational Potato Center, Lima Peru.
- R Core Team (2014). R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rodríguez, R. 1990. Ciclo biológico de *Symmetrischema plaesiosema* (Turner 1919) Lepidoptera - Gelechiidae y Evaluación de daños en 16 cultivares de papa bajo condiciones de laboratorio. Cusco. Tesis de Ingeniero Agrónomo-UNSAAC
- Rodríguez, A. 1999. Ciclo biológico de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller Lepidoptera Genelichae). Revista peruana de entomología, 75-78.
- Rios, A; Kroschel, J. 2011. Evaluation and implications of Andean Potato Weevil Infestation Sources for its Management in the Andean Region. Applied Entomology 135: 738-748
- Sánchez, G., & Aldana, R. 1985. Algunas plagas del cultivo de la papa en el valle del Mantaro. Revista Peruana de Entomología, 28, 49-52.
- Sarandon, S. J., Flores, C. 2009. Evaluación de la Sustentabilidad en Agroecosistemas: Una Propuesta Metodológica. Agroecología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Comisión de Investigaciones Científicas, Pro, de Bs, Aires, CC31 (1990). La Plata Buenos Aires, Argentina.
- Sarandon, S. J., Flores, C. 2014. Agroecología bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sostenibles Evaluación de la Sustentabilidad. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional La Plata. Buenos Aires, Argentina
- Scurrah, M. 2008. Manual de manejo de nematodos en campos de papa en el Perú. Servicio Nacional de Sanidad Agraria.

Sherwood, S., R. Nelson, Thiele, G. y Ortiz, O. 2001. Para ayudar a los agricultores a aprender los principios de manejo integrado de plagas y tizón tardío. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?isbn=9290602201>

Soroush, P. 2009. Explaining the Dismantlement of Indigenous Pest Management in the Andes: Virginia Polytecnic Institute and State University: University of California. Thesis: Doctor of Philosophy.

Tapia, M. 1992. Los Sistemas de Producción en los Andes del Perú. La Sustentabilidad de los Sistemas de Producción Campesinas en los Andes. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecoregión Andina. CONDESAN

Tisoc, D. 1989. Ciclo biológico del gorgojo de los Andes: *Premnotrypes latithorax* (Coleoptera: Curculionidae) bajo condiciones de laboratorio. Tesis de Biólogo-UNSAAC

Torres, H. 2002. Manual de las Enfermedades más Importantes de la Papa en el Perú. Centro Internacional de la Papa, SENASA, Papa Andina, 68 pp.

Toledo, J; Infante, F. 2008. Manejo Integrado de Plagas. El Colegio de Frontera de Sur. México

Tapia, M. 1992. Los Sistemas de Produccion en los Andes del Perú. La Sustentabilidad de los Sistemas de Producción Campesinas en los Andes. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecoregión Andina. CONDESAN

Usucachi H, Y. 2006. Evaluación de productos con efecto repelente contra barrenos de la papa (*Zellerina spp.*) en la localidad de Matinga, distrito de Taray. 2006

Van, J; Larrain, H. 2000. Manos Sabias para Criar la Vida 2000. Quito Ecuador. Instituto para el Estudio de la Cultura y Tecnología Andina. ISBN: 9978 – 04 – 619 – 4. IECTA:

Velasco, R. 2010. Determinación de densidades poblacionales del nematodo del quiste de la papa *Globodera spp.* En rotaciones sectoriales de la comunidad de Coccoyata-Santiago-cusco. Tesis de Ingeniero Agrónomo-UNSAAC.

Villanueva, M. 2010. Aves e insectos importantes como plagas en cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) distrito San Salvador - Calca. Cusco.

Vázquez M, L. 2006. Tendencias y percepciones acerca del manejo de plagas en la producción agraria sostenible. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal Ministerio de la Agricultura, Cuba.

Wille, J. 1952. Entomología Agrícola del Perú. Impreso por la Imprenta Americana Aramburu Raygada HNOS. S. A.

Yábar, E. (1994). Manejo ecológico del gorgojo de los andes. RAAA.

Yábar, E. 1986. Control de Larvas de gorgojo de los Andes Mediante Almacenamiento de Papa con Luz Difusa. Rev. Per. Ent. Vol 29.

Yábar, E. 2001. Borde de Cultivo Como Fuente de Enemigos Naturales de Papa. Memoria del seminario Taller Regional y Nacional del Manejo Integrado de Plagas de los principales cultivos Andinos. Arariwa – Cusco.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Datos de los agricultores encuestados y georreferenciados

**Cuadro 1: Base de datos de los agricultores encuestados**

Codigo	Provincia	Distrito	Comunidad	Nombres y Apellidos	Edad	Grado de instrucción	Altitud msnm	Latitud (L.S.)	Longitud (L.W.)
1	Anta	Limatambo	Vista Florida	Jorge Medina	42	Secundaria	2825	13° 27' 40.3"	72° 25' 15.1"
2	Anta	Limatambo	Limatambo	Constantino Sihuas	51	Primaria	2581	13° 29' 00"	72° 26' 53.9"
3	Anta	Limatambo	Sondor	Reynaldo Palomino	42	Primaria	2707	13° 27' 48.11"	72° 26' 11.20"
4	Anta	Limatambo	Miskiyacu	Adriel Valer Zamalloa	52	Primaria	2724	13° 28' 15"	72° 29' 48.6"
5	Anta	Limatambo	Miskiyacu	Marcelino Vargas	72	Sin educacion	2877	13° 28' 8.8"	72° 30' 0.4"
6	Anta	Limatambo	Miskiyacu	Julio Vargas	38	Secundaria	2914	13° 28' 5.7"	72° 30' 1.3"
7	Anta	Limatambo	Tarawasi	Daniel Vergara	42	Sin educacion	2571	13° 20' 43.2"	72° 26' 37.2"
8	Anta	Limatambo	Sondor	Casiano Valer	58	Primaria	2706	13° 27' 48.24"	72° 26' 11.40"
9	Anta	Limatambo	Sondor	Juan Vergara	42	Secundaria	2689	13° 27' 58.74"	72° 26' 1.18"
10	Anta	Limatambo	Sondor	Rolando Mayhua	53	Primaria	2718	13° 27' 48.22"	72° 26' 9.37"
11	Anta	Limatambo	Challabamba	Modesto Huaman	48	Secundaria	2970	13° 27' 35.5"	72° 24' 34.7"
12	Anta	Limatambo	Huerta Baja	Juan Alvarez	43	Primaria	2891	13° 26' 59.98"	72° 24' 55.79"
13	Anta	Limatambo	Huerta Baja	Francisca Utazu Huaman	63	Sin educacion	2872	13° 24' 44.8"	72° 24' 9.9"
14	Anta	Limatambo	Sondor	Cristobal Alfaro	52	Primaria	2749	13° 27' 30.76"	72° 26' 25.97"
15	Anta	Limatambo	Miskiyacu	Eduardo Portillo	56	Secundaria	2755	13° 28' 7.22"	72° 29' 49.35"
16	Anta	Limatambo	Huerta Alta	Jeronimo Huaman	46	Primaria	2960	13° 27' 1.20"	72° 25' 13.18"
17	Anta	Limatambo	Huerta Alta	Jorge Vargas Quispe	36	Primaria	3012	13° 27' 1.20"	72° 25' 13.18"
18	Anta	Limatambo	Huerta Alta	Roberto Quispe	46	Primaria	3059	13° 27' 16.65"	72° 25' 53.99"
19	Anta	Limatambo	Huerta Alta	Isidro Quispe	45	Primaria	3042	13° 26' 59.81"	72° 25' 17.02"
20	Anta	Limatambo	Huerta Alta	Lucio Human Vargas	73	Sin educacion	3085	13° 26' 54.00"	72° 25' 20.80"
21	Anta	Limatambo	Huerta Alta	Leoncio Quispe	66	Primaria	3132	13° 26' 48.99"	72° 25' 33.78"
22	Anta	Limatambo	Huerta Alta	Julio Quispe	70	Sin educacion	3193	13° 26' 59.15"	72° 25' 43.80"
23	Anta	Limatambo	Huerta Alta	Jorge Huaman	44	Secundaria	3151	13° 26' 50.46"	72° 25' 47.46"
24	Anta	Limatambo	Pampaconga	Ignacio Chilo	64	Secundaria	3368	13° 26' 55.51"	72° 23' 47.62"

## Continuación

25	Anta	Limatambo	Pampaconga	Eustaquio Quispe	63	Primaria	3343	13° 26' 58.80"	72° 23' 44.99"
26	Anta	Limatambo	Pampaconga	Emilio Oscco	33	Primaria	3297	13° 27' 6.14"	72° 24' 9.07"
27	Anta	Limatambo	Pampaconga	Basilio Huaman Thani	52	Primaria	3387	13° 27' 0.31"	72° 23' 52.45"
28	Anta	Limatambo	Pampaconga	Javier Quispe	32	Secundaria	3153	13° 27' 11.80"	72° 24' 28.81"
29	Anta	Limatambo	Pampaconga	Andres Quispe	42	Secundaria	3207	13° 27' 3.59"	72° 24' 20.39"
30	Anta	Limatambo	Pampaconga	Cosio Puma	45	Primaria	3155	13° 26' 40.65"	72° 24' 28.78"
31	Anta	Limatambo	Pampaconga	Aparicio Gil	52	Secundaria	3177	13° 26' 59.77"	72° 24' 22.69"
32	Anta	Limatambo	Pampaconga	Luis Meza Tonccoche	68	Sin educacion	3204	13° 27' 7.96"	72° 24' 15.36"
33	Anta	Limatambo	Pampaconga	Marcelino Cruz	45	Secundaria	3205	13° 27' 7.48"	72° 24' 19.65"
34	Anta	Limatambo	Huerta Alta	Francisco Rimachi Huaman	62	Secundaria	3044	13° 27' 4.05"	72° 25' 21.79"
35	Anta	Limatambo	Pampaconga	Lucio Huaman Quispe	58	Primaria	3328	13° 26' 36.24"	72° 24' 14.44"
36	Anta	Limatambo	Uratari	Fidel Huaman	36	Primaria	3833	13° 30' 06.7"	72° 23' 49.9"
37	Anta	Limatambo	Uratari	Dionicio Huaman	48	Primaria	3842	13° 30' 07.4"	72° 23' 49.5"
38	Anta	Limatambo	Uratari	Juvenal Ccorao	46	Secundaria	3085	13° 30' 00.2"	72° 23' 49.7"
39	Anta	Limatambo	Uratari	Mario Alvarez	46	Secundaria	3868	13° 30' 09.1"	72° 23' 32.6"
40	Anta	Limatambo	Uratari	Justino Huaman	50	Primaria	4004	13° 29' 38.2"	72° 23' 01.0"
41	Anta	Limatambo	Uratari	Martin Papel	46	Sin educacion	4072	13° 29' 06.5"	72° 22' 39.5"
42	Anta	Limatambo	Uratari	Justino Parhuay	62	Primaria	4035	13° 29' 01.8"	72° 22' 34.6"
43	Anta	Limatambo	Uratari	Alejandro Huaman Huari	43	Primaria	3844	13° 30' 87.0"	72° 23' 39.4"
44	Anta	Limatambo	Uratari	Ronaldo Samanta Lopez	72	Sin educacion	3846	13° 30' 09.3"	72° 23' 36.0"
45	Anta	Limatambo	Uratari	Julian Wari Alvares	68	Sin educacion	3841	13° 30' 08.8"	72° 23' 44.0"
46	Anta	Limatambo	Uratari	Daniel Huaman	48	Primaria	3803	13° 30' 01.1"	72° 23' 47.6"
47	Anta	Limatambo	Uratari	Mario Lopez	42	Primaria	3837	13° 30' 07.9"	72° 23' 51.5"
48	Anta	Limatambo	Uratari	Samuel Huaman Misme	42	Primaria	4003	13° 29' 25.56"	72° 22' 41.26"
49	Anta	Limatambo	Uratari	Mario Lopez Quispe	46	Primaria	4021	13° 29' 20.68"	72° 22' 35.63"
50	Anta	Limatambo	Uratari	Hermitaneo Basilio Quispe	42	Primaria	3872	13° 30' 10.91"	72° 23' 27.09"
51	Anta	Limatambo	Uratari	Fortunato Samanta	43	Sin educacion	3854	13° 30' 6.75"	72° 23' 42.72"
52	Anta	Limatambo	Uratari	Mario lopez Alvarez	52	Primaria	3837	13° 30' 6.72"	72° 23' 42.76"
53	Anta	Limatambo	Uratari	Juan Lopez Huaman	62	Sin educacion	3887	13° 30' 5.58"	72° 23' 24.09"
54	Anta	Limatambo	Uratari	Mario Huiza Wari	58	Sin educacion	3919	13° 28' 36.72"	72° 21' 49.56"
55	Anta	Limatambo	Uratari	Sanuel Samanta Misme	58	Sin educacion	3905	13° 29' 58.55"	72° 23' 23.37"
56	Urubamba	Chinchero	Huaypo	Eugenio Sallo Inquiltupa	52	Primaria	3721	13° 24' 32.4"	72° 04' 53.2"
57	Urubamba	Chinchero	Huaypo	Asencio Huamputupa Aller	54	Primaria	3730	13° 04' 53.5"	72° 04' 53.5"
58	Urubamba	Chinchero	Huaypo	Alvaro Mezcco	36	Secundaria	3628	13° 24' 95.7"	72° 05' 36.2"
59	Urubamba	Chinchero	Huaypo	Manuel Quispe Mezcco	46	Secundaria	3739	12° 23' 34.8"	72° 03' 03.3"
60	Urubamba	Chinchero	Huaypo	Alberto Accostupa Sallo	62	Primaria	3658	13° 25' 39.1"	72° 06' 35.1"

## Continuación

61	Urubamba	Chincheró	Huaypo	Jeronimo Huaman Huaman	42	Primaria	3653	13° 25' 48.9"	72° 06' 35.9"
62	Urubamba	Chincheró	Huaypo	Lucio Tito Cusi	52	Primaria	3658	13° 25' 39.1"	72° 06' 35.1"
63	Urubamba	Chincheró	Huaypo	Americo Huaman Caceres	42	Secundaria	3580	13° 24' 18.2"	72° 16' 05.4"
64	Urubamba	Chincheró	Huaypo	Eloy Cusi Supa	44	Secundaria	3574	13° 24' 10.8"	72° 10' 02.1"
65	Urubamba	Chincheró	Huaypo	Issac Huaman	56	Secundaria	3563	13° 24' 23.3"	72° 10' 02.3"
66	Urubamba	Chincheró	Huaypo	Wilfredo Ataulupa	44	Primaria	3556	13° 24' 29.8"	72° 10' 24.5"
67	Urubamba	Chincheró	Huaypo	Percy Calixto	37	Primaria	3569	13° 24' 24"	72° 10' 03.4"
68	Urubamba	Chincheró	Huaypo	Alberto Reyes	40	Primaria	3570	13° 24' 23.8"	72° 10' 57.9"
69	Urubamba	Chincheró	Huaypo	Arturo Quispe Mezcco	45	Secundaria	3744	13° 23' 32.6"	72° 02' 57.7"
70	Urubamba	Chincheró	Huaypo	Josè Cajigas	66	Primaria	3584	13° 23' 09.4"	72° 06' 41.7"
71	Urubamba	Chincheró	Huapo	Faustino Cusicuna	68	Primaria	3699	13° 26' 13.4"	72° 05' 51.6"
72	Urubamba	Chincheró	Huapo	Ronald Levita	36	Secundaria	3713	13° 26' 09.8"	72° 05' 36.2"
73	Urubamba	Chincheró	Huapo	Wilfredo Sallo Quispe	30	Secundaria	3609	13° 24' 52.7"	72° 06' 22.8"
74	Urubamba	Chincheró	Huapo	Celso Huaman	64	Primaria	3595	13° 24' 48.4"	72° 05' 46.2"
75	Urubamba	Chincheró	Huapo	Juan Quispe Japcha	68	Primaria	3644	13° 25' 04.8"	72° 06' 21.8"
76	Urubamba	Chincheró	Huapo	Percy Huaman Quispe	38	Superior	3538	13° 24' 24.4"	72° 06' 36.3"
77	Urubamba	Chincheró	Huapo	Valentin Romero	58	Secundaria	3568	13° 23' 05.9"	72° 06' 57.3"
78	Urubamba	Chincheró	Huapo	Domingo Sallo	62	Primaria	3620	13° 24' 59.0"	72° 06' 26.9"
79	Urubamba	Chincheró	Huapo	Irineo Rodriguez	66	Primaria	3558	13° 23" 11.2"	72° 06' 54.4"
80	Urubamba	Chincheró	Huapo	Juan Franco	64	Primaria	3582	13° 23' 31.4"	72° 06' 30.4"
81	Urubamba	Chincheró	Huapo	Ciriaco Huaman	54	Primaria	3555	13° 23' 32.6"	72° 06' 35.2"
82	Urubamba	Chincheró	Huapo	Eustaquio Quispe	58	Secundaria	3571	13° 23' 02.0"	72° 07' 03.6"
83	Urubamba	Chincheró	Huapo	Melchor Pari Tito	62	Secundaria	3574	13° 24' 21.18"	72° 07' 53.79"
84	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Daniel Quispe Huaman	46	Primaria	3558	13° 22' 56.71"	72° 07' 08.30
85	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Cesar Vargas	32	Secundaria	3745	13° 23' 39.3"	72° 02' 58.4"
86	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Esteban Paucar Quispe	48	Primaria	3735	13° 22' 35.52"	72° 05' 7.14"
87	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Willian Auccapuma	32	Secundaria	3752	13° 23' 39.3"	72° 02' 58.4"
88	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Elmer Choque	42	Secundaria	3745	13° 23' 38.1"	72° 03' 03.4"
89	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Willian Quillahuaman	42	Secundaria	3749	13° 23' 34.3"	72° 03' 01.9"
90	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Porfirio Condori	52	Primaria	3735	13° 25' 53.55"	72° 04' 37.88"
91	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Aniseto Auccapuma	56	Primaria	3754	13° 21' 47.2"	72° 05' 31.9"
92	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Alejandro Auccapuma	50	Primaria	3760	13° 21' 53.5"	72° 05' 36.1"
93	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Salustio CusiHuaman Auccapuma	40	Secundaria	3742	13° 21' 58.9"	72° 05' 29.9"
94	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Feliciano Ayma	44	Primaria	3746	13° 21' 50.8"	72° 05' 30.2"
95	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Mariano Singona	52	Secundaria	3752	13° 23' 39.3	72° 02' 58.4"
96	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Fredy Inquiltupa	46	Secundaria	3746	13° 23' 54.0"	72° 03' 19.0"

## Continuación

97	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Leoncio Sallo Quispe	56	Secundaria	3711	13° 24' 53.4"	72° 34' 53.4"
98	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Cari Melida Ayma Cusihuaman	30	Superior	3650	13° 29' 19.6"	72° 03' 14.0"
99	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Magaly Lucia Ayma Auccapuma	29	Superior	3615	13° 23' 36"	72° 03' 02.2"
100	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Herman Huaman Conde	63	Primaria	3722	13° 22' 37.13"	72° 05' 37.19"
101	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Thomas Sallo Quispe	62	Primaria	3741	13° 22' 40.73"	72° 05' 3.53"
102	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Fredy Conde Huaman	37	Secundaria	3734	13° 22' 42.82"	72° 05' 27.01"
103	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Aparicio Conde Huaman	50	Primaria	3732	13° 22' 43.27"	72° 05' 32.42"
104	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Dimas Conde Huaman	50	Primaria	3736	13° 22' 41.98"	72° 05' 19.83"
105	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Justino Inquiltupa	56	Primaria	3734	13° 22' 41.43"	72° 05' 19.01"
106	Urubamba	Chincheró	Yanacona	Paulino Auccacusi Auccapuma	50	Secundaria	3719	13° 22' 14.32"	72° 05' 21.52"
107	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	Robert Conde Quillahuaman	33	Secundaria	3722	13° 22' 36.33"	72° 05' 17.33"
108	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	Ronald Tito	32	Secundaria	3748	13° 25' 15.8"	72° 00' 25.1"
109	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	Mamerto Año	32	Primaria	3733	13° 25' 16.1"	72° 00' 15.4"
110	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	Zenobio Hanco	42	Secundaria	3744	13° 15' 13.1"	72° 00' 15.4"
111	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	Isais Huaman	44	Primaria	3859	13° 24' 54.5"	72° 59' 48.2"
112	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	Andrea Tito Huaman	76	Sin educacion	3862	13° 24' 44.4"	71° 59' 52.3"
113	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	René Tito Inquiltupa	48	Primaria	3871	13° 24' 35.3"	71° 59' 53.3"
114	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	Juan Tucta Cano	50	Primaria	3866	13° 24' 47.6"	71° 59' 45.9"
115	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	Cerapio Huaman Quispe	64	Primaria	3862	13° 24' 41.5"	71° 59' 55.6"
116	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	José Angel Pacheco	52	Sin educacion	3859	13° 24' 54.4"	71° 59' 51.7"
117	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	Justino Huaman	46	Primaria	3741	13° 25' 11.5"	72° 00' 28.3"
118	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	Isais Ramos	54	Primaria	3859	13° 24' 54.5"	71° 59' 48.2"
119	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	Elias Cano Cusihuaman	38	Primaria	3866	13° 24' 50.5"	71° 59' 47.1"
120	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	Seferino Venero	62	Sin educacion	3848	13° 24' 59"	71° 59' 58.1"
121	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	Sacarias Chavez	55	Sin educacion	3847	13° 24' 56.9"	71° 00' 02.9"
122	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	Julio Tucta Ramos	49	Primaria	3800	13° 23' 54.8"	72° 03' 08.7"
123	Urubamba	Chincheró	Cuper - Taucca	Vidal Quispe Huaman	52	Primaria	3718	13° 23' 51.8"	72° 03' 14.2"
124	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Cirilo Perez Chipa	46	Secundaria	2871	13° 13' 10.9"	72° 38' 53.5"
125	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Patricio Auccapuro Gomez	48	Secundaria	2913	13° 13' 35.02"	72° 38' 48.5"
126	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Hilario Hanco Puma	46	Primaria	2912	13° 14' 04.78"	71° 38' 26.3"
127	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Sergio Gutierrez Hanco	42	Primaria	2913	13° 14' 52.6"	72° 37' 49.4"
128	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Vicente Gutierrez	52	Primaria	2927	13° 15' 02.35"	71° 37' 41.5"
129	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	José Chani Sanchez	60	Primaria	2918	13° 15' 22.3"	71° 37' 30.6"
130	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Mario Aico Mamani	68	Sin educacion	2934	13° 15' 41.5"	71° 36' 49.3"
131	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Sergio Cjuno	46	Secundaria	2964	13° 15' 41.01"	71° 36' 48.3"
132	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Pulino Quispe Vari	66	Sin educacion	2939	13° 15' 52.4"	71° 36' 38.2"

## Continuación

133	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Abelino Cahmpi Huaman	48	Primaria	2920	13° 15' 48.7"	71° 36' 46.3"
134	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Gregoria Quispe	60	Primaria	2835	13° 16' 9.54"	71° 36' 51.1"
135	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Ismael Lopez	58	Primaria	2871	13° 16' 6.29"	71° 36' 37.7"
136	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Fortunato Quispe	36	Primaria	2905	13° 16' 27.3"	71° 36' 49.1"
137	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Valentin Rojas	48	Primaria	2911	13° 16' 27.2"	71° 36' 45.4"
138	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Lucio Huaman	62	Primaria	2894	13° 16' 30.9"	71° 36' 42.5"
139	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Juana Quispe Cruz	52	Primaria	2914	13° 15' 26.3"	71° 37' 17.9"
140	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Mario Meza	38	Primaria	2921	13° 15' 45.9"	71° 37' 17.0"
141	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Juan Soncco Alanocca	34	Primaria	2979	13° 15' 20.9"	71° 37' 14.08"
142	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Gregorio Flores	46	Primaria	2865	13° 15' 33.7"	71° 37' 46.8"
143	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Juan Salcedo	32	Primaria	2972	13° 16' 47.2"	71° 36' 29.7"
144	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Eulogia Yupanqui	46	Primaria	2810	13° 16' 33.6"	71° 36' 36.08"
145	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Paulino Quispe Chacon	66	Primaria	2814	13° 16' 22.4"	71° 36' 39.4"
146	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Felipe Huaman Meza	52	Primaria	3228	13° 18' 10.7"	71° 35' 9.42"
147	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Martin Ramirez	46	Primaria	2812	13° 16' 18.7"	71° 36' 41.4"
148	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Mateo Yuca Huaychay	66	Sin educacion	3311	13° 17' 56.5"	71° 35' 12.6"
149	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Erasmus Ninaya Huaman	72	Sin educacion	3198	13° 18' 6.04"	71° 35' 19.14"
150	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Francisco Huallata Chacon	68	Sin educacion	3119	13° 18' 08.87"	71° 35' 24.3"
151	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Victor Huaman Huallpa	55	Sin educacion	3046	13° 18' 28.6"	71° 35' 33.5"
152	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Gregorio Garcia	66	Sin educacion	3010	13° 21' 17.08"	71° 34' 17.03"
153	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Comercinda Condori	64	Sin educacion	3046	13° 20' 41.3"	71° 34' 03.37"
154	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Hector Ccahuana	58	Sin educacion	2990	13° 19' 40.05"	71° 35' 0.71"
155	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Wilbert Candori	50	Primaria	2978	13° 16' 08.45"	71° 36' 36.9"
156	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Jacinto Quispe Chacon	68	Sin educacion	2987	13° 17' 04.42"	71° 35' 52.5"
157	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Claudio Champi Quispe	36	Primaria	2978	13° 16' 08.45"	71° 36' 36.9"
158	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Sixto Quispe	44	Primaria	3038	13° 15' 14.1"	71° 37' 12.3"
159	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	David Soncco	46	Secundaria	3103	13° 14' 45.1"	71° 37' 09.55"
160	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Mario Flores Kjunjo	42	Primaria	2905	13° 16' 00.77"	71° 36' 53.3"
161	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Luis Kcacha	64	Primaria	2902	13° 16' 37.2"	71° 36' 50.8"
162	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Bernardino Sullca Pumallique	36	Primaria	2932	13° 16' 52.2"	71° 36' 44.8"
163	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Santusa Huacllancu Puma	38	Primaria	2941	13° 17' 02.99"	71° 36' 30.9"
164	Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Francisco Mamani Quispe	52	Primaria	2902	13° 18' 16.6"	71° 36' 11.2"
165	Paucartambo	Ccoleccepata	Sayllapata	Teodoro Sarate	44	Primaria	3843	13° 26' 01.4"	71° 39' 04.5"
166	Paucartambo	Ccoleccepata	Sayllapata	Jorge Quispe Flores	30	Primaria	3728	13° 25' 25.9"	71° 38' 34.4"
167	Paucartambo	Ccoleccepata	Sayllapata	Sebastian Huaman Quispe	46	Primaria	3801	13° 25' 12.0"	71° 39' 09"
168	Paucartambo	Ccoleccepata	Sayllapata	Roberto Aristides Kcacha	22	Secundaria	3722	13° 25' 25.9"	71° 38' 54"

## Continuación

169	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Grimaldo Condori	40	Sin educacion	3821	13° 25' 08.9"	71° 39' 09.2"
170	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Antonio Hanco Choque	23	Secundaria	3728	13° 25' 25.9"	71° 38' 54.4"
171	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Pablo Romero Paso	46	Primaria	3720	13° 25' 25.9"	71° 38' 54.4"
172	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Ignacio Huaman	62	Sin educacion	3801	13° 25' 12.4"	71° 39' 09"
173	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Higidio Quispe Floez	38	Primaria	3603	13° 29' 37.8"	71° 36' 45.6"
174	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Florentino Kcacha Quispe	46	Primaria	3822	13° 25' 30.1"	71° 39' 23"
175	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Vicente Camala Tito	56	Primaria	3595	13° 29' 37.8"	71° 36' 45.6"
176	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	German Huayllapuma	48	Primaria	3801	13° 25' 12.4"	71° 39' 09"
177	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Roberta Huilca Flores	46	Primaria	3600	13° 29' 33.2"	71° 36' 41.9"
178	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Timoteo Quispe Quispe	48	Primaria	3609	13° 29' 41.7"	71° 36' 40.2"
179	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Isidro Apaza	52	Primaria	3610	13° 29' 41.7"	71° 36' 40.2"
180	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Victor Florez Kjeqaño	68	Primaria	3610	13° 29' 35.4"	71° 36' 42.09"
181	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Mariano Apaza Hallasi	62	Primaria	3600	13° 29' 35.4"	71° 36' 42.09"
182	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Fredy Apaza Florez	46	Secundaria	3603	13° 29' 32.1"	71° 36' 43.1"
183	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Basilio Huacochia Quispe	64	Primaria	3607	13° 29' 35.2"	71° 36' 47.2"
184	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Alberto Florez Huilca	52	Primaria	3605	13° 29' 38.2"	71° 36' 47.9"
185	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Victor Castro Huaman	40	Primaria	3794	13° 25' 35.7"	71° 39' 10.6"
186	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Ruben Jara Huallpa	46	Primaria	3800	13° 24' 30.01"	71° 38' 56.7"
187	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Florencio Huallpa Acho	74	Sin educación	3787	13° 24' 31.8"	71° 38' 53.7"
188	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Pablo Romero Pazo	52	Primaria	3806	13° 25' 30.8"	71° 39' 16.2"
189	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Timoteo Hanco Zarate	68	Sin educacion	3775	13° 25' 37.6"	71° 39' 05.12"
190	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Enrique Huaman Castro	52	Primaria	3760	13° 25' 38.8"	71° 39' 0.75"
191	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Julio Machaca Huaman	64	Primaria	3745	13° 25' 35.2"	71° 38' 56.8"
192	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Francisco Quispe Aiqui	68	Sin educacion	3709	13° 26' 33.7"	71° 38' 41.3"
193	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Andres Paso Quispe	36	Primaria	3705	13° 26' 39.2"	71° 38' 39.7"
194	Paucartambo	Ccolcepepata	Sayllapata	Tiburcio Hanco Huallpa	46	Primaria	3785	13° 24' 35.3"	71° 39' 0.42"

## Anexo 2: Variables e indicadores para el cuestionario de encuestas

### CUESTIONARIO DE ENCUESTAS

#### SUSTENTABILIDAD DE METODOS DE CONTROL DE PLAGAS EN

#### EL CULTIVO DE PAPA EN CUSCO-PERU.

#### I. Datos generales del agricultor

##### 1.1.Nombre de la comunidad y ubicación

- 1.2.Nombre del agricultor y edad
- 1.3.Grado de educación del agricultor
- 1.4.Altitud y coordenadas de puntos de encuesta
- 1.5.Actividad económica del agricultor en su comunidad
- 1.6.Especies cultivadas

## **II. Cultivo de papa**

- 2.1. Área sembrada
- 2.2. Tenencia de tierra (propietario o alquiler)
- 2.3. Rendimiento por hectárea
- 2.5. Tipo de producción
- 2.6. Destino de la producción
- 2.7. Variedades modernas de papa cultivadas
- 2.8. Variedades de papas nativas
- 2.9. Uso de semilla en variedades nativas de papa
- 2.10. Uso semilla en variedades modernas de papa
- 2.11. Productores de semilla de papa en la comunidad
- 2.12. Rotación después de papa, tiempo y cultivos
- 2.13. Uso de fertilizantes químicos
- 2.14. Uso de abonos orgánicos
- 2.15. Cantidad de papa que consume diario aproximado
- 2.16. Formas de consumo de papa

## **III. Insectos y Control**

- 3.1. Nombres de insectos-plaga de mayor a menor importancia en el cultivo
- 3.2. Nombres de insectos-plaga de mayor a menor importancia en almacén
- 3.3. Criterios para ubicar a los insectos en orden de prioridad
- 3.4. Con ficha para cada insecto
  - 3.4.1. Nombre del insecto
  - 3.4.2. Daño en la planta y/o tubérculo
  - 3.4.3. Conoce el adulto
  - 3.4.4. Conoce al huevo
  - 3.4.5. Conoce a la larva
  - 3.4.6 Conoce a la pupa
  - 3.4.7. Conoce el ciclo biológico: indique los estados de desarrollo
  - 3.4.6. Donde se encuentran los estados de desarrollo de la plaga
  - 3.4.7. Donde están los insectos cuando no hay el cultivo
  - 3.4.8. De dónde vienen al nuevo campo de cultivo de papa
- 3.5. Daño
  - 3.5.1. Fase fenológica de la planta que dañada
  - 3.5.2. Daño en hojas, tallo, tubérculo

- 3.5.3. Estado de la plaga que daña a la planta
- 3.5.4. Porcentaje de plantas dañadas
- 3.5.5. Porcentaje de tubérculos dañados en almacén
- 3.5.6. Reducción en rendimiento
- 3.6. Control de Insectos
  - 3.6.1. Prácticas de control diferente a insecticida en campo
  - 3.6.2. Prácticas de control diferente a insecticida en almacén
  - 3.6.3. Nombre de insecticidas para el control en campo
  - 3.6.4. Nombre de insecticidas para el control en almacén
  - 3.6.5. Lugar de adquisición de insecticidas
  - 3.6.6. Costo de adquisición de insecticidas
  - 3.6.7. Orientación para la compra del insecticida
  - 3.6.8. Uso de adherente y fuente de agua
  - 3.6.9. Frecuencia de aplicación en campo y almacén
  - 3.6.10. Plagas para los cuales aplica en campo y almacén
  - 3.6.11. Protección del agricultor para la operación del insecticida

#### **IV. Enfermedades y su control**

- 4.1. Enfermedades de mayor a menor importancia en planta y tubérculo en campo y almacén
- 4.2. Que parte de la planta daña: hojas, tallo, tubérculos
- 4.3. Conoce la biología de la enfermedad
- 4.3. Conoce por el síntoma de la enfermedad
- 4.3. Estado de desarrollo de la planta que daña la enfermedad
- 4.3. Etapa de desarrollo de la planta que aparece la enfermedad
- 4.3. Condiciones ambientales para el desarrollo de la enfermedad
- 4.4. Control químico y otros
  - 4.4.1. Prácticas de control diferentes a fungicida campo
  - 4.4.2. Fungicidas que utiliza
  - 4.4.3. Frecuencias de aplicación
  - 4.4.4. Para que enfermedades aplica
  - 4.4.5. Donde compra el fungicida
  - 4.4.6. Costo de control con fungicida

#### **V. Nematodos**

- 5.1. Conoce el nematodo de la papa
- 5.2. Parte de la planta que se encuentra
- 5.3. Daño en la planta
- 5.4. Ciclo biológico

- 5.5. Síntomas de plantas dañadas con el nematodo
- 5.6. Donde se encuentra después de la cosecha de papa
- 5.7. De donde viene al nuevo campo de cultivo de papa
- 5.8. Que prácticas de control cultural conoce para el nematodo
- 5.9. Uso de nematicida
- 5.10. Frecuencia de aplicación del nematicida
- 5.11. Costo de control de nematicida

## **VI. Conocimiento Local**

- 6.1. Prácticas de control que conoce como conocimiento local para las plagas
- 6.2. Prácticas de control que conoce como conocimiento local para las enfermedades
- 6.3. Prácticas de control que conoce como conocimiento local para los nemátodos
- 6.5. Que indicadores biológicos conoces para predecir la lluvia, sequía, helada, para el cultivo de papa, para plagas y enfermedades.
- 6.6. Que indicadores astronómicos conoces para predecir la lluvia, sequía, helada, cultivo de papa, plagas y enfermedades

## **VII. Información técnica**

- 7.1. Que información técnica publicada de plagas, enfermedades y nematodos tienes en la actualidad
- 7.2. Donde y quien te ha entregado
- 7.3. Has aprendido con información técnica sobre: Plagas, enfermedades, nematodos.
- 7.4. Sobre que plagas has aprendido:
- 7.5. Has solucionado tus problemas de sanidad de papa con información técnica:
- 7.6. Has recibido o participado en las capacitaciones en los tres últimos años:
- 7.7. En tu comunidad existe alguna organización para el manejo integrado de plagas
- 7.8. Recibiste capacitación en manejo integrado de plagas en (insectos) (enfermedades) (nematodos)
- 7.9. En que plagas has recibido la capacitación (MIP
- 7.10. Que instituciones te capacitaron
- 7.11. Toda la comunidad se ha capacitado en el MIP
- 7.12. Aprendes en la capacitación
- 7.13. Los capacitadores conocen el problema y la solución
- 7.14. Quienes participan en la capacitación: Papa, mama e hijos.
- 7.15. Quisieras recibir la capacitación sobre sanidad de papa
- 7.16. En que plagas quieres capacitarte

7.17. En el plan anual de actividades de la comunidad incluye actividades del MIP

### **VIII. Cambio Climático**

- 8.1. Temperatura ambiental
- 8.2. Las lluvias
- 8.3. La helada
- 8.4. Las plagas
- 8.5. Nuevos insectos plaga
- 8.6. Las enfermedades
- 8.7. Nuevas enfermedades.
- 8.8. Los nematodos
- 8.9. Que piensas del cambio climático
- 8.10. El cambio climático es bueno o malo

### Anexo 3: Análisis de sustentabilidad económico, ambiental y social

DATOS TRANSFORMADOS																													
SUSTENTABILIDAD DE METODOS DE CONTROL DE PLAGAS EN CULTIVO DE PAPA EN CUSCO, PERU																													
ALTIUD [m.s.n.m.]		ECONOMICO										ECOLOGICO						SOCIOCULTURAL											
		AREA. SEMBRAD.	VARIED.	COSTO. REDT/HA	INSECT Y FUNG. SEMILLA	PROCD. ABOHAMI ENTO.	PRECIO. KILO CHACRA	VAR. NAT	ESP. CULTIV	ROTA C. CULT.	TIPO. INSECT	Nº. INSECT	H. APLIC.	TIPO. FUNG.	Nº. FUNG.	H. APLICA.	CONTR. L. DIFERE NTEAL	EDUCACIO N. AGRICULTOR	PARTICIPACION A.MIP	INSTITUCIONES CAPACITADORES	CAPACITACIONES RECIBIDAS	CONSUMO DE PAPA	CONOC. LOCAL	HIP. RANCHA	HIP. DE LOS ANDES	HIP. POLILLA DELA PAPA			
2825	Sander-Tarawani	1	0	0	1	2	1	1	2	0	4	3	0	4	3	3	2	2	2	2	3	0	2	1	0	1	1		
2581	Sander-Tarawani	2	0	0	1	2	1	4	2	0	4	1	0	2	0	4	3	2	1	2	2	3	0	1	2	0	2	2	
2787	Sander-Tarawani	3	0	0	1	2	3	2	2	0	4	1	2	2	1	4	3	2	1	2	2	3	1	1	1	0	2	2	
2724	Sander-Tarawani	4	1	1	1	1	3	1	2	0	4	1	1	2	0	4	3	2	1	2	1	4	1	1	1	2	0	2	
2877	Sander-Tarawani	5	0	0	1	1	3	4	2	0	4	0	1	1	0	4	3	2	0	2	2	4	1	2	1	0	1	1	
2514	Sander-Tarawani	6	1	0	2	1	3	1	2	0	4	1	1	2	0	4	3	2	2	2	2	4	1	1	1	0	1	1	
2571	Sander-Tarawani	7	0	0	1	1	1	4	2	0	4	0	1	2	0	4	3	2	0	2	2	4	0	1	1	0	1	1	
2786	Sander-Tarawani	8	1	0	2	2	1	4	2	0	4	0	2	2	0	4	3	2	1	3	1	3	0	1	0	0	3	3	
2689	Sander-Tarawani	9	0	0	1	1	3	1	2	0	4	0	1	2	1	4	3	3	2	2	2	4	1	1	0	0	3	3	
2718	Sander-Tarawani	10	0	0	2	1	1	1	2	0	4	0	2	3	0	4	3	2	1	3	1	4	1	1	0	0	2	2	
2578	Sander-Tarawani	11	0	0	1	3	3	4	2	0	4	0	1	2	0	4	3	2	2	2	2	4	1	2	1	0	2	2	
2891	Sander-Tarawani	12	0	0	2	2	1	4	2	0	4	1	2	2	1	4	3	2	1	3	3	4	1	1	3	0	4	4	
2872	Sander-Tarawani	13	0	0	1	2	1	3	2	0	4	1	2	2	0	4	3	2	0	1	1	1	1	2	2	0	3	3	
2748	Sander-Tarawani	14	3	0	2	3	1	4	2	0	3	1	2	3	0	4	3	3	1	1	1	1	1	2	1	0	2	2	
2755	Sander-Tarawani	15	3	0	2	3	1	1	2	0	2	0	3	3	0	4	3	3	2	1	1	1	2	2	2	0	1	1	
2368	Havello-Allu-Pampasung	16	1	1	2	3	1	4	2	0	4	1	2	2	0	4	3	2	1	3	3	4	1	1	3	0	1	1	
3812	Havello-Allu-Pampasung	17	0	0	1	2	3	2	2	0	4	0	1	2	0	4	3	2	1	2	2	4	1	3	3	0	2	2	
3853	Havello-Allu-Pampasung	18	1	1	2	2	1	4	2	0	4	0	1	2	0	4	3	4	1	2	2	4	1	3	3	0	2	2	
3842	Havello-Allu-Pampasung	19	3	2	2	1	3	4	2	0	4	1	1	2	0	4	3	4	1	3	2	4	1	3	3	0	3	3	
3885	Havello-Allu-Pampasung	20	0	1	2	2	3	3	2	0	4	0	2	2	1	4	3	2	0	2	2	4	1	2	3	0	3	3	
3132	Havello-Allu-Pampasung	21	1	0	2	2	3	4	2	0	4	0	1	2	1	4	3	2	1	3	2	4	0	2	2	0	3	3	
3133	Havello-Allu-Pampasung	22	0	2	1	2	1	3	2	0	4	0	3	3	0	4	3	3	0	2	1	4	1	2	3	0	3	3	
3151	Havello-Allu-Pampasung	23	4	2	2	3	3	4	2	0	4	0	2	2	0	4	3	2	2	2	2	4	1	2	3	0	1	1	
3368	Havello-Allu-Pampasung	24	1	1	2	3	1	4	2	0	4	0	1	2	0	4	3	2	1	3	2	4	0	2	3	0	2	2	
3343	Havello-Allu-Pampasung	25	0	0	1	2	1	4	2	0	4	0	2	3	1	4	3	3	1	2	1	4	1	2	1	0	2	2	
3237	Havello-Allu-Pampasung	26	1	0	2	2	1	4	2	0	4	1	2	3	0	4	3	2	1	3	2	4	1	2	3	0	2	2	
3387	Havello-Allu-Pampasung	27	2	0	1	2	3	2	2	0	4	1	3	3	0	4	3	2	1	3	3	4	1	2	3	0	2	2	
3155	Havello-Allu-Pampasung	28	0	1	1	2	1	4	2	0	4	1	1	2	0	4	3	2	2	3	1	4	1	2	3	0	1	1	
3287	Havello-Allu-Pampasung	29	3	1	2	2	1	1	2	0	4	0	1	2	0	4	3	2	2	3	0	4	0	2	3	0	2	2	
3155	Havello-Allu-Pampasung	30	1	3	1	2	1	4	2	0	4	1	1	2	1	4	3	2	1	2	1	4	1	2	2	0	3	3	
3177	Havello-Allu-Pampasung	31	2	1	3	2	3	4	2	0	4	0	1	2	0	4	3	3	2	2	3	3	0	2	2	0	3	3	
3284	Havello-Allu-Pampasung	32	1	0	1	2	3	1	2	0	4	1	2	3	0	4	3	3	0	2	1	3	1	2	2	0	4	4	
3285	Havello-Allu-Pampasung	33	0	0	1	2	1	4	2	0	4	0	1	2	0	4	3	2	2	2	0	3	0	3	2	0	2	2	
3844	Havello-Allu-Pampasung	34	3	1	2	3	1	1	2	0	3	1	3	3	0	4	3	3	2	3	0	2	0	2	2	0	2	2	
3328	Havello-Allu-Pampasung	35	1	1	2	3	1	4	2	0	4	1	3	3	0	4	3	3	1	3	1	3	0	2	3	0	1	1	
3833	Urulari	36	1	0	0	0	3	2	1	3	4	4	4	4	4	3	3	2	1	2	0	3	3	2	0	2	2	2	
3842	Urulari	37	1	0	1	0	0	2	1	3	4	4	4	4	4	3	3	2	1	2	0	4	2	2	1	3	2	2	
3885	Urulari	38	0	0	0	0	0	2	1	2	3	4	4	4	4	3	3	2	2	2	1	4	3	2	1	2	1	1	
3868	Urulari	39	0	0	1	0	0	2	1	3	4	4	4	4	4	4	3	2	1	2	1	2	4	2	1	2	1	1	
4884	Urulari	40	0	0	0	0	0	2	1	3	4	4	4	4	4	4	3	3	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	
4872	Urulari	41	0	0	0	0	2	1	1	3	4	4	4	4	4	3	3	2	0	2	1	4	2	2	1	2	1	1	
4835	Urulari	42	1	0	1	0	0	2	1	3	4	4	4	4	4	3	3	2	1	2	1	4	2	2	1	3	2	1	
3844	Urulari	43	2	0	1	0	0	2	1	3	4	4	4	4	4	3	3	2	1	2	1	3	3	2	1	2	1	1	
3846	Urulari	44	1	0	1	0	0	2	1	3	4	4	4	4	4	3	2	3	0	2	1	3	3	2	1	2	2	2	
3844	Urulari	45	1	0	0	0	2	1	1	3	4	4	4	4	4	3	2	3	0	3	1	4	4	2	1	2	1	1	
4884	Urulari	46	0	0	0	0	0	2	1	3	4	4	4	4	4	3	2	3	0	2	1	4	4	2	1	2	1	1	

## Anexo 4: Certificación de especies de insectos plaga

### 4.1 Constancia de certificación de *Trialeurodes vaporariorum*



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**DEPARTAMENTO DE ENTOMOLOGIA**  
**MUSEO DE ENTOMOLOGIA KLAUS RAVEN BÜLLER**  
 Telf. (51-1) 614-7800 anexo 330 -Apartado Postal 12-056



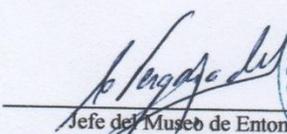
---

**SERVICIO DE ANÁLISIS E IDENTIFICACIÓN**

<b>Para:</b> Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco RUC: 20172474501 Av. De La Cultura N° 733 Cusco, Cusco	Fecha: 02-12-2019
<b>Atención:</b> Wilfredo Catalán Bazán.	
<b>Muestra:</b> Hojas infestadas con insectos colectadas en cultivo de papa variedad CICA la localidad de Sondor-Tarawasi, del distrito de Limatambo, provincia de Anta-Cusco. La fecha en que se colectó fue el 26 de julio del 2019.	Lote N° 34-19  Informe completo: X

N° Muestra	Familia/Subfamilia/Tribu	Genero y/o especie	N° de especímenes
1	Aleyrodidae	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood, 1856)	6 micropreparados

ta.- Las muestras fueron revisadas e identificadas por Biol. Mg. Sc. Clorinda Vergara Cobán y Biol. Mg. Sc. Javier Huanca donado, investigador del departamento de Entomología-UNALM.



**Jefe del Museo de Entomología**  
 Biol. Mg. Sc. Clorinda Vergara Cobán de Sánchez



4.2 Constancia de certificación de *Diabrotica decempunctata*



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
DEPARTAMENTO DE ENTOMOLOGIA  
**MUSEO DE ENTOMOLOGIA KLAUS RAVEN BÜLLER**  
Telf. (51-1) 614-7800 anexo 330 -Apartado Postal 12-056



---

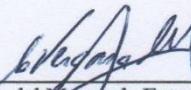
**SERVICIO DE ANÁLISIS E IDENTIFICACIÓN**

<b>Para:</b> Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco RUC: 20172474501 Av. De La Cultura N° 733 Cusco, Cusco	Fecha: 04-12-2019
<b>Atención:</b> Wilfredo Catalán Bazán.	
<b>Muestra:</b> Insectos en alcohol, colectados sobre hojas, en cultivo de papa variedad Canchan de la localidad de unchubamba, del distrito de Challabamba, provincia de auctartambo-Cusco. La fecha en que se colectó fue el 26 de mayo del 2019.	Lote N° 35-19  Informe completo: X

N° Muestra	Familia/Subfamilia/Tribu	Genero y/o especie	N° de especímenes
1	Chrysomelidae- Galerucinae	<i>Diabrotica decempunctata</i> Bechyne	2



La.- Las muestras fueron revisadas e identificadas por Biol. Mg. Sc. Clorinda Vergara Cobián y Biol. Mg. Sc. Javier Huanca donado, investigador del departamento de Entomología-UNALM.



**Jefe del Museo de Entomología**  
 Biol. Mg. Sc. Clorinda Vergara Cobián de Sánchez



### 4.3 Identificación de nematodos



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**Clínica de Diagnóstico de Fitopatología y Nematología**

Av. La Universidad s/n - La Molina Apdo. 056 L-12  
 Telefax: 349-6631 rpm # 9470-14023  
 e-mail: clinica@lamolina.edu.pe



La Molina, 14 de agosto de 2018  
 FI-NEMA-103bio-2018

Señor:  
**Wilfredo Catalan**  
 Cusco  
Presente.-

De mi consideración:

El resultado del bioensayo en el análisis Nematológico de tres muestras de suelo y raíces de papa, procedente de Cusco, enviadas el 10 de julio por ustedes a nuestra Clínica de Diagnóstico, fue:

<u>Meustra</u>	<u>Nematodos en el suelo (a)</u>	<u>Nº. Indv/100 cc. de suelo</u>	<u>Nematodos en las raíces</u>	<u>Nº. Indv/gr. de raíces</u>	<u>Bioensayo para Meloidogyne</u>
Daniel Vergara Var. Serranita	<i>Meloidogyne</i>	20	<i>Pratylenchus</i>	32	2
	<i>Pratylenchus</i>	50	<i>Dorylaimidos</i>	4	
	<i>Tylenchorhynchus</i>	40	<i>Rhabditidos</i>	28	
	<i>Aphelenchus</i>	20			
	<i>Mononchidos</i>	10			
	<i>Dorylaimidos</i>	20			
	<i>Rhabditidos</i>	160			
Constantino Sihuas Var. Cica	<i>Meloidogyne</i>	120	<i>Pratylenchus</i>	32	4
	<i>Pratylenchus</i>	40	<i>Rhabditidos</i>	8	
	<i>Aphelenchus</i>	10			
	<i>Dorylaimidos</i>	40			
	<i>Rhabditidos</i>	100			
Cristobal Alfaro Var. Phaspa	<i>Meloidogyne</i>	40	No se detectaron	--	3
	<i>Pratylenchus</i>	10			
	<i>Tylenchorhynchus</i>	10			
	<i>Aphelenchus</i>	20			
	<i>Rhabditidos</i>	30			

Los resultados de la cantidad de quistes de Globodera en suelo, el promedio de huevos por quiste y la Población Total de *Globodera* en el suelo, se muestran a continuación:

<u>MUESTRA</u>	<u>Metodo Fenwick (b)</u>	<u>Metodo Homogenizador Huijsman (c)</u>	<u>Población Total</u>
	<u>Total Quistes /100 cc. suelo</u>	<u>Total de huevos por Quiste</u>	<u>Indv/100cc a + (b * c)</u>
Daniel Vergara	12	0	0
Constantino Sihuas	0	0	0
Cristobal Alfaro	13	46	598

**Resultados del Bioensayo para *Meloidogyne***

Los resultados del bioensayo para *Meloidogyne* en la muestra de suelo muestran niveles de nodulación bajos (nivel 2, escala del 0 al 5), niveles intermedios (nivel 3, escala del 0 al 5) y niveles elevados (nivel 4, escala del 0 al 5). Esto se interpreta como potencial de daño: bajo, medio y elevado respectivamente a los niveles encontrados.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Clinica de Diagnósis de Fitopatología y Nematología

Av. La Universidad s/n - La Molina Apdo. 056 L-12  
Telefax: 349-6631 rpm # 9470-14023  
e-mail: clinica@lamolina.edu.pe



Nos despedimos de ustedes recordándoles que la Clínica de Diagnósis está a su disposición para cualquier consulta.

Muy atentamente

  
Ing. Alfonso Palomo Herrera  
Jefe, Laboratorio de Nematología  
Facultad Agronomía

Archivo  
APH/hmg



Continua identificación de nematodos



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**Clinica de Diagnóstico de Fitopatología y Nematología**

Av. La Universidad s/n - La Molina Apdo. 056 L-12  
 Telefax: 349-6631 rpm # 9470-14023  
 e-mail: clinica@lamolina.edu.pe



La Molina, 30 de julio de 2018  
 FI-NEMA-103-2018

Señor:  
**Wilfredo Catalan**  
 Cusco  
 Presente.-

De mi consideración:

El resultado del análisis Nematológico de tres muestras de suelo y raíces de papa, procedente de Cusco, enviadas por ustedes a nuestra Clínica de Diagnóstico, fue:

<u>Meustra</u>	<u>Nemátodos en el suelo (a)</u>	<u>Nº. Indv/100 cc. de suelo</u>	<u>Nemátodos en las raíces</u>	<u>Nº. Indv/gr. de raíces</u>
Daniel Vergara Var. Serranita	<i>Meloidogyne</i>	20	<i>Pratylenchus</i>	32
	<i>Pratylenchus</i>	50	<i>Dorylaimidos</i>	4
	<i>Tylenchorhynchus</i>	40	<i>Rhabditidos</i>	28
	<i>Aphelenchus</i>	20		
	<i>Mononchidos</i>	10		
	<i>Dorylaimidos</i>	20		
	<i>Rhabditidos</i>	160		
Constantino Sihuas Var. Cica	<i>Meloidogyne</i>	120	<i>Pratylenchus</i>	32
	<i>Pratylenchus</i>	40	<i>Rhabditidos</i>	8
	<i>Aphelenchus</i>	10		
	<i>Dorylaimidos</i>	40		
	<i>Rhabditidos</i>	100		
Cristobal Alfaro Var. Phaspa	<i>Meloidogyne</i>	40	No se detectaron	--
	<i>Pratylenchus</i>	10		
	<i>Tylenchorhynchus</i>	10		
	<i>Aphelenchus</i>	20		
	<i>Rhabditidos</i>	30		

Los resultados de la cantidad de quistes de *Globodera* en suelo, el promedio de huevos por quiste y la Población Total de *Globodera* en el suelo, se muestran a continuación:

<u>MUESTRA</u>	<u>Metodo Fenwick (b)</u>	<u>Metodo Homogenizador Huijsman (c)</u>	<u>Población Total</u>
	<u>Total Quistes /100 cc. suelo</u>	<u>Total de huevos por Quiste</u>	<u>Indv/100cc a + (b * c)</u>
Daniel Vergara	12	0	0
Constantino Sihuas	0	0	0
Cristobal Alfaro	13	46	598



## UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

### Clínica de Diagnóstico de Fitopatología y Nematología

Av. La Universidad s/n - La Molina Apdo. 056 L-12  
Telefax: 349-6631 rpm # 9470-14023  
e-mail: clinica@lamolina.edu.pe



Los resultados han detectado en el suelo a *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus* y *Globodera* como fitopatógenos de papa.

*Globodera* es considerado el nemátodo de mayor importancia en papa. Las poblaciones de este nemátodo en las muestras de suelo son bajas. Así mismo en algunos lotes no se han detectado quistes mientras que en otros se detectan quistes vacíos.

Las poblaciones de *Meloidogyne* pueden considerarse bajas, medias y elevadas en el suelo en las muestras encontradas.

Las poblaciones de *Pratylenchus* puede considerarse medias y además se detectan en las raíces.

Las poblaciones de *Tylenchorhynchus* pueden considerarse bajas

*Aphelenchus* es un nemátodo de menor importancia y ocasionalmente puede presentarse, las poblaciones encontradas son muy bajas.

Los *Mononchidos*, *Dorylaimidos* y *Rhabditidos* son habitantes comunes del suelo y NO se alimentan de plantas.

Estamos realizando el bioensayo para *Meloidogyne*, el cual es un nemátodo muy importante en costa. Esta es una prueba biológica y busca detectar estados de supervivencia de *Meloidogyne* que los análisis convencionales no pueden encontrar. Esta Prueba demora alrededor de 30 días.

Nos despedimos de ustedes recordándoles que la Clínica de Diagnóstico está a su disposición para cualquier consulta.

Muy atentamente

Ing. Alfonso Palomo Herrera  
Jefe, Laboratorio de Nematología  
Facultad Agronomía



Archivo  
APH/hmg