



**ANÁLISIS MULTIVARIADO PARA CARACTERIZAR Y TIPIFICAR
FINCAS PRODUCTORAS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN CUTERVO,
CAJAMARCA, PERÚ †**

**[MULTIVARIATE ANALYZES TO CHARACTERIZE AND TIPIFY
POTATO PRODUCTION FARMS (*Solanum tuberosum* L.) IN CUTERVO,
CAJAMARCA, PERU]**

**Roberto Hugo Tirado-Malaver^{1*}, Juan Mendoza-Sáenz², Roberto Tirado-Lara³
and Ronald Tirado-Malaver³**

¹*Escuela Profesional de Agronomía, Facultad Ingeniería Agrarias, Industria Alimentarias y Ambientales, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Av. Mercedes Indacochea N° 609. Lima, Peru.*

Email: hugotiradomalaver@gmail.com

²*Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n La Molina – Lima – Perú. jmendoza@lamolina.edu.pe.*

³*Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Av. Juan XXIII N° 391, Lambayeque, Perú. E-mails: tiradolararoberto@gmail.com;*

rtiradom@gmail.com

**Corresponding author*

SUMMARY

Background: The potato production system is an important socioeconomic and environmental activity in the high Andean areas of Peru, and it is necessary to characterize and typify said system to identify types of producing farms with homogeneous and representative characteristics, and thus design strategies to improve the production system of potatoes, in the northern highlands of Peru. **Objectives:** The objective of this research is to characterize and classify potato-producing farms using of multivariate methods in the province of Cutervo, Peru. **Methodology:** 165 farms were selected, and data was collected through a survey that describes the social, economic and environmental characteristics. **Results:** The principal component analyzes report seven principal components which explain 73.46% of the total variability of the data, which highlight the most important variables that characterize the potato system; show that most of the producers have basic education, belong to a peasant community, have an area of 1 ha or more and their production exceeds 13 t ha⁻¹, but production costs are high, due to the excessive use of pesticides, added to this the low price of potatoes, obtaining low monthly income. The lack of training by state institutions and the application of new technologies. The cluster analysis characterized five typical farms, with different levels of technology and economy, social and environmental characteristics of the potato production system. **Implications:** Multivariate analysis can typify and characterize the production system of different crops in an agoecological zone, by selecting uncorrelated variables that are easier to understand and explain to design agricultural development strategies. **Conclusions:** The multivariate analysis managed to identify the most critical or risk characteristics of the potato production system at the farm level, establishing five standard farms, made up of a group of producers with homogeneous socioeconomic and environmental characteristics, therefore, intervention is necessary and implementation of strategies to improve the most critical characteristics of each group of producers to increase yield, combining chemical pesticides with biological agents to control pests and diseases, manage biodiversity and increase the quality of life of families that produce crops papa in Cutervo.

Key words: main components; clusters; performance; system; technologies.

RESUMEN

Antecedentes: El sistema de producción de papa es una actividad socioeconómica y ambiental importante en las zonas altoandinas del Perú, siendo necesario caracterizar y tipificar dicho sistema para identificar tipo de fincas productoras con características homogéneas y representativas, y así diseñar estrategias para mejorar el sistema de producción de papa en la sierra norte del Perú. **Objetivos:** El objetivo de esta investigación es caracterizar y tipificar fincas productoras de papa mediante el uso de métodos multivariados en la provincia de Cutervo, Perú. **Metodología:** Se seleccionaron 165 fincas, los cuales se recolectaron datos mediante una encuesta que describe las características sociales, económicas y ambientales. **Resultados:** Los análisis de componentes principales reportan siete componentes

† Submitted April 8, 2021 – Accepted June 3, 2021. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.

ISSN: 1870-0462.

principales las cuales explican el 73.46% de la variabilidad total de los datos, los cuales resaltan las variables más importantes que caracterizan el sistema de papa; muestran que la mayoría de los productores tienen educación básica, pertenecen a una comunidad campesina, poseen área de 1 ha a más y su producción supera las 13 t ha⁻¹, pero los costos de producción son altos, debido al uso excesivo de pesticidas, sumado a ello el bajo precio de la papa, obteniendo ingresos mensuales bajos. La falta de capacitación por parte de las instituciones del estado y la aplicación de nuevas tecnologías. El análisis de conglomerados caracterizó cinco fincas tipo, con diferentes niveles de tecnología y economía, características sociales y ambientales del sistema de producción de papa. **Implicaciones:** El análisis multivariado puede tipificar y caracterizar el sistema de producción de diferentes cultivos en una zona agroecológica, mediante la selección de variables no correlacionadas más fáciles de entender y explicativas para diseñar estrategias de desarrollo agrícola. **Conclusiones:** El análisis multivariado logró identificar las características más críticas o de riesgo que tiene el sistema productivo de papa a nivel de finca, estableciendo cinco fincas tipo, constituidos por un grupo de productores con características socioeconómicas y ambientales homogéneas, por lo tanto, es necesario la intervención e implementación de estrategias para mejorar las características más críticas de cada grupo de productores para aumentar el rendimiento, combinando los pesticidas químicos con agentes biológicos para el control de plagas y enfermedades, manejo de la biodiversidad y aumentar la calidad de vida de las familias productoras de papa en Cutervo. **Palabras clave:** componentes principales; conglomerados; rendimiento; sistema; tecnologías.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) contribuye a la seguridad alimentaria directamente como fuente de alimento y también como cultivo comercial (Mesfin, 2017). En Perú el cultivo de papa produce 4 527 600 t, ocupando el segundo lugar de todos los cultivos con mayor producción, siendo la zona altoandina con mayor superficie de siembra con más de 90% de productores agrícolas de papa. Asimismo, contribuye en la economía de alrededor de 710 000 familias agrícolas generando al año aproximadamente 110 000 puestos de trabajo permanentes (30 millones de jornales al año) aportando un 4% del PBI agrícola (MINAGRI, 2017). El departamento de Cajamarca cuenta con una producción de 310 300 t, con 49 000 agricultores de papa que se dedican a la producción de este tubérculo, siendo las provincias de Cutervo, Chota y Cajamarca las de mayor producción (Contreras, 2018). Actualmente, los pequeños productores Andinos son los principales abastecedores de diferentes variedades comerciales que se consumen en Perú. Saidaa et al. (2016) indica que el cultivo de la papa se realiza en tierras con una gran pendiente con peligro de la erosión, entre otros problemas, todas ellas en ausencia de planes de manejo. Siendo necesario realizar la caracterización de las fincas productoras de papa, debido a que la caracterización de los sistemas agrícolas, consiste en la descripción analítica del sistema, analizando aspectos socioeconómicos y ambientales, además, de informar problemas y necesidades de los productores (Jepkemei et al., 2017). No obstante, la tipificación identifica grupos de fincas productoras con características homogéneas con el fin de conducir la intervención tecnológica precisa para el desarrollo rural (Goswami et al., 2014). Es por ello, que la selección de variables para la caracterización del sistema de producción, debe integrar variables técnico-ambientales, sociales y económicas más resaltantes (Madry et al., 2013; Jepkemei et al., 2017). Para ello se deben emplear; estadísticas univariadas y multivariadas (Kobrich et al., 2003). Entre ellas, las

técnicas estadísticas multivariadas como el análisis de componentes principales (ACP) y el análisis de clúster (AC) son las más utilizadas para reducir una gran cantidad de variables a un conjunto pequeño de variables no correlacionadas llamadas CP, las cuales son más fáciles de entender y usar en el AC (Zou y Xue, 2018). Asimismo, una amplia variedad de situaciones asociadas con la delimitación de tipología de la finca (Goswami et al., 2014). Al respecto, Zou y Xue (2018) sostienen que el ACP y AC, son herramientas excelentes para identificar los tipos de fincas agrícolas con características ambientales y socioeconómicas similares. A través de ello, se identifica las características más críticas o de riesgo que tiene el sistema productivo a nivel de finca (Álvarez et al., 2019). Entonces, una vez logrado la clasificación de las fincas en grupos con características comunes (tipo de finca), se puede iniciar la implementación de un enfoque más personalizado para el diseño de estrategias de desarrollo agrícola (Twinamasiko et al., 2018). Además, la tipología de fincas ofrece un marco para analizar problemas técnicos en la producción agrícola, desarrollando una gama de soluciones (Kansime et al., 2018). El objetivo del presente trabajo de investigación es caracterizar fincas productoras de papa mediante el uso de métodos multivariados en la provincia de Cutervo, Cajamarca, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y condiciones del estudio

La presente investigación se llevó cabo en las zonas productoras de papa en la provincia de Cutervo, Cajamarca, Perú, ubicada geográficamente a 6°22'53" de Latitud Sur y 78°49'06" de Longitud Oeste, a una altitud de 2617 msnm, con una humedad relativa promedio de 71% y con precipitación anual promedio de 810 mm.

Caracterización de fincas productoras de papa

La investigación se realizó mediante el uso de encuestas en Cutervo, la investigación se realizó mediante el uso de encuestas para un total de 165 fincas, según el método de muestreo propuesto por Hernández *et al.* (2004), para el análisis a través de encuestas. Cabe resaltar que antes de la aplicación de la encuesta a los agricultores, se realizó una charla explicativa con el propósito de esclarecer el objetivo de la investigación. A través de la encuesta, se conoció los niveles de producción en las fincas.

Variables estudiadas

Para la caracterización de fincas agrícolas de papa en Cutervo, Perú, las variables estudiadas fueron clasificadas en **Dimensión social:** distribución de edades por género de los encuestados (GenDist), número de personas que viven en el hogar (NumPers), nivel educativo del productor de papa (NivelEduc), acceso a servicios básicos (AccSer), ubicación de la residencia del productor de papa (UbicResid), situación jurídica de la propiedad del productor de papa (SituJurid) y organización de los productores de papa (Organiz). **Dimensión económica:** tamaño de la finca del productor de papa (AreaFin), rendimiento del cultivo de papa del productor de papa (Rdto), costo de producción del cultivo de papa (CostoPro), precio de venta de papa (PrecioV), Comercialización de la papa (Comerc), ingresos mensuales de los productores de papa (IngNetMe), crianza de animal de las fincas (Crianz), diversidad de productos de la finca (Diver) y actividad económica alternativa (ActivEco). **Dimensión técnico-ambiental:** tecnologías agropecuarias convencionales que usa el productor (TecnAgr), protección de los bosques y plantas nativas (Protecc), capacitación en producción agrícola (CapacProd), manejo del agua para la producción (ManejoAg), fenómenos adversos ambientales que influyen en la producción de papa en Cutervo (FenomeAd), acceso a información sobre tecnologías agropecuarias (AccelInf).

Análisis estadístico

Los datos se recopilaron entre septiembre a noviembre de 2018. Se usó tanto estadísticas univariadas como las multivariadas para el análisis de los datos. El paquete estadístico Excel se utilizó para el análisis descriptivo y el análisis de componentes principales y el análisis de conglomerado se analizó con el software SPSS 17.

Análisis Multivariado

Las técnicas estadísticas multivariadas se han utilizado ampliamente para el estudio de tipología y caracterización de fincas (Kobrich *et al.*, 2003). Se analizaron los datos de las fincas agrícolas para su

caracterización y se construyeron las tipologías de las fincas, utilizando secuencialmente dos técnicas estadísticas de análisis multivariado; el ACP y el AC (Bidogeza *et al.*, 2009).

Análisis de los componentes principales (ACP)

Según Zou y Xue (2018) indican que el ACP es una técnica multivariada ampliamente utilizada para la reducción de dimensiones a un conjunto pequeño de variables no correlacionadas llamadas CP. Un conjunto pequeño de variables no correlacionadas es mucho más fácil de entender y usar en el AC que un conjunto mayor de variables correlacionadas (Bidogeza *et al.*, 2009). El primer CP explica la mayor variabilidad posible en los datos, y cada componente subsiguiente explica la mayor cantidad posible de la variabilidad subsecuente (Goswami *et al.* 2014). El ACP puede generalizarse como un análisis factorial múltiple (AFM) para manejar conjuntos heterogéneos de variables (Abdi y Williams, 2010). Verificamos la fortaleza de la relación entre los componentes principales mediante la prueba de esfericidad de Bartlett y la prueba de (KMO) Kaiser-Maier-Olkin (Kansiime *et al.*, 2018). Los factores se rotaron utilizando la rotación ortogonal (método varimax), por lo que el método intenta cargar un número menor de variables altamente correlacionadas en cada factor, lo que resulta en una interpretación más sencilla (Field, 2009).

Análisis de conglomerados (AC)

Bidogeza *et al.* (2009) indica que el AC busca tipificar fincas agrícolas. El AC se realizó siguiendo dos pasos: el método jerárquico y el método de clúster K-means. Para el agrupamiento jerárquico, se consideraron la distancia de Euclidiana cuadrada de 900 y el método de cálculo de Ward. El número de agrupaciones retenidas del método de Ward se usó como valores de inicio en el método de K-medias. Para la solución final se eligió el número de grupos que parecían más realistas y significativos de acuerdo con el criterio de Goswami *et al.* (2014). El dendrograma resultante determina el número de fincas tipo, con el fin de mejorar la caracterización de las fincas agrícolas de acuerdo con Kansiime *et al.* (2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de los componentes principales (ACP)

En la Tabla 1, se visualiza el Índice de KMO, el cual presentó un valor de 0.505 (> 0.5), que nos afirma la correlación entre las variables del estudio y la aceptación del modelo factorial para la explicación de los datos. Según Field (2009) los valores entre 0.5 y 1

indican que es apropiado aplicar el análisis factorial para explicar los datos. Asimismo, la prueba de Bartlett, reportó una significación de $P = 0.000$, valor que supera el nivel crítico de 0.05 por lo tanto las variables que tienen incidencia en el estudio incluidas en este modelo, están altamente relacionadas y por tanto se pueden reducir.

Tabla 1. Resultados del índice de Kaiser-Meyer-Olkin y prueba de Bartlett para el modelo factorial del análisis de componentes principales.

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0.505
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	2762.881
	gl	231
	Sig.	0.000

gl: grados de libertad; Sig.: Significativo a una $P < 0.05$.

Los resultados del análisis de componentes principales de las variables evaluadas se muestran en la Tabla 2 y Figura 1, el cual indica que solo quedan siete componentes principales, porque a partir del séptimo componente los valores son menores a 1. De acuerdo con el criterio de Kaiser, todos los componentes cuyos valores son mayores que uno, son retenidos para la explicación de los datos (Pasini, 2017). Este enfoque permite que gran parte de la información total se concentre en un pequeño número de variables no

correlacionadas (Bidogeza *et al.*, 2009). No obstante, otro criterio es visualizar el porcentaje de varianza total explicada por cada CP, que, al llegar a más del 70 por ciento del total acumulado, permite seleccionar el número de CP para explicar la variación total (Field, 2009). El primer CP contribuyó con 21.8% de la varianza total explicada, y el séptimo componente con 4.9%, lo que explica un total de variación del 74.53%. En la Figura 1, el gráfico de sedimentación permite visualizar que a partir del séptimo factor la curva tiende a comportarse en una forma más horizontal, lo que reafirma que después del séptimo factor la varianza explicada no es relevante para la solución factorial.

Tabla 2. Resultados del análisis de los componentes principales de las variables evaluadas para la caracterización de las fincas de papa en Cutervo, Cajamarca.

Componentes	Varianza del componente	% Varianza total	% Varianza acumulada
CP ₁	4.799	21.812	21.812
CP ₂	3.102	14.101	35.914
CP ₃	2.224	10.109	46.023
CP ₄	2.017	9.166	55.189
CP ₅	1.754	7.974	63.163
CP ₆	1.419	6.448	69.611
CP ₇	1.082	4.919	74.530

CP: Componente principal

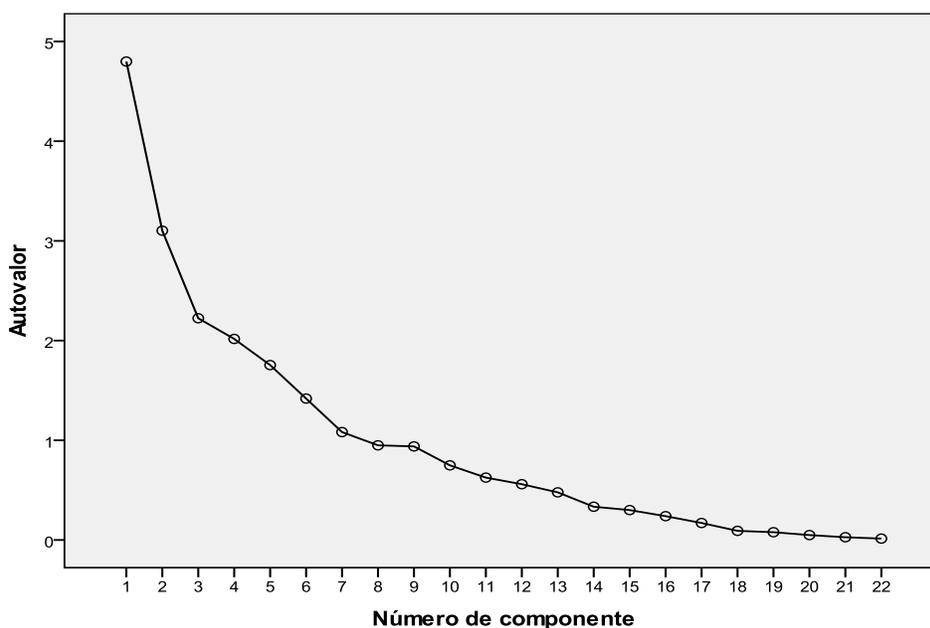


Figura 1. Gráfico de sedimentación de los componentes principales.

Tabla 3. Matriz de componentes rotados con las cargas factoriales derivados del ACP.

Variables	Componente							Comunalidad
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	
DistribEd	0.571	-0.049	0.344	0.383	0.310	-0.095	-0.250	0.762
NumPers	0.037	-0.084	0.103	0.806	-0.050	0.149	-0.063	0.698
NivelEduc	-0.021	0.133	-0.375	-0.417	-0.512	0.443	-0.025	0.791
UbicResid	-0.728	0.183	-0.201	0.004	0.100	0.145	-0.115	0.648
Organiz	-0.123	-0.189	0.751	0.329	-0.063	-0.176	0.048	0.761
AreaFin	0.908	0.093	-0.129	0.017	0.067	-0.042	0.119	0.870
SituJurid	0.306	0.067	-0.074	-0.005	0.820	0.045	0.143	0.798
CostoPro	0.700	0.176	-0.003	-0.024	0.237	0.194	0.118	0.629
Rdto	0.897	0.214	-0.140	-0.020	0.136	0.082	0.128	0.912
Comerc	-0.060	0.054	-0.234	-0.084	-0.026	-0.849	0.079	0.796
PrecioV	-0.007	0.034	-0.180	0.106	-0.064	0.637	0.502	0.707
IngNetMe	-0.051	0.598	0.389	-0.228	0.196	-0.128	-0.246	0.680
Crianz	-0.060	0.151	0.110	-0.461	0.619	-0.080	-0.197	0.680
Diver	0.559	-0.046	-0.065	-0.596	-0.082	0.040	-0.298	0.771
Adquisic	0.473	0.018	0.441	-0.053	-0.329	0.125	0.481	0.777
ActivEco	0.053	-0.615	-0.126	0.312	-0.063	0.099	-0.309	0.603
Migrac	-0.522	-0.093	0.337	-0.282	-0.458	-0.193	0.016	0.721
Protecc	0.182	0.531	-0.225	0.455	-0.084	-0.154	0.084	0.610
Capacit	0.426	0.813	-0.145	0.212	0.020	0.036	-0.098	0.919
CapacProd	-0.033	0.855	-0.247	-0.084	0.052	0.179	-0.218	0.883
MenejoAg	0.025	-0.005	0.761	-0.100	0.049	0.303	0.024	0.684
FenomeAd	0.400	-0.246	0.071	0.044	0.130	-0.004	0.672	0.696

CP: Componentes principales.

La Tabla 3, muestra las cargas factoriales de cada variable sobre los siete factores rotados, utilizando la normalización Varimax. Para la interpretación de los componentes principales, la columna de comunalidad muestra la cantidad total de varianza de cada variable retenida en los factores que puede ser explicada por el modelo factorial obtenido (Goswami *et al.*, 2014). Para el caso de la variable Capacitación en la producción agrícola, quien presentó el valor más alto; el modelo es capaz de reproducir el 91.9% de su variabilidad original y el más bajo es para la variable actividad económica alternativa y migración, lo cual el modelo sólo es capaz de reproducir el 60.3%.

De acuerdo a los datos reflejados en la Tabla 4, nos permite comparar las saturaciones relativas de cada variable por factor o componente principal. Para la selección del corte de las variables de cada factor o componente principal. Según Field (2009), el punto de corte considera los valores de la carga factorial situados por encima de 0.5 para seleccionar las variables de cada componente principal.

Los resultados de la matriz de componentes rotados con las cargas factoriales derivados del ACP (Tabla 4),

señalan que el primer factor está conformado por las variables “ubicación de la residencia”, “área de la finca”, “costo de producción del cultivo de papa” y el “rendimiento del cultivo de papa”.

Ubicación de la residencia del productor de papa

Con relación a la residencia del productor de papa, el 90% de ellos residen en su finca y el 10 % reside en el centro poblado (Tabla 5). De acuerdo con Maletta (2017), el no residir en la finca puede limitar de manera sustancial el manejo de los cultivos, animales y la instalación de equipos, afectando de manera indirecta el rendimiento e ingresos de los agricultores.

Área de la finca del productor de papa

Los resultados indican que el 52% de los productores cultivan la papa en un área de 1 a 2 ha, seguido por 24% que lo hacen de 0 a 1 ha, 21% entre 3 a 4 hectáreas y 3% en más de 5 ha (Tabla 5). Estos resultados coinciden con lo reportado por CENAGRO (2012), quienes mencionan que el 79.6% de los productores agropecuarios poseen tierras con un tamaño menor a 5 ha. Asimismo, se asemejan a Barreto (2017), quien

reporta que los productores en Carhuaz, Ancash, poseen fincas con áreas entre 0.5 y 1.0 ha, entre 1.1 a 2 ha y mayores a 2 ha. El investigador señala, también, que debido al predominio del minifundio en distintos lugares de la sierra de Ancash, hay problemas en la adopción de tecnologías y en el empleo de maquinarias para el manejo de cultivos. Asimismo, Woomer *et al.* (2016) señalan que los hogares que operan fincas con menos de 0.1 ha por miembro de la familia enfrentan muchas limitaciones en términos de suministro de alimentos e ingresos. Jepkemei *et al.* (2017) mencionan que el tamaño de la finca es un activo importante.

Costo de producción del cultivo de papa del productor

La inversión en la finca de papa varía de S/. 2 000.00 a más de 10 000.00 nuevos soles por hectárea o PEN ha⁻¹ (Tabla 5). Del 67% de los agricultores encuestados, el mayor porcentaje indican que el costo de producción se encuentra entre 8 000 a 10 000 PEN ha⁻¹ (40%), seguido de un 27% que invierten más de 10

000.00 PEN ha⁻¹. Por otro lado, un 23% de agricultores invierte menos de 8 000.00 PEN ha⁻¹. Aquellos resultados se aproximan a lo mostrado por Contreras (2018) quien reporta que el promedio de los costos de producción en las fincas de papa, en la región Lima, está en S/. 16 136 soles ha⁻¹, habiendo diferencias entre las provincias de Barranca (S/. 19 067 soles ha⁻¹), Huaral (S/. 13 625 soles ha⁻¹) y Cañete (S/. 10 000 soles ha⁻¹).

Asimismo, El costo de producción de papa en la región Lima ascendía a S/. 11 814.25 soles ha⁻¹, y con la inclusión del alquiler de terreno y otros costos indirectos, el monto puede llegar a S/. 18 428.25 soles ha⁻¹ (MINAGRI, 2014). Esta gran diferencia se debe a la alta inversión que se destina para el control de plagas y enfermedades, principalmente, para la “ranca” (*Phytophthora infestans*), que es el fitopatógeno más limitante en la producción de papa en las zonas altoandinas del Perú, seguido por la compra de tubérculos-semilla (algunos productores usan su propia semilla), por la compra de fertilizantes químicos y por el pago de jornales (siembra y cosecha).

Tabla 4. Rotación de factores y sus características para la caracterización de las fincas de papa en Cutervo, Cajamarca.

CP	Variables	Denominación	CF
CP ₁	UbicResid	Ubicación de la residencia del productor de papa	-0.728
	AreaFin	Área de la finca del productor de papa	0.908
	CostoPro	Costo de producción del cultivo de papa del productor	0.700
	Rdto	Rendimiento del cultivo de papa del productor	0.897
CP ₂	IngNetMe	Ingresos mensuales de los productores de papa	0.598
	ActivEco	Actividad económica alternativa	-0.615
	CapacProd	Capacitación en producción agrícola	0.813
CP ₃	Organiz	Organización de los productores de papa	0.751
	MenejoAg	Manejo del agua para la producción	0.761
CP ₄	NumPers	Número de personas que viven en la finca productora de papa	0.806
	DiverAdqu	Diversidad de productos de la finca	-0.596
CP ₅	NivelEduc	Nivel educativo del productor de papa	-0.512
	SituJurid	Situación jurídica de la propiedad del productor de papa	0.820
	Crianz	Crianza de animal de las fincas	0.619
CP ₆	Comerc	Comercialización de la papa en Cutervo	-0.849
	PrecioV	Precio de venta de papa	0.637
CP ₇	FenomeAd	Fenómenos adversos ambientales que influyen en la producción de papa en Cutervo	0.672

CP=Componentes Principales, CF=Carga Factorial

Tabla 5. Porcentaje de las variables seleccionadas para la caracterización de las fincas de papa en Cutervo, Cajamarca.

UbicResid	(%)	AreaFin	(%)	CostoPro	(%)	IngNetMe	(%)	ActivEco	(%)
Centro poblado	10	0 a 1 (ha)	24	Menos de 10000	3	S/. 499.00	26	Comercio	15
Finca	90	1 a 2 (ha)	52	10001 - 13000	12	S/. 500.00 - 599.00	26	Ganadería	61
Ciudad	0	3 a 4 (ha)	21	13000 - 15000	15	S/. 600.00 - 799.01	15	Construcción	7
				15000-18000	25	S/. 800.00 - 999.02	12	Transporte	6
				18001 - 21000	21	S/. 1000 a más	21	Otros	9
				21 001 - 25000	15			Ninguna	4
				25001 a más	9				
CapacProd	(%)			Organiz	(%)	MenejoAg	(%)	NumPers	(%)
Ministerio de Agricultura	4	Fertilización	24	Cooperativa	0	Bajo riego	3	1	0
ONG Orgnización de productores Empresas agrícolas	16	Producción de compost	4	Asociación de productores	12	En secano	88	2 a 3	15
		Control de plagas y enfermedades	64	Núcleo ejecutor	0	Ambos	9	4 a 5	55
		Cosecha y benefici	0	Comunidad campesina	88			6 a 7	18
		Comercialización	8	Comité	0			8 a más	12
		Otros	0	Ninguna organización	0				
				Otro	0				
DiverAdqu	(%)	NivelEduc	(%)	SituJurid	(%)	Crianz	(%)	Comerc	(%)
Solo papa	3	Inicial	0	De su propiedad	88	Animales mayores y menores	79	Mayoristas	15
Papa y otro cultivo	46	Primaria	64	Concedida por la comunidad	0	Cuyes, ovinos y/o caprinos	12	Minoristas	15
Papa y dos cultivos	39	Secundaria	21	Compartida	6	Ovinos y/o caprinos	6	Intermediarios	70
Papa y más de dos cultivos	12	Técnico	6	Arrienda	6	Cuyes	3	Otros	0
		Ninguno	9	No tiene	0	Aves de corral	0		
						Ninguno	0		
PrecioV	(%)	FenomeAd	(%)	Rdto	(%)				
Menos de 0.5 nuevos soles	33	Heladas, granizadas, plagas y enfermedades	21	Menos de 13 t ha ⁻¹	9				
S/. 0.5 - 1.00	43	Heladas, plagas y enfermedades	34	13 a 18 t ha ⁻¹	34				
S/. 1.01 - 1.50	9	Plagas y enfermedades	12	18 a 21 t ha ⁻¹	19				
S/. 1.51 - 2.00	12	Heladas y sequías	3	Más de 21 t ha ⁻¹	28				
S/. 2.01 a más	3	Sequías	6						
		Granizadas	3						
		Heladas	15						

%=Porcentaje, S/. = nuevos soles

Rendimiento del cultivo de papa del productor

Los resultados de este estudio demuestran que el rendimiento de papa varía entre los diferentes distritos productores de papa (Tabla 5). La mayor parte de los encuestados reportan rendimientos entre 18 a 21 t ha⁻¹ (19%), seguido por productores que producen entre 13 a 18 t ha⁻¹ (34%), y un grupo que produce más de 21 t ha⁻¹ (28%). Estos resultados se aproximan a lo reportado por Contreras (2018) quien, en su investigación sobre la caracterización y sustentabilidad del cultivo de papa, indica que el rendimiento promedio de papa en la región Lima es de 27.4 t ha⁻¹. Según el MINAGRI (2017) el rendimiento promedio nacional fue de 14.5 t ha⁻¹ y el rendimiento promedio del departamento de Cajamarca fue de 11.9 t ha⁻¹, siendo importante señalar que los productores de papa en la provincia de Cutervo superan el promedio de la región y cerca del 74% superan el promedio nacional, esto debido a las condiciones climáticas predominantes en la provincia de Cutervo, favorables para la producción de papa.

El segundo componente principal según las cargas factoriales (Tabla 4) están conformados por las variables “ingresos mensuales de los productores de papa y crianza de animales”, “actividad económica alternativa y migración” y “capacitación en producción agrícola”.

Ingresos mensuales de los productores de papa

Con relación al ingreso mensual de los productores de papa en Cutervo, Cajamarca, un 41% tiene ingresos que están dentro del rango de 500 a 799 nuevos soles, otro 26% tiene ingresos menores a 499 nuevos soles, seguido de aquellos que tienen ingresos mayores a los S/. 1000 soles mensuales (21%), y solamente un 12% percibe entre 800 y 1000 nuevos soles (Tabla 5). Estos ingresos están relacionados con el área de producción de la finca agrícola, observándose que los mayores ingresos son obtenidos por productores que tienen una mayor área de producción de papa. Además, los agricultores obtienen ingresos complementarios como resultado de la venta de su producción de carne (animales mayores y menores), leche (vacuno o caprino), productos industriales (queso) y su fuerza de trabajo (jornalero, comerciante entre otros). Estos resultados se asemejan a los resultados mostrados en las fincas agrícolas de las zonas altoandinas de Carhuaz, Ancash por Barreto (2017) el cual indica que los ingresos agropecuarios de la zona alta son menores que los de la zona baja de Carhuaz. Además, indicó que los productores de papa buscan otros ingresos complementarios, vendiendo su fuerza laboral en sectores no agrícolas como comercio y otros.

Actividad económica alternativa

En la Tabla 5 se muestra la cantidad de productores de papa que tienen otra actividad económica y que les permite obtener mayor ingreso familiar. Con referencia a lo anterior, el 61% de los agricultores tiene como actividad complementaria la ganadería, seguido del comercio (15%), construcción (6%), transporte (6%) y otros (9%). Resultados similares se presentaron en el sistema de arroz en costa del Perú por Sanjinez (2019) quien reporta que la mayoría de encuestados (80%) se dedica solo a la agricultura, el 11% se dedica a la agricultura y comercio, el 6% a la agricultura y ganadería y un grupo pequeño de encuestados de 3% respondió dedicarse a otras actividades. Además, menciona que más de la mitad de los productores de la Costa del Perú trabajan en agricultura, ganadería y pesca y poca proporción dedicados al comercio y construcción, entre otras actividades. Según Jepkemei *et al.* (2017), los pequeños agricultores tienen bajos ingresos si dependen solo de las actividades en la finca. Al respecto Otekhile y Verter (2017), sostienen que las actividades no agrícolas proporcionan ingresos adicionales a las fincas agrícolas.

Capacitación en producción agrícola

De acuerdo con la Tabla 5, a la mayoría de los productores de papa reciben charlas de capacitación con relación al manejo de cultivos (76%), además les permite adaptar con mayor facilidad nuevas prácticas o adopción de nuevas tecnologías, en comparación con el 24% restante que no reciben dichas capacitaciones. En este estudio fue ligeramente similar a lo encontrado por Sanjinez (2019) en el sistema de producción de arroz en Tumbes, Perú, el cual indica que el 73% de productores recibieron capacitación y el resto no tuvieron acceso a ella. Lo contrario ocurre en Carhuaz, donde Barreto (2017) menciona que el 83.2% de las familias campesinas no ha recibido capacitación alguna en los últimos diez años.

De los productores que recibieron charlas de capacitación (Figura 8), un 52% lo recibieron de las empresas que venden productos fitosanitarios, seguido de la Organización de Productores (28%), ONGs (16%) y del Ministerio Agricultura (4%). En tanto, los temas de las charlas realizadas trataron en su mayoría sobre el control de plagas y enfermedades (64%), seguido de la fertilización (24%), comercialización (8%) y producción de compost (4%) (Figura 8). Estos resultados son similares a Ogunsumi (2007) quien, evaluando las condiciones socioeconómicas de los campesinos para optar por tecnologías agrícolas en el suroeste de Nigeria. Destaca que los formuladores de políticas y los extensionistas o capacitadores del desarrollo rural, deben ser conscientes del hecho de que los usuarios que participan en las capacitaciones,

generalmente, son mayores de edad y, por lo tanto, son más reacios a los cambios que los agricultores jóvenes.

En cuanto al tercer componente principal aquella recoge el grupo de las variables; “organización de los productores de papa” y “manejo del agua para la producción”.

Organización de los productores de papa

Los productores de papa participan en alguna organización, un 88% participan en una comunidad campesina y un 12% en asociaciones de productores (Tabla 5). Las organizaciones de la zona son de carácter mixto, tienen a la vez fines económicos, sociales y políticos. Los resultados se aproximan a lo mostrado por Sanjinez (2019) en fincas de arroz en Tumbes, Perú, indicando que un 42% de productores participan en la organización de agricultores, un 38% no participan ni pertenece a ninguna organización, el 20% participa en otras organizaciones, la falta de organización resulta ser una desventaja desde el punto de vista de los negocios agrícolas.

Manejo del agua para la producción

Según los productores encuestados, la conducción del cultivo de papa se realiza mayormente en seco (88%), bajo riego (9%) y ambos (3%) (Tabla 5). Teniendo en cuenta que el sistema de producción de papa que se conduce en seco existe riesgos, ya que la producción puede ser afectada por la ausencia de lluvias (sequía) y, además, debido al avance al cambio climático que estamos sufriendo en la actualidad, este proceso (sequía) puede intensificarse aún más. Es por esa razón que se debería realizar diversas prácticas de manejo sustentable, como la cosecha de aguas de lluvias en reservorios, para tener agua disponible durante todo el año y distribuirlo de manera racional para aumentar la producción. Resultados se aproximan a lo reportado en los sistemas de producción de Carhuaz, Ancash, por Barreto (2017) el cual indica que, en relación al uso del riego, el 73% de los agricultores trabajan en condiciones de riego y en seco. Un 13% de agricultores que tienen terrenos bajo riego en especial en la zona baja de Carhuaz y un 14% sólo en seco. Asimismo, indica que los cultivos que se conducen en seco están propensos a riesgos, debido a la presencia o ausencia de las lluvias.

En la tabla 4, se observa que el cuarto componente principal contiene tres variables; “Número de personas que viven en la finca productora de papa” y “Diversidad del cultivo”.

Número de personas que viven en la finca productora de papa

En la Tabla 5 se muestra un comparativo del número de integrantes que tienen las familias en la provincia de Cutervo. Se observa que el mayor porcentaje de integrantes que forman la familia son de cuatro a cinco (55%), seguido por familias con más de seis miembros (30%) y de dos a tres integrantes (15%). Estos resultados coinciden con lo reportado por Barreto (2017) quien encontró que la mayoría de familias tienen entre 1 a 5 hijos, además resalta que la cantidad de hijos de cada familia alejada a la población de la ciudad es mayor, en cambio cuanto más cercana se encuentran a la ciudad y a la información, menos hijos tienen. Cabe resaltar que la tasa global de fecundidad en el Perú es de 2,4 hijos por mujer en el área urbana, mientras que en el área rural es de 3,4 hijos por mujer (INEI, 2013).

Diversidad de productos de la finca

Los productores de papa no trabajan exclusivamente con ese cultivo, ya que hay la presencia de otras especies en la finca. El 46% de los encuestados producen papa y otro cultivo, el 39% cultivan papa y dos especies diferentes, el 12% tienen tres cultivos, incluido la papa, y solo el 3% siembra únicamente papa (Tabla 5). La combinación de especies más usada es papa-alverja o papa-alverja-maíz. Aquellos resultados se constatan con lo mostrado por Aquino *et al.* (2018) quien investigando la sustentabilidad del cultivo de tarwi en la zona altoandina del Valle del Mantaro, Perú, señala que el 100% de los productores cultivan papa y tarwi, seguido de haba, quinua, cebada, maíz, avena, etc. Además, señala que la siembra diversificada de cultivos, que son básicamente para autoconsumo con poco nivel de comercialización. Según Nicholls *et al.* (2015), la diversificación es una estrategia para reducir el riesgo a los fenómenos adversos del ambiente, siendo la amplia diversificación de cultivos los que generan resiliencia a estos fenómenos.

Los resultados de la Tabla 4, indican que el quinto componente principal engloba al conjunto de variables; “nivel educativo del productor de papa”, “situación jurídica de la propiedad” y “crianza de animales”.

Nivel educativo del productor de papa

El nivel de instrucción de los productores de papa es muy variable tal como se observa en la Tabla 5. La mayor parte de los jefes de la finca tienen educación primaria (64%), un 21% tienen educación secundaria, seguido por un grupo pequeño que tienen estudios superiores (6%), con nivel técnico. No obstante, un 9% no posee ningún grado de instrucción. En este estudio

los resultados concuerdan con los reportados por CENAGRO (2012) para la zona altoandina del Perú, donde constataron que un 51% de productores campesinos tienen primaria, 24% tienen secundaria y un 6.6% estudios superiores. También se constata con los reportados por Pinedo et al. (2017) quien reporta que los productores de las fincas de quinua en Chiara, Ayacucho, existen un 92.4% con algún nivel educativo en mayor proporción de ellos con instrucción secundaria (47.8%). Así también, Nyangaka *et al.* (2009), señala que el mejor desempeño de los agricultores puede atribuirse al hecho de que la educación les brinda a los agricultores la capacidad de percibir, interpretar y responder a nueva información y tecnología mejorada, mucho más rápido que sus contrapartes.

Situación jurídica de la propiedad del productor de papa

En cuanto a la situación jurídica los resultados de las encuestas muestran que el 88% de las fincas de los productores son de su propiedad, es decir poseen título de propiedad, y el 12% restante no poseen dicho documento (6% son fincas arrendadas y 6% son fincas compartidas) (Tabla 5). Estos resultados muestran que en la zona se ha efectuado acciones de titulación de tierras permitiendo que el productor invierta en la finca o solicite préstamos agrícolas para potenciar sus medios de producción. En este estudio fue ligeramente similar a lo encontrado por CENAGRO (2012), los cuales reportan que el 45.4% de los agricultores encuestados tienen su título completamente saneado, es decir están inscritos en los Registros Públicos o se encuentran en trámite para su inscripción. El 54.6% restante, no cuentan con título de propiedad, debido a que recién lo están tramitando o no tienen título ni lo están tramitando. La titulación de tierras permite que el productor invierta en la finca o solicite préstamos agrícolas para potenciar sus medios de producción e invertir más en su finca.

Según Díaz *et al.* (2017), los requisitos para solicitar un crédito agrícola son: documentos legales (DNI, título de propiedad, ingresos), experiencia en la actividad agrícola, edad y nivel de endeudamiento, luego se realiza la clasificación crediticia al titular y al cónyuge. Por otro lado, si los productores son arrendatarios, las opciones productivas se reducen a los cultivos de ciclo corto y no existen mayores compromisos con la conservación y mejoramiento de los recursos naturales (Maletta, 2017).

Crianza animal en las fincas

En cuanto a la crianza de animales (Tabla 5), el 79% cría animales (vacunos u ovinos, caprinos y cuyes) mayores y menores con el objetivo de beneficiarlos para la venta de carne y leche y para producir productos industriales como el queso. Así también, el 18% cría de cuyes, ovinos y/o caprinos para su consumo y venta y el resto cría solamente ovinos y/o caprinos para venta y cuyes para autoconsumo, lo que compensa el bajo nivel de ingresos de los productores de papa. Resultado similar es reportado por Barreto (2017) quien señala que un 93% de los agricultores en las zonas altoandinas de Carhuaz, crían cuyes, 7% diferentes tipos de animales domésticos como aves, porcinos, resaltando que los animales proveen carne, leche y huevos para la alimentación de las familias de Carhuaz, además de lana para artesanía, y fuerza de trabajo (usando a los bueyes y equinos). Este investigador también resalta que los agricultores en ambas zonas altoandinas de Carhuaz, combinan las actividades agrícolas y de crianza de animales.

En tanto el sexto componente principal contiene las variables; “comercialización de la papa en Cutervo” y “precio de venta de papa”.

Comercialización de la papa en Cutervo

La mayor parte de los productores venden la producción de papa al intermediario (70%), seguidamente a los mayoristas (15%) y minoristas (15%) (Tabla 5). Este hecho, muestra que todavía hay problemas de organización por parte de los agricultores, para negociar directamente con los mayoristas. Siendo necesario realizar una cadena de comercialización más adecuada y dar valor agregado al cultivo de papa.

Al respecto, Jepkemei *et al.* (2017) evaluando las características socioeconómicas de los pequeños agricultores de papa en Kenya, menciona que las principales limitaciones para la comercialización de la papa son la falta de acción colectiva y los bajos precios dictados por los intermediarios que operan en el área de producción. A este respecto, la comercialización individual ha hecho que los agricultores sean vulnerables a los intermediarios que controlan los precios y compran el producto a un mayor número de agricultores. Para atenuar este problema, es importante que los pequeños agricultores formen algún tipo de organización que les permita, en forma colectiva, negociar la compra de productos agrícolas y comercializar sus productos a un mejor precio.

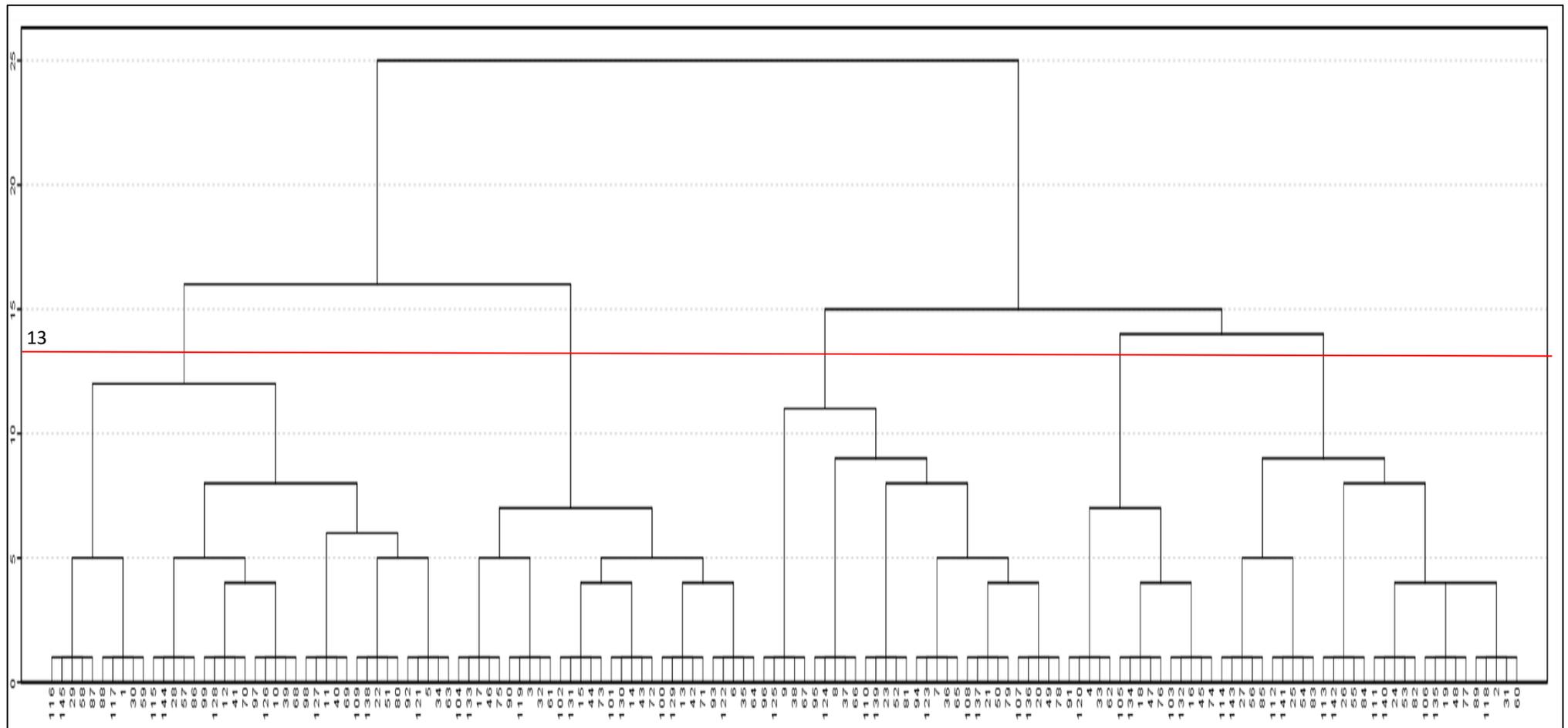


Figura 2. Agrupación de fincas de papa en cinco tipos por AC usando el método de Ward a una distancia euclidiana cuadrada fijada en 13, en Cutervo, Perú.

Precio de venta de papa

En la Tabla 5 se observa que la mayor parte de los agricultores vendieron el tubérculo a precios que oscilan entre 0.5 a 1.00 PEN kg⁻¹ (43%) y a menos de 0,5 PEN kg⁻¹ (33%), entre 1,01 a 1,50 PEN kg⁻¹ (9%) y aquellos agricultores que vendieron a más de 1.51 PEN kg⁻¹ (15%). Resultados similares son reportados en fincas productoras de papa en Lima, Perú por Contreras (2018) indicando que el precio de papa en la parcela tiene un promedio de 0.83 PEN kg⁻¹. Mostrando que la provincia de Huaral presentó mayor precio de papa en la parcela con 0.93 PEN kg⁻¹, seguido de cañete con 0.80 PEN kg⁻¹ y por último Barranca con un promedio de venta de 0.78 PEN kg⁻¹. El MINAGRI (2014) señala que los precios en chacra corresponden a precios promedios ponderado y se van construyendo desde el nivel de Agencia Agraria, es decir, los precios en parcela varían de región a región y están influenciados por la variedad predominante que se cultiva.

Los resultados mostrados en la tabla 4, indica que el séptimo componente principal; contiene a la variable “Fenómenos adversos ambientales que influyen en la producción de papa en Cutervo”.

Fenómenos adversos ambientales que influyen en la producción de papa en Cutervo

En la Tabla 5 se muestran los factores bióticos y abióticos que influyen en la producción agrícola, siendo los agricultores de las zonas rurales los más vulnerables a estos fenómenos. Los fenómenos adversos que causaron mayores problemas para los productores fueron la combinación de heladas y plagas y enfermedades (34%), seguido de heladas, granizadas, y plagas y enfermedades (21%) y de heladas y sequías (3%). Así también, se observa que de forma individual las heladas (15%), plagas y enfermedades (12%), las sequías (6%), y granizadas (3%) afectaron la producción de los cultivos. El resultado fue similar a lo reportado por Pinedo et al. (2017) en el sistema de producción de quinua señalando que los principales eventos climáticos adversos de la zona son las sequías (84.6%), heladas (78%), granizadas 65.9 % y el calor intenso (62,6 %). En los sistemas de producción tradicionales agrícolas de Carhuaz, Ancash, Barreto (2017) reporta que los agricultores consideran a las plagas y enfermedades como el principal fenómeno adverso de sus cultivos (25.7%), luego están las sequías conjuntamente con las plagas y enfermedades (24.3%) y, entre los fenómenos climatológicos adversos de mayor importancia, destacan la sequía, heladas y granizadas, con 3.9, 1.8 y 0.7%, respectivamente. Así también, Pinedo *et al.* (2018) reportan que el sistema de producción de quinua en Ayacucho, los principales eventos climáticos adversos de la zona fueron las sequías (84.6

%), heladas (78%), granizadas (65.9%) y el calor intenso (62.6 %).

Análisis de conglomerados (AC)

El AC por el método de Ward a una distancia euclidiana cuadrada fijada en 13, agrupa las fincas en cinco tipos (Figura 2). Estos grupos de productores tienen el mismo tipo de finca, es decir obtienen rendimientos similares de papa, entre otras características económicas, sociales y técnico ambientales muy semejantes dentro de cada grupo de productores y heterogéneas entre los grupos de productores de papa. Resultado que se asemeja a Cleves y Jarma (2014) quienes investigando sobre la caracterización y tipificación de los sistemas de producción citrícola, reportaron seis grupos de productores con características semejantes en el interior del grupo y muy heterogéneas al exterior de los grupos.

Asimismo, el análisis multivariado permitió identificar las características más críticas o de riesgo que tiene el sistema productivo de papa a nivel de finca. Por lo que se propone intervenir en las características débiles y diseñar estrategias para mejorar el sistema de producción de cada grupo de productores y de esta manera, aumentar la calidad de vida de las familias productoras de papa en Cutervo. Tal como lo indican Álvarez *et al.* (2019), que a partir de la tipificación de las fincas se identifican las fortalezas y debilidades de cada grupo de productores, logrando proponer acciones de forma focalizada para generar herramientas eficientes y mejorar el sistema de producción de cada finca tipo. Resultado que es corroborado por Twinamasiko *et al.* (2018) quienes sostienen que una vez logrado la clasificación de las fincas en grupos con características comunes, se puede iniciar la implementación de un enfoque más personalizado para el diseño de estrategias de desarrollo agrícola.

Por último, a los cinco tipos de finca o grupos de productores, se debe evaluar la sustentabilidad en las tres dimensiones (económico, ambiental y social) según Collantes y Rodríguez (2015).

CONCLUSIONES

Los resultados demostraron que la mayoría de los productores de papa tiene educación básica, pertenecen a una comunidad campesina, poseen área de al menos 1 ha y su producción supera las 13 t/ha., los costos de producción son altos, debido al uso masivo de pesticidas para el control de plagas y enfermedades. Se suma a ello los ingresos mensuales menores debido al bajo precio de venta de papa al intermediario. Un cuarto de los productores tiene ingresos por encima del salario mínimo; revelan falta

de capacitación por parte de las instituciones del estado y la aplicación de nuevas tecnologías. El AC tipificó cinco tipos de finca, constituidos por grupo de productores con características sociales, económicas y ambientales similares y heterogéneas entre grupos. Asimismo, el análisis multivariado logró identificar las características más críticas o de riesgo que tiene el sistema productivo de papa a nivel de finca. Por tanto, es necesario la intervención e implementación de estrategias o alternativas para mejorar las características más débiles dentro de cada grupo de productores, tales como el aumento del rendimiento, combinando los pesticidas químicos con agentes biológicos para el control de plagas y enfermedades, manejo de la biodiversidad y aumentar la calidad de vida de las familias productoras de papa en Cutervo.

Agradecimientos

Se agradece a la Asociación para la Conservación y Mejoramiento de la Biodiversidad Altoandino – ACOMEBIO.

Financiación. Los autores declaran que no recibieron financiación.

Conflicto de intereses. Los autores declaran estar de acuerdo con la presentación del manuscrito y con el orden de cada autor en el documento y además, mencionan que no existe conflicto de interés asociado a la publicación.

Cumplimiento de estándares éticos. Los autores declaran que el manuscrito presenta datos originales y que no han sido enviados a otra revista.

Disponibilidad de datos. Se declara que los autores están de acuerdo que el manuscrito se distribuya por la revista, siempre y cuando se dé crédito a la revista.

REFERENCIAS

- Abdi, H. and Williams, L.J., 2010. Principal component analysis. *Wires Computational Statistics*. 2(4), pp. 433-459. <https://doi.org/10.1002/wics.101>
- Aquino, V., Camarena, F., Julca, A. and Jiménez, J., 2018. Caracterización multivariada de fincas productoras de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) del Valle del Mantaro, Perú. *Scientia Agropecuaria*. 9(2), pp. 269-279. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.02.12>
- Álvarez, D.E., Gómez, E.D. and Ordóñez, H., 2019. Tipología de fincas productoras de arveja (*Pisum sativum* L.) en la subregión Sur de Nariño, Colombia. *Ciencia Tecnología Agropecuaria, Mosquera (Colombia)*. 20(3), pp. 659-677. DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num3_art:1593
- Barreto, J., 2017. Caracterización y sostenibilidad de los sistemas agropecuarios tradicionales de Carhuaz, Ancash, Perú. Tesis Doctoral en Agricultura Sustentable. Escuela de Post Grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. 86 pp.
- Bidogeza, J.C., Berentsen, P.B.M., Graaff, J. and Lansink, A.G., 2009. A typology of farm households for the Umutara Province in Rwanda. *Food Security*. 1(3), pp. 321-335. <https://doi.org/10.1007/s12571-009-0029-8>
- CENAGRO., 2012. Censo Nacional Agropecuario. Resultado definitivos: IV Censo Nacional Agropecuario. Ministerio de Agricultura y Riego. Disponible en <https://www.agrorural.gob.pe/dmdocuments/resultados.pdf>. (20 marzo 2018).
- Cleves, J.A. and Jarma, A.O., 2014. Characterization and typification of citrus production systems in the department of Meta. *Agronomía Colombiana*. 32(1), pp. 113-121. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v32n1.42164>.
- Contreras, S., 2018. Sustentabilidad de la producción de papa en la Región Lima. Tesis Doctoral en Agricultura Sustentable. Escuela de Post Grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. 110 pp.
- Collantes, R. and Rodríguez, A., 2015. Sustentabilidad de agroecosistemas de palto (*Persea americana* Mill.) y mandarina (*Citrus* spp.) en Cañete, Lima – Perú. *Tecnología & Desarrollo*. 13(1), pp. 027-034. <https://doi.org/10.18050/td.v13i1.750>.
- Díaz, L., Canto, M., Alegre, J., Camarena, F. and Julca, A., 2017. Sostenibilidad social de los subsistemas productivos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) en el Cantón Guachapala, Provincia de Azuay—Ecuador. *Ecología Aplicada*. 16(2), pp. 99-104. <https://doi.org/10.21704/rea.v16i2.1013>.
- Field, A., 2009. *Discovering Statics Using SPSS*. 3^a Ed. SAGE Publication. London. 821 pp.
- Goswami, R., Chatterjee, S. and Prasad, B., 2014. Farm types and their economic characterization in complex agro-ecosystems for informed extension intervention: Study from coastal West Bengal, India. *Agricultural and Food Economics*. 2, pp. 1-24. <https://doi.org/10.1186/s40100-014-0005-2>.

- Hernández, S.R., Fernández, C.C. and Baptista, L.P., 2004. Metodología de la investigación. 3ª Ed. McGraw-Hill Interamericana. México. 518 pp.
- INEI, 2013. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar, Lima. Disponible en https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib11/index.html. (02 mayo 2018).
- Jepkemei, T.R., Onyango, C., Nkurumwa, A. and Ngetich, K., 2017. Socio-economic Characteristics of Smallholder Potato Farmers in Mauche Ward of Nakuru County, Kenya. *Universal Journal of Agricultural Research*. 5(5), pp. 257-266. doi:10.13189/ujar.2017.050502.
- Kansiime, M.K., Asten, P.V. and Sneyers, K., 2018. Farm diversity and resource use efficiency: Targeting agricultural policy interventions in East Africa farming systems. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*. 85, pp. 32-41. doi:10.1016/j.njas.2017.12.001.
- Kobrich, C., Rehman, T. and Khan, M., 2003. Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. *Agric Syst*, 76(1), pp. 141-157. doi:10.1016/S0308-521X(02)00013-6.
- Madry, W., Mena, Y., Roszkowska, M. B., Gozdowski, D., Hryniewski, R. and Castel, J.M., 2013. An overview of farming system typology methodologies and its use in the study of pasture-based farming system: a review. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 11(2), pp. 316-326. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2013112-3295>
- Maletta, H., 2017. La pequeña agricultura familiar en el Perú. Una tipología micro regionalizada. En IV Censo Nacional Agropecuario 2012: Investigaciones para la toma de decisiones en políticas públicas. Libro V. Lima, FAO. Disponible en <http://www.fao.org/3/i6759s/i6759s.pdf> (15 julio 2020).
- Mesfin, B., 2017. Characterization of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars grown in eritrea using morphological, molecular and nutritional descriptors. Tesis Doctoral. University of Agriculture and Technology, Kenyatta. 162 pp.
- MINAGRI., 2015. Costo de producción de papa en Lima. Dirección Regional de Agricultura Lima. Disponible en <http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/CP-PAPA-LIMA.pdf> (10 octubre 2018).
- MINAGRI., 2014. La papa: principales aspectos de la cadena agroproductiva. Disponible en http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/2014/papa_2014.pdf (10 octubre 2018).
- MINAGRI., 2017. Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana. DGESEP. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima. Disponible en <file:///C:/Users/User/Downloads/boletin-prod-nacional-papa.pdf> (10 junio 2019).
- Nicholls, C., Henao, A. and Altieri, M., 2015. Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología*, 10(1), pp.7-31. doi: <https://revistas.um.es/agroecologia/articulo/view/300711>
- Nyangaka, D. O., Obare, G. A. and Nguyo, W., 2009. Economic Efficiency of Smallholder Irish Potato Producers in Kenya: A Case of Nyandarua North District. Contributed Paper prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economists' Conference, Beijing, China, 8, pp. 16-22. doi: 10.13140 / 2.1.3409.4089.
- Ogunsumi, O., 2007. Socio-economic Conditions of Peasant Farmers: The Case of Agricultural Technologies' Sustainability in Southwest Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences*. 3(5), pp. 678-684. <http://www.academicjournals.org/AJAR>.
- Otekhile, C.O. and Verter, N., 2017. The socioeconomic characteristics of rural farmers and their net income in ojo and badagry local government areas of Lagos State, Nigeria. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 65(6), pp. 2037- 2043. <https://doi.org/10.11118/actaun201765062037>.
- Pasini, G., 2017. Principal component analysis for stock portfolio management. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*. 115(1), pp. 153-167. DOI: 10.12732/ijpam.v115i1.12.
- Pinedo, R., Gómez, L. and Julca, A., 2017. Caracterización de sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el distrito de Chiara, Ayacucho. *Aporte Santiaguino*, 10(2), pp. 351-364. <https://doi.org/10.32911/as.2017.v10.n2.176>.

- Pinedo, R., Gómez, L. and Julca-Otiniano, A., 2018. Sostenibilidad de sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 5(15), pp. 399-409. <https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1734>.
- Saidaa, A., Novitab, E. and Ilsan, M., 2016. Sustainability Analysis of Potato Farming System at Sloping Land in Gowa Regency, South Sulawesi. Agriculture and Agricultural Science Procedia. 9, pp. 4–12. doi: 10.1016/j.aaspro.2016.02.107.
- Sanjinez, F., 2019. Sustentabilidad del agroecosistema del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en Tumbes, Perú. Tesis Doctoral en Agricultura Sustentable. Escuela de Post Grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. 167 pp.
- Twinamasiko, J., Mugisha, J., Bagamba, F., Ilukor, J., Jordan, I. and Nuppenau, E., 2018. Characterizing the Diversity of Smallholder Farmers for Informed Agricultural Interventions: An Application of Multivariate Analyses in Kapchorwa District, Uganda. Global food security and food safety: The role of universities. 2^a Ed. Tropentag Ghent University, Ghent, Belgium. 620 pp.
- Woomer, P.L., Norris, S.C., Kaleha, C. and Chamwada, M., 2016. Characterization of Small-scale Farming Systems in West Kenya and Opportunities for Their Improvement. Universal Journal of Agricultural Research 4(4): 109-120. doi:10.13189/ujar.2016.040401.
- Zou, H. and Xue, L., 2018. A Selective Overview of Sparse Principal Component Analysis. Proceedings of the IEE. 106(8), pp. 1311 – 1320. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2018.2846588>.