

# Sistema de rotación de cultivo de papa en la cuenca del río Vilcanota, en la región Cuzco, Perú

## Analysis of potato crop rotation system in the Vilcanota river basin, in Cuzco region

Hugo Ramos Inca Roca <sup>1,\*</sup>, Juan Tandazo Garcés <sup>2.&</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Agraria La Molina; <sup>2</sup>Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador

hugoramos@lamolina.edu.pe<sup>1</sup>; juanjetg@hotmail.com<sup>2</sup>

Fecha de recepción: 01 de Junio de 2018 — Fecha de aceptación: 10 de octubre de 2018

**Abstract** — The Vilcanota River Basin was evaluated, with the objective of analyzing the production system of potato and faba bean crops and determining their potential areas, due to the nutritional importance they present. Field visits were made to collect data. Conglomerate analysis was carried out to typify the systems.

In System I (3,584 ha), potato and faba bean crops are presented in 17.9 % and 6.9 % respectively. In System II (19,410 ha), the potato crop has 20 %, the faba bean is presented in 4.9 %. In system III (15,591 ha), the cultivation of potatoes and the cultivation of faba beans have 22 % and 6 % respectively and the land appears at rest with 3.8 %. In System IV (36,713 ha), potatoes with 22.1 % are cultivated in larger areas than in previous systems, the faba bean forms associations with the cultivation of corn, quinoa and some Andean tubers and cereals in 9.3 %. And in system V (21,865 ha), potato cultivation presents 22.5 % and cereals 33 %, faba bean decreases considerably with 4.4 %, soils at rest have to 21.7 %. Because, the periods vary from 5 to 10 years of rest.

The potential areas for potatoes and faba beans were determined from the ecophysiological requirements of the crops. Being, for the cultivation of Papa, an extension of 97,314 ha and for the cultivation of 70 faba bean, 859 ha.

**Palabras Claves**—Potato, Faba Bean, Production Systems, Geographic Information Systems, Remote Sensing.

**Resumen** — Se evaluó la Cuenca del Río Vilcanota, con el objetivo de analizar el sistema de producción de los cultivos de papa y haba y determinar sus áreas potenciales, por la importancia alimenticia que presentan. Se realizó visitas de campo para toma de datos. Se realizó el análisis de conglomerados para tipificar los sistemas.

En el sistema I (3,584 ha), los cultivos de papa y haba se presentan en un 17.9 % y un 6.9 % respectivamente. En el sistema II (19,410 ha), el cultivo de papa tiene 20 %, el haba se presenta en un 4.9 %. En el sistema III (15,591 ha), el cultivo de Papa y el cultivo de haba tienen 22 % y 6 % respectivamente y aparecen los terrenos en descanso con un 3.8 %. En el Sistema IV (36,713 ha), la papa con un 22.1 %, se cultiva en mayores extensiones que en los sistemas anteriores, la haba forma asociaciones con el cultivo de maíz, quinua y algunos tubérculos y cereales andinos en un 9.3 %. Y en el sistema V (21,865 ha), el cultivo de papa presenta un 22.5 % y los cereales un 33 %, el haba disminuye considerablemente con un 4.4 %, los terrenos en descanso tienen un 21.7 %, porque los períodos varían de 5 a 10 años de descanso.

Las zonas potenciales para la papa y el haba se determinaron a partir de los requerimientos ecofisiológicos de los cultivos. Siendo, para el cultivo de Papa, una extensión de 97,314 ha y para el cultivo de haba 70, 859 ha.

**Palabras Claves**—Papa, Haba, Sistemas De Producción, Sistemas De Información Geográfica, Teledetección.

### INTRODUCCIÓN

La necesidad de una fuente de alimento constante y diversa ha obligado al poblador andino a desarrollar sistemas de cultivo sorteando las desventajas y aprovechando las ventajas de su medio ambiente. Con la llegada de los españoles y la consiguiente introducción de otras especies cultivadas y forestales, se ha desarrollado una diversidad de sistemas de producción en la cordillera de los Andes.

Actualmente, existen tecnologías que permiten tener información del ambiente en el cual se desarrollan los grupos humanos que viven de la agricultura y ganadería. Así los

Sistemas de informáticos, permiten cuantificar, variables topográficas, climáticas, edáficas y grupos de plantas, así como juntar toda esta información para determinar y cuantificar, especies de interés agrícola.

El presente trabajo tiene como objetivo, analizar el sistema de rotación de los cultivos de Papa y Haba en la Cuenca del Río Vilcanota, departamento del Cusco, a través de la identificación y clasificación de los sistemas de cultivo y las zonas potenciales para la producción de Papa y Haba.

\*Magister Scientiae en Producción Agrícola

&Magister en Ingeniería Agrícola

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Zona de estudio

La Cuenca del Vilcanota se localiza entre los meridianos 72° 22' y 70° 46' Longitud Oeste y los Paralelos 13° 10' y 14° 39' Latitud Sur. La cuenca presenta un rango de altitud entre 2,765.95 a 6,356.34 m.s.n.m. con un área de 878,514 ha. Se ubica en la parte Sur de la región Cusco.

### El sistema agrícola

Es un arreglo de componentes estructurales cuyo funcionamiento procesa entradas y produce salidas propias de la agricultura. Las entradas de un sistema agrícola son de origen natural y de origen antrópico. Aquellas de origen natural están constituidas por todos los elementos climatológicos (lluvia, vientos, energía luminosa, temperatura, entre otras), la cobertura vegetal y los suelos con una determinada calidad físico-químico-mecánico antes de la roturación y siembra. Por otro lado, las entradas naturales pueden ser benéficas o perjudiciales; un exceso de lluvia o descensos severos en la temperatura ocasionarán caídas en los rendimientos y en el extremo pérdida total de las cosechas.

Las entradas proporcionadas por el hombre son las semillas, insumos fitosanitarios tradicionales y modernos, fertilizantes químicos, guano de corral, agua de riego y mano de obra, entre otros. También, en este caso, existen entradas de origen antrópico benéficas y perjudiciales. La aplicación inadecuada de insecticidas, semillas trasmisoras de virus, el uso de guano de corral fresco que contiene semillas viables de malezas son algunos ejemplos de prácticas perjudiciales.

Algunas entradas serán provenientes de otros sistemas del suprasistema comunal (p.e. guano de corral) y otras provendrán de fuera del suprasistema (p.e. fertilizantes químicos). Es de notar que también existen entradas involuntarias de origen antrópico al sistema agrícola; por ejemplo, las semillas de cereales frecuentemente van acompañadas de semillas de malezas o algunas semillas que ingresan acompañadas de nuevas plagas y enfermedades.

Para los fines del presente estudio, se consideran entradas al sistema agrícola la cobertura vegetal y la calidad de los suelos, debido a que antes de la roturación y siembra, los suelos presentan una determinada cobertura y calidad, la que es directamente afectada por la agricultura.

### Métodos

La metodología empleada se basó en el estudio de la cuenca, con énfasis en las zonas de producción de papa y haba, para lo cual se hizo uso de la metodología de Zonificación propuesta por la (1)FAO (1997) y posterior identificación de los grupos de sistemas de la Cuenca. Para la obtención de

material bibliográfico se realizaron visitas a las diferentes instituciones vinculadas al área estudio en las ciudades de Lima y Cusco como el Plan MERISS (1980). Se realizaron visitas de campo con la ayuda de un GPS, para localizar espacialmente las áreas de interés y se realizó encuestas para poder conocer la realidad de los agricultores de la cuenca.

Se utilizó información de precipitación, temperatura máxima, mínima, promedio y evapotranspiración obtenidos del SENAMHI (2012) A partir de los datos de temperatura máxima y mínima, se elaboró datos de unidades de calor acumuladas anual. Los valores de unidades de calor mensual fueron resultado del promedio de las temperatura máximas y mínimas del cual se resta la temperatura base del cultivo, que es el valor térmico en el cual la planta no produce y consume sus recursos energéticos (2)(Sánchez, 1972) (Ecuación 1). Para elaborar este mapa se utilizó la herramienta raster calculator del programa ARCGIS 9.0 (módulo de Análisis Espacial). La fórmula que se utilizó fue:

$$UC_{mes} = \left( \left( \frac{T^{\circ}max + T^{\circ}min}{2} \right) - T^{\circ}base \right) \times 30 \quad (1)$$

$T^{\circ}max$  y  $T^{\circ}min$  = temperaturas máximas y mínima  
 $T^{\circ}base$  = Temperatura Base del Cultivo (para este caso se considero 2° C para Haba y Papa)  
 30 = representa el número de días que tiene el mes.

La información de los suelos de la cuenca, se obtuvo del estudio realizado por (3)ONERN (1988) y los estudios de irrigación realizados por el Plan MERISS – Cusco (1980).

Se obtuvo cuatro características químicas del suelo: textura (Figura 8), pH (Figura 9), capacidad de intercambio catiónico (Figura 10) y fósforo (Figura 11). Para definir las clases edáficas de cada mapa de suelo, adicionalmente se tomó en cuenta la clasificación del “Manual de fertilidad de suelos” (Alegre *et al.* 2006). Los criterios de clasificación para las variables edáficas, se presentan en los cuadros: 6 y 7.

### La Encuesta

La encuesta, tuvo como objetivo la recolección de datos de campo (4)(Escobar y Berdegué 1990 y Dalton 1975), que permitieron describir los sistemas de producción de las zonas de estudio, así como las decisiones de siembra y costos de producción. Para el desarrollo de este estudio, se encuestó a agricultores con bajos niveles de ingreso y que pertenecen a comunidades campesinas, con parcelas de papa y haba, en monocultivo o asociados. Se tomó en cuenta los siguientes criterios: Características generales de los agricultores: características de tamaño de las unidades agrícolas, características de manejo de cultivo, características de sistemas de cultivo,

problemas bióticos y abióticos del cultivo, características de rendimientos y producción y características de costos y comercialización. También se consideró el sistema de intenciones de siembra del (5)MINAG (2015) y CENAGRO (2012)

**Procesamiento estadístico**

Se realizó un análisis de componentes principales, utilizando el programa (6)SAS V8 (1999), a fin de encontrar los nuevos componentes principales, que son: altitud, pendiente, textura del suelo, sistemas de rotación, rendimientos y cantidad de áreas destinadas a los cultivos que en este caso aportaban el 67 % de la variabilidad a la cuenca. Con ayuda del comando fastclus del programa R se realizó el análisis de conglomerados Principales (7)(Dallas 1998), utilizando los componentes principales encontrados en el último análisis, obteniendo 5 grupos.

**Zonificación de áreas potenciales**

Para encontrar áreas potenciales para los cultivos, se procedió a superponer las capas de altitud, temperatura, precipitación, pH del suelo y fósforo disponible (8)(De Miranda 1996). Estas variables son necesarias para cumplir los requerimientos fisiológicos para cada cultivo y se seleccionaron los píxeles que cumplían con las condiciones favorables, tanto para el cultivo de papa (9)(Haverkort 1994), como para el cultivo de haba (10)(Hiriam 1990 y Gamarra 1997).

**MATERIALES Y MÉTODOS**

De los análisis de componentes principales y de conglomerados, se han encontrado cinco sistemas de producción para los cultivos de papa y haba (figura 16). Cada sistema presenta características diferentes, de acuerdo a su ubicación, fisiografía, clima, características de suelo, manejo, lugar y utilización final.

Cuadro 1. Áreas de los sistemas de Producción encontrados.

Sistemas de Producción	Área (ha)	Áreas cultivadas (%)	Áreas para cultivo (%)
Sistema I	3,584.34	0.41	3.69
Sistema II	19,409.49	2.21	19.98
Sistema III	15,591.15	1.77	16.05
Sistema IV	36,712.53	4.18	37.78
Sistema V	21,864.87	2.49	22.50
Total	97,162.38	11.68	100.00

Las áreas de cultivo de toda la cuenca representan el 11.7 % del área total, en comparación a los datos obtenidos del Plan MERISS (1980), 9.9 % y (5)MINAG (2004), con 10.80 %. Las áreas de cultivo se han incrementado, especialmente en las comunidades campesinas, en laderas y en lugares

donde existen micro climas que hacen posible la presencia de cultivos.

Las características generales de los Sistemas de Producción encontrados fueron:

a) Preparación del terreno: para ambos cultivos los agricultores lo realizan en forma mecanizada; ello está condicionado a los recursos que poseen, ubicación y acceso de cada parcela.

b) Siembra: En esta labor interviene toda la familia, incluyendo a vecinos y amigos, con el sistema tradicional del Ayni y también con algunas personas contratadas para la labor si es que hay recursos. Cabe señalar que si son terrenos de la comunidad todos participan en número de 1 o 2 por familia.

c) Abonamiento – Fertilización: Siempre aplican estiércol de ganado (Vacuno, ovino y camelidos), y en algunos casos guano de isla siempre y cuando la economía lo permite. Para el caso del cultivo de papa, aplican el fertilizante compuesto Compomaster (fertilizante compuesto de formulación 12-12-12, bastante utilizada en la zona de Sierra y Selva Central para cultivos de papa y maíz. Tiene como base en la fuente de fósforo el Super Triple), o realizan la mezcla balanceada de urea, superfosfato triple o roca fosfórica y sulfato de potasio, para la siembra y una segunda aplicación de urea al segundo aporque. Para el caso del cultivo de haba, se aprovecha la fertilización de los cultivos anteriores aplicando dosis de fertilizantes de 20-80-60 (N-P-K) y en la mayoría de casos solamente se aplican fertilizantes fosforados.

d) Riego: para el cultivo de papa, los riegos son utilizados para la preparación del terreno y para las primeras etapas de los cultivos y disminuyen con la presencia de las lluvias. En la actualidad, todos los agricultores pertenecen a asociaciones de regantes para una mejor distribución del recurso. Para el cultivo de haba, los riegos se realizan antes de la preparación del terreno, después de la emergencia de la plantas y para la floración (si es necesario), o si hay escasez de lluvias y cuando la siembra se realiza en los primeros meses del año se aprovechan las lluvias.

e) Labores adicionales: Los aporques son en dos fases, para el cultivo de papa ayuda a la tuberización y para el cultivo de haba ayuda a evitar el acame, se realiza con la yunta de bueyes generalmente para el primer aporque y con la lampa (ccorana en quechua) para el segundo aporque principalmente para evitar daños mecánicos en la planta. El control de malezas es controlado con esta

actividad y en algunos casos utilizan herbicidas si la economía del agricultor lo permite.

f) Plagas y enfermedades:

\* Para el cultivo de papa: loro-loro *Diabrotica dp.*, piqui-piqui *Epitrix sp.* Los pulgones *Aphis sp.* y gorgojo de los andes *Premnotrypex spp.*, y las polillas de la papa *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*, principalmente en almacén. Entre las enfermedades más importantes se encuentran la *rancha Phytophthora infestans*, y los *Oidios, Erysiphe sp.* que atacan mayormente en los meses de Diciembre a Marzo y los virus entre los principales tenemos a PVX, PVY y PLRV.

g) Para el cultivo de haba: el loro-loro *Diabrotica sp.*, gusano cortador de los tallos *Agrostis sp.*, pulgones *Aphis sp.* y los chinches (Hemipteros). Entre las enfermedades más importantes se encuentra, la mancha chocolate o pudrición de la vaina *Botrytis fabae*, roya *Uromyces*; en algunos casos hay incidencia de virus fitopatógenos. Cosecha: Se realiza con la participación de los miembros de la familia, y peones contratados para la labor, y en la mayoría de casos con el sistema de Ayni (sistema ancestral de ayuda mutua).

h) Comercialización: principalmente para consumo propio, en los mercados locales o para el trueque.

### Sistema de Producción I

Este sistema comprende el 0.41 % de las áreas destinadas para los cultivos en la cuenca y se encuentra en el denominado Valle Sagrado de los Incas; abarca principalmente la zona comprendida entre los poblados de Ollantaytambo y San Salvador. Los cultivos de papa y haba se encuentran en pequeñas extensiones, la producción es destinada para consumo directo y para la venta local. La papa es importante en la rotación de cultivos como el maíz y las hortalizas y el haba en la asociación y rotación para ambos casos. El sistema I presenta características buenas para la agricultura, pues las pendientes son poco pronunciadas y su clima es propicio para el desarrollo de varios cultivos.

Cuadro 2. Características Físico Climáticas de la zona del sistema I

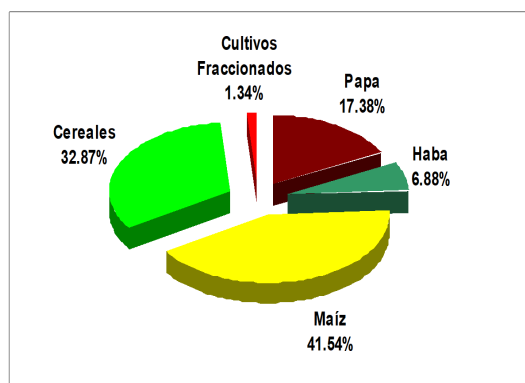
Característica	Rango Dominante
Altitud (m.s.n.m.)	< 3500
Pendiente (%)	0 a 15
Temperatura promedio (° C)	10 a 13
Temperatura Mínima (° C)	0 a 5
Temperatura Máxima (° C)	15 a 21
Grados día Calor Acumulado (unidades)	> 3000
Precipitación (mm promedio anual)	< 100
Evapotranspiración (mm total año)	> 1100

Cuadro 3. Características de los suelos del sistema I

Característica	Clase Dominante	Porcentaje
Textura	Franco	50.63
pH	Moderadamente Alcalino	39.89
Conductividad Eléctrica	Muy ligeramente Salino	99.91
CIC	Medio	54.38
Materia Orgánica	Medio	92.04

Los trabajos se realizan por lo general con personal contratado o bajo el sistema del Ayni (sistema de ayuda mutua entre familias). Aun cuando son escasas las áreas que pertenecen a una comunidad, todas las áreas tienen propietarios. En el siguiente gráfico podemos observar los porcentajes de las áreas que se utilizan para cada cultivo.

Gráfico 1. Porcentaje utilizado por los cultivos en el Sistema I



### Cultivo de Papa

Las labores que se realizan en el cultivo de papa se presentan a continuación:

a) Preparación del Terreno.- Se realiza en el mes de Agosto, en extensiones promedio de 0.75 ha/familia (1

topo para el Valle Sagrado) a más.

b) Siembra.- Se realiza en los meses de Agosto y Setiembre por la baja incidencia de heladas y el acceso a riego.

c) Abonamiento – Fertilización.- Se usan niveles de 120-80-60 para la mayoría de los casos.

d) Riego.- Prácticamente el 100% de esta zona tiene riego, el cual lo utilizan sólo para la preparación del terreno, durante las primeras etapas de los cultivos, hasta el mes de Noviembre, ya que después no es necesario por la presencia de las lluvias.

e) Labores adicionales.- Los aporques se realizan en los meses de Noviembre – Diciembre y a fines de Enero y Febrero, dependiendo de la variedad.

f) Cosecha.- Se realiza con picos o zapapicos y el allachu, otros utilizan el arado andino con una rejilla en forma de abanico.

Cuadro 4. Sucesión y asociación de cultivos por año del sistema I.

Años	Principal	Secundario I	Secundario II
1	Maíz	Papa	Haba
2	Cebada	Cebada	Otros (cebada hortalizas)
3		Haba	
3		Cebada	

Elaborado en base a las encuestas.

**Variedades Cultivadas.-**

Papa: Cica, Ccompis, Huayro, Yungay, Canchan, Ch’aska entre las principales.

**Sistema de Producción II**

Este sistema se encuentra en la zona de Anta, Maras y el piso del valle del río Huatanay, hasta el distrito de Cusipata. En este sistema el cultivo de papa entra en sucesión anual con los cultivos de maíz cebada y haba. La mayoría de terrenos con cultivo de haba están asociados con el cultivo de maíz, siendo pocas las áreas con monocultivo.

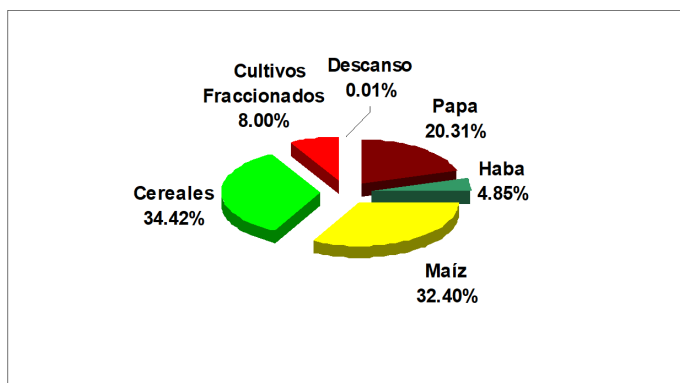
Cuadro 5. Características Físico Climáticas de la zona del sistema II

Característica	Rango Dominante
Altitud (m.s.n.m.)	3000 a 3500
Pendiente (%)	0 a 15
Temperatura promedio (° C)	5 a 13
Temperatura Mínima (° C)	-2 a 5
Temperatura Máxima (° C)	15 a 20
Grados Calor Acumulado (unidades)	> 3000
Precipitación (mm promedio anual)	< 100
Evapotranspiración (mm total año)	1000 a 2000

Cuadro 6. Características de los suelos del sistema II

Característica	Clase Dominante	Porcentaje
Textura	Franco Limoso	50.19
pH	Ligeramente alcalino	59.67
Conductividad Eléctrica	Muy ligeramente Salino	99.47
CIC	Bajo	50.23
Materia Orgánica	Bajo	67.80
Nitrógeno	Bajo	99.37
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Alto	74.88
K <sub>2</sub> O	Medio	85.17

Grafico 2. Porcentaje utilizado por los cultivos en el Sistema II



**Cultivo de Papa**

Las labores que se realizan en el cultivo de papa se presentan a continuación:

a) Preparación del Terreno.- Se aprovecha la preparación que se realiza para roturar los terrenos en descanso, sea de forma mecanizada o en pocos casos con el uso de

chaquitaklla (actividad realizada en los meses de Junio y Julio), con extensiones promedio de 0.5 a 1.5 ha/familia.

b) Siembra.- Se realiza en el mes de Septiembre en algunos casos se siembra de manera temprana (mahuay) a fines del mes de agosto, en pocos casos se desinfecta los tubérculos semilla con productos que en la agro veterinaria le recomiendan.

c) Labores adicionales.- Los aporques se realizan en los meses de Octubre y Noviembre.

d) Cosecha.- Se realiza con la ayuda de la yunta de bueyes arando los costados de los surcos para que las personas, con la ayuda de picos o zapapicos y el allachu, puedan cosechar cada uno un surco.

e) Comercialización.- En algunos casos la producción es llevada por los intermediarios a los departamentos de Tacna y Arequipa

**Sucesión y Asociación de Cultivos.-** La característica de este sistema es que el cultivo de haba asociado con el cultivo de maíz, no tiene un orden determinado o un diseño pre-establecido, sino que los campesinos siembran haba donde no emergieron las plantas de maíz.

Cuadro 7. Sucesión y asociación de cultivos por año del sistema II.

Años	Principal	Secundario I	Secundario II
1	Maíz – Haba	Maíz	Papa
1	Cereales	Habas	
2	Haba	Cereales	Cereales
2	Cereales		
3	Descanso 1 año	Papa	Haba
4		Descanso 1-2 años	Cereales
4			Descanso 1 año

Elaborado en base a las encuestas.

**Variedades Cultivadas.-**

Papa: Cica, Chaska, Peruanita, Ccompis, Huayro, Mariva, entre las principales.

**Sistema de Producción III**

En este sistema el cultivo de papa está presente en menor extensión (22.12%) que el cultivo de maíz y el cultivo de cereales (trigo y cebada). El cultivo de haba presenta una mayor extensión (0.5 – 0.75 ha.) al cultivo de papa, pero sigue formando asociaciones con el maíz. En este sistema se

empieza a apreciar los descansos de terreno que aplican los agricultores.

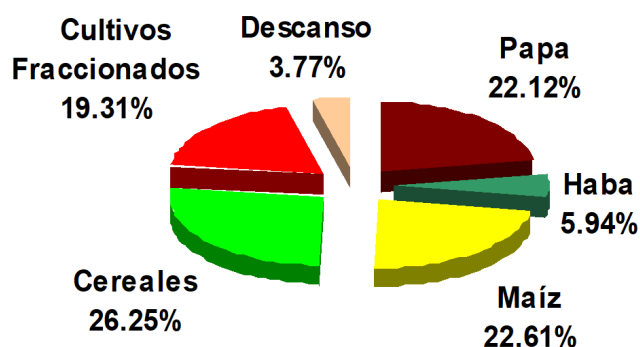
Cuadro 8. Características Físico Climáticas de la zona del sistema III

Característica	Rango Dominante
Altitud (m.s.n.m.)	3000 a 3500
Pendiente (%)	> a 0
Temperatura promedio (° C)	0 a 10
Temperatura Mínima (° C)	-5 a 5
Temperatura Máxima (° C)	15 a 20
Grados Calor Acumulado (unidades)	> 2000
Precipitación (mm promedio anual)	< 120
Evapotranspiración (mm total año)	> 1000

Cuadro 9. Características de los suelos del sistema III

Característica	Clase Dominante	Porcentaje
Textura	Franco	47.60
pH	Ligeramente alcalino	44.83
Conductividad Eléctrica	Muy ligeramente Salino	97.55
CIC	Bajo	61.45
Materia Orgánica	Medio	63.38
Nitrógeno	Bajo	96.41
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Alto	52.07
K <sub>2</sub> O	Medio	70.27

Grafico 3. Porcentaje de cultivos en el Sistema III



**Cultivo de Papa**

Las labores que se realizan en el cultivo de papa se presentan a continuación:

a) Preparación del Terreno.- En pendientes pronunciadas se hace uso del arado andino, en el mes de Agosto o en el mes de Septiembre, en extensiones promedio de 0.75 a 1ha.

b) Siembra.- Se realiza en los meses de Septiembre y Octubre, si hay riego o a fines de Octubre y Noviembre con la llegada de las lluvias.

c) Abonamiento – Fertilización.- Se aplica estiércol de vanuno, ovino y/o guano de isla en algunos casos si la economía lo permite, y el fertilizante compuesto compomaster (corporación MISTI). con aplicaciones de nitrógeno en forma de urea para el segundo aporte.

d) Riego.- Aproximadamente el 60% de esta zona tienen riego y lo utilizan las primeras etapas de los cultivos.

e) Labores adicionales.- Los aportes se realizan en los meses de Diciembre y Febrero.

f) Cosecha.- Se realiza con la ayuda de la yunta de bueyes, arando los laterales de los surcos y así facilitar la cosecha con pico y allachu.

Cuadro 10. Sucesión y asociación de cultivos por año del sistema III.

Años	Principal	Secundario I	Secundario II	Secundario III
1	Maíz	Maíz – Habas	Papa	Papa
	Cereales	Cereales	Cereales	Haba o Cebada
2	Papa	Habas	Haba	Haba
	Cereales	Cereales	Cereales	Cebada
3	Haba	Descanso 1 año	Descanso 1 año	Descanso 1 año
	Cereales			
4	Descansos 1-2 años			

Elaborado en base a las encuestas.

**Variedades Cultivadas.-**

**Papa:** Cica, Ch’aska, Canchan, Mariva, Ccompis, Huayro, Yungay, entre las principales, Imilla, Wiruntu Chek’e Purus, y otras nativas. (para consumo)

**Sistema de Producción IV**

En este sistema, para la parte nor-oeste de la cuenca, predominan los cultivos de papa habas y maíz, a diferencia de la parte sur-este donde se cultivan las especies de quinua, tarhui y tubérculos andinos (olluco, oca, ñu) en pequeñas extensiones (0.50 a 0.75 ha.). En la mayoría de casos los terrenos pertenecen a las comunidades campesinas, los cuales

asignan parcelas a los comuneros para que ellos puedan trabajar. Predomina el sistema de Ayni (todos ayudan en las labores), para evitar el pago del jornal. En estas áreas es muy común la aplicación de los sistemas de rotación del terreno en forma de laymes (en forma rectangular) y muyos (en forma manera circular). Este sistema se desarrolla en zonas templadas y con presencia de temperaturas bajas y heladas.

Cuadro 11. Características Físico Climáticas de la zona del sistema IV

Característica	Rango Dominante
Altitud (m.s.n.m.)	3500 a 4000
Pendiente (%)	> 0
Temperatura promedio (° C)	-5 a 10
Temperatura Mínima (° C)	-10 a 5
Temperatura Máxima (° C)	10 a 20
Grados Calor Acumulado (unidades)	> 1000
Precipitación (mm promedio anual)	< 150
Evapotranspiración (mm total año)	> 1200

Cuadro 12. Características de los suelos del sistema IV

Característica	Clase Dominante	Porcentaje
Textura	Franco	51.11
pH	Ligeramente alcalino	41.88
Conductividad Eléctrica	Muy ligeramente salino	97.93
CIC	Bajo	62.70
Materia Orgánica	Medio	53.04
Nitrógeno	Bajo	99.10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Alto	60.05
K <sub>2</sub> O	Medio	61.68

**Cultivo de Papa**

Las labores para el cultivo de papa son las siguientes:

a) Preparación del Terreno.- Se realiza principalmente en el mes de agosto o en el mes de septiembre, en extensiones promedio de 2.5 ha., para las partes altas se emplea la chakitaqlla (de 1.80m de altura) en los meses de Febrero, Marzo hasta junio, para luego sembrar en el mes de septiembre o noviembre.

b) Siembra.- Se realiza en dos modalidades siembra pequeña (mahuay) en el mes de Julio, y siembra grande a fines del mes de Septiembre y en Octubre; la semilla es previamente tratada con un producto recomendado por un agro veterinario.

c) Riego.- en este sistema las zonas bajo riego son pocas, las fuentes de agua son riachuelos manantes o captaciones de agua de los proyectos de riego que no están bien utilizada, por falta de mantenimiento y época de lluvias en algunos casos se siembra cerca de los lagos y bofedales para aprovechar su humedad.

d) Labores adicionales.- los aporques se realizan en los meses de Diciembre y Febrero.

e) Plagas y Enfermedades.- la presencia de nematodos es económicamente considerable en terrenos donde no realizan la rotación de cultivos.

f) Cosecha.- Se realiza con la ayuda de la yunta de bueyes, para las zonas de valle y en las zonas altas solo con pico y allachu.

g) Comercialización.- La producción es a los mercados de los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna. Algunas familias destinan la producción al departamento de Puno para la elaboración de chuño y moraya o tunta.

Cuadro 13. Sucesión y asociación de cultivos por año del sistema IV.

Año	Principal	Secundario I	Secundario II	Secundario III
1	Papa	Maíz quinua haba	Maíz	Papa
1		Cereales	Habas	Haba
2	Habas	Papa	Papa	Papa
2	Cereales			
3	Maíz	Haba	Tubérculos	Tarwi
3	Cereales	Cereales		Descanso
4	Descanso de 1 a 5 años		Cereales	
4			Descanso	

Elaborado en base a las encuestas.

**Variedades Cultivadas.-**

**Papa:** Cica, Revolución, Ch'aska, Ccompis, Huayro, Yungay, Mariva Peruanita, entre las principales, además de Imilla negra, Siwayllos, Wiruntu, Puca, Chek'e phuru y otras nativas. (para consumo).

**Sistema de Producción**

En este sistema predomina el cultivo de papa, empiezan a desaparecer las variedades mejoradas y surgen con mayor fuerza las variedades nativas y amargas. El Cultivo de haba se presenta con las variedades moradas o moteadas, aunque en muchas áreas tiende a disminuir por la presencia de heladas, pues tiene que ser cultivado en valles pequeños con microclimas especiales. Este sistema se encuentra en la parte

alta de la cuenca; aquí la época de presencia de heladas es bien marcada. Presenta las siguientes características:

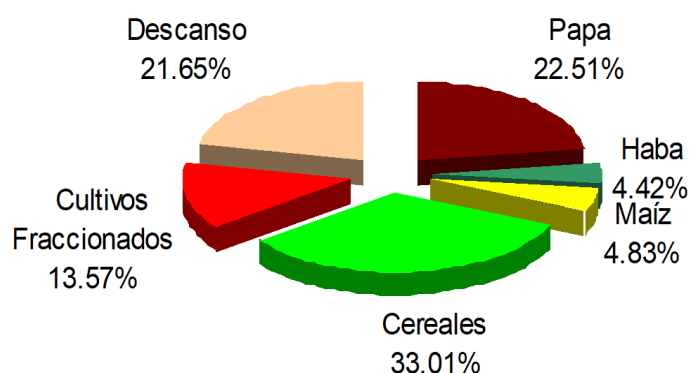
Cuadro 14. Características Físico Climáticas de la zona del sistema V

Característica	Rango Dominante
Altitud (m.s.n.m.)	> 3500
Pendiente (%)	> 0
Temperatura promedio (° C)	-5 a 10
Temperatura Mínima (° C)	-10 a 5
Temperatura Máxima (° C)	10 a 20
Grados Calor Acumulado (unidades)	> 1000
Precipitación (mm promedio anual)	< 150
Evapotranspiración (mm total año)	> 1200

Cuadro 15. Características de los suelos del sistema V

Característica	Rango Dominante	Porcentaje
Textura	Franco	71.58
pH	Neutro	62.42
Conductividad Eléctrica	Muy ligeramente salino	99.88
CIC	Bajo	63.62
Materia Orgánica	Medio	62.07
Nitrógeno	Bajo	99.12
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Alto	52.07
K <sub>2</sub> O	Medio	64.93

Grafico 5. Porcentaje utilizado por los cultivos en el Sistema V



**Cultivo de Papa**

Las labores para el cultivo de papa son las siguientes:

- a) Preparación del Terreno.- el uso de chakitaqlla es muy importante (en comparación con las zonas de valle la herramienta mide 1.20 m) en los meses de Mayo hasta Julio.



b) Siembra.- Generalmente se realiza a fines del mes de Septiembre (si hay lluvias) o en los meses de Octubre y Noviembre (con lluvias), por lo general no se desinfecta la semilla, los promedios de tenencia de terreno por familia es de 0.3 ha (para el sistema de labranza de masa o masaq), y 0.75 ha. (para el sistema de tenencia de terreno en topos).

c) Abonamiento – Fertilización.- En este sistema no hay una formulación específica, la mayoría de los agricultores utilizan el sobrante de la campaña anterior o aplican el poco fertilizante que tienen, y principalmente, aprovechan los nutrientes acumulados durante los períodos de descanso del terreno.

d) Riego.- Para este sistema las fuentes de agua son pocas, por lo cual el 70 % de los cultivos son en secano (lluvias).

e) Labores adicionales.- Los aporques se realizan transcurridos 2 meses después de la siembra y en las zonas muy altas, realizan labranza cero, por que el suelo es franco arenoso (suelto). f) Plagas y Enfermedades.- hay la presencia de nematodos lo que baja los rendimientos, una forma de control son los períodos prolongados de descansos del terreno.

g) Cosecha.- Se realiza con pico o con allachu, y en algunos casos con yunta de bueyes.

h) Comercialización.- Básicamente las variedades dulces sirven para el consumo humano y las amargas para el procesamiento de chuño y moraya, que luego se comercializan en los mercados locales, en algunos casos llegan también al departamento del Puno.

Cuadro 16. Sucesión y asociación de cultivos por año del sistema V.

Años	Principal	Secundario I	Secundario II
1	Papa	Papa	Haba
2	Haba	Tubérculos Andinos	cereales
3	Cereales	Cereales	Descanso
4	Descanso de 3 a 10 años	Descanso	

Elaborado en base a las encuestas.

**Variedades Cultivadas**

Papa: Cica, Ccompis, Yungay , entre las principales, Casablanca, Boli (yana puca), Imilla negra, Jaquita, Ispingo, Wiruntu, Puca, Chek’e Phuru y otras nativas. (para consumo),

y las amargas como las Wañas, Rukii, Rally, Phok’aya, entre otras para procesamiento de chuño y moraya.

**I. CONCLUSIONES**

1. En la Cuenca del Río Vilcanota se encontraron cinco sistemas de producción que incluyen a los cultivos de papa - haba: En el sistema I (3,584.34 ha), los cultivos de papa y haba presentan un 17.88 % y un 6.88 % respectivamente. El sistema II (19,409.49 ha), el cultivo de papa tiene 20.31 % , el haba en monocultivo de presenta en un 4.85 %, y asociado con el Maíz. El sistema III (15,591.15 ha), el cultivo de Papa tiene un 22.12 % el cultivo de haba 5.94 %, asociado al maíz, y los terrenos en descanso con un 3.77 %. El Sistema IV (36,712.53 ha), la Papa con un 22.08 %, y el cultivo de haba forma asociaciones con el cultivo de Maíz, quinua y algunos tubérculos andinos, con un 9.34 %, y los períodos de descanso de terreno son más notorios (3 - 7 años); y el sistema V (21,864.87 ha), en el que el porcentaje de cultivo de Papa alcanza un 22.51 % y los cereales con un 33.01 %, el Haba disminuye considerablemente con un 4.42 %; los períodos de descanso van de 5 a 10 años con un 21.65 % del área.
2. Las zonas potenciales de Papa y de Haba tienen una extensión de 97,313.85 y 70,858.89 ha respectivamente, donde se pueden cultivar diferentes variedades y utilizar diversos sistemas de producción.

**REFERENCIAS**

- [1] R. D. Collantes González, “Sustentabilidad de los agroecosistemas de palto (persea americana mill.) y mandarina (citrus spp.) en el valle de cañete, lima, Perú,” 2016.
- [2] M. Montoya, R. Ciencia, C. Leandro, D. Hidalgo, J. Hidalgo, F. Chuqui, and S. T. María, “Encuentro científico internacional 2010 de invierno “eduardo gotuzzo herencia”,”
- [3] E. D. Cossíos, “Vertebrados naturalizados en el Perú: historia y estado del conocimiento,” *Revista Peruana de Biología*, vol. 17, no. 2, pp. 179–189, 2010.
- [4] G. Escobar and J. Berdegú, “Tipificación de sistemas de producción agrícola,” 1990.
- [5] C. d. P. del Aguila Ramirez, “Uso de bioestimulantes en la producción de papa (solanum tuberosum L.) cv única en siembra de primavera la joya-2011,” 2013.
- [6] M. Stjernman, L. Råberg, and J.-Å. Nilsson, “Maximum host survival at intermediate parasite infection intensities,” *Plos One*, vol. 3, no. 6, p. e2463, 2008.
- [7] E. J. Dallas, “Métodos multivariados aplicados al análisis de datos,” *México: Thomson*, pp. 93–396, 2000.
- [8] E. De Miranda *et al.*, “Aplicaciones de los sig en la zonificación agroecológica y en el manejo de los recursos naturales en el Brasil,” 2000.

- [9] M. Jeger, G. Hide, P. Van den Boogert, A. Termors-huizen, and P. Van Baarlen, "Pathology and control of soil-borne fungal pathogens of potato," *Potato Research*, vol. 39, no. 3, pp. 437-469, 1996.
- [10] W. Shingari Castro, "Inicio de control químico de la mosca minadora (*liriomyza huidobrensis* b.), en cultivo de haba var. "roja uncp" mediante evaluación de extrusión de huevos en la eea el mantaro.," 2011.