



CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet) †

[CHARACTERIZATION OF TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet) PRODUCTION UNITS]

Amelia Huaranga-Joaquín^{1*}; Sady García-Bendezú²;
Rember Pinedo-Taco¹ and Félix Camarena-Mayta¹

¹Universidad Nacional Agraria La Molina. Avenida La Molina s/n.
Facultad de Agronomía, Departamento Académico de Fitotecnia, tercer
piso-La Molina. Apartado postal 12-056. Lima, Perú.
Email: ahuaranga@lamolina.edu.pe

²Universidad Nacional Agraria La Molina. Avenida La Molina s/n.
Facultad de Agronomía, Departamento Académico de Suelos, primer
piso-La Molina. Apartado postal 12-056. Lima, Perú

*Corresponding author

SUMMARY

Background. Tarwi is a legume native to the Andes of South America and is currently an important crop in subsistence agricultural systems because it contributes to the generation of economic income and food security for the rural population. **Objective.** To characterize the tarwi production units (UPT) in the inter-Andean valleys of the department of Ancash, Peru. **Methodology.** The research was of a descriptive, comparative, correlational, non-experimental type, survey data from 169 UPT were used and the characterization was carried out using statistical techniques of multidimensional analysis. **Implications.** The UPT are small-scale, they are integrated into diversified production systems, which implies knowing their characteristics in order to define coherent development plans or projects to promote the production and consumption of tarwi. **Conclusions.** The UPT are family farming; the family participates in running the plots and in generating economic income both from the main crop, as well as from other complementary sources. The farmers are typified mostly as small-scale, and their production is oriented towards family food security and some surpluses for the market; however, due to the gradual loss of conservation agricultural practices, abandonment of the state in promoting its conservation, cultivation, consumption and lack of financing and technical assistance, the cultivated area of tarwi is gradually decreasing.

Key words. crop diversification; family farming; *Lupinus mutabilis*; monocultures; traditional farming.

RESUMEN

Antecedentes. El *tarwi*, es una leguminosa originaria de los Andes de América del Sur y actualmente es un cultivo importante en los sistemas agrícolas de subsistencia por contribuir con la generación de ingresos económicos y con la seguridad alimentaria de la población rural. **Objetivo.** Caracterizar las unidades de producción de tarwi (UPT en los valles interandinos del departamento de Áncash Perú. **Metodología.** La investigación fue de tipo descriptivo, comparativo, correlacional no experimental, se emplearon datos de encuestas de 169 UPT y la caracterización se realizó utilizando técnicas estadísticas de análisis multidimensional. **Implicaciones.** Las UPT son de pequeña escala, están integradas a sistemas de producción diversificada lo que implica conocer sus características para definir planes o proyectos de desarrollo coherentes para fomentar la producción y consumo del tarwi. **Conclusiones.** Las UPT son de agricultura familiar; la familia participa en la conducción de las parcelas y en la generación de ingresos económicos tanto por el cultivo principal, así como de otras fuentes complementarias. Los productores se tipifican mayormente como agricultores de minifundio de pequeña escala y su producción está orientado a la seguridad alimentaria familiar y algunos excedentes para el mercado; sin embargo, por la pérdida gradual de prácticas agrícolas conservacionistas, abandono del estado en promover su conservación, cultivo, consumo y falta de financiamiento y asistencia técnica el área cultivada del tarwi gradualmente va disminuyendo.

Palabras clave. agricultura familiar; agricultura tradicional; diversificación de cultivos; *Lupinus mutabilis*; monocultivos.

† Submitted January 10, 2023 – Accepted June 29, 2023. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4722>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = Amelia Huaranga-Joaquín: <http://orcid.org/0000-0001-5305-9514>; Sady García-Bendezú: <http://orcid.org/0000-0002-2498-3940>; Rember Pinedo-Taco: <http://orcid.org/0000-0001-5910-9332>; Félix Camarena-Mayta: <http://orcid.org/0000-0002-1661-0693>

INTRODUCCIÓN

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), es una leguminosa originaria de los Andes de América del Sur y desde su domesticación es considerado un cultivo de seguridad alimentaria. El grano de tarwi es una buena fuente de proteína, grasa, fibra cruda, potasio, fósforo, micronutrientes y compuestos bioactivos como isoflavonas y fenoles (Carvajal-Larenas *et al.*, 2016; Gálvez *et al.*, 2008; Lucas *et al.*, 2015; Jacobsen y Mujica y Moscos, 2018; Villacrés y Quelal, 2019).

En los Andes peruanos, el cultivo de leguminosas de grano se realiza en diversos pisos altitudinales, extendiéndose desde los valles interandinos hasta el altiplano. Entre los granos andinos ampliamente cultivados se encuentran el haba (*Vicia faba* L.), la arveja (*Pisum sativum* L.), el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), la lenteja (*Lens culinaris* L.) y el tarwi (Camarena *et al.*, 2012; FAO, 2018; Tapia y Fries, 2007). Los productores de tarwi de casi toda de la región andina emplean ecotipos locales; sin embargo, en algunos departamentos como Ancash y La Libertad se han introducido variedades mejoradas en los últimos 10 años (Huaranga *et al.*, 2019; INIA, 2020).

A nivel nacional, la superficie cosechada de tarwi o lupinu se incrementó de 7500 ha en el año 2007 a 10 300 ha en el año 2017; asimismo, el rendimiento se incrementó de 1132 kg/ha en el año 2007 a 1408 kg/ha en el año 2018 (MINAGRI, 2018a). En el año 2020 la superficie cultivada alcanzó 11307 ha debido a la siembra de variedades mejoradas y al manejo agronómico del cultivo (MIDAGRI, 2021). El incremento de la superficie cultivada en gran medida se debe a la promoción y fomento de su cultivo a raíz de la revaloración de la quinua y otros granos andinos entre ellos el tarwi a nivel regional y global (Pinedo *et al.*, 2017).

En el departamento de Ancash, el cultivo de tarwi es de agricultura familiar en sistemas de producción diversificada (policultivos); sin embargo, solo el 1.1% de los productores en la zona media de Carhuaz los integran en sus parcelas (Barreto *et al.*, 2015). En las zonas de Copa Grande y Vicos (distrito de Marcará), el tarwi se produce a pequeña escala en sistemas de agricultura familiar; emplean semillas de ecotipos locales tardíos en rotación después del cultivo de papa. Los rendimientos son bajos debido al uso de semillas de baja calidad, las condiciones climáticas desfavorables, la baja fertilidad de los suelos y la incidencia de plagas (Camarena *et al.*, 2012; Huaranga, 2017).

Existe poca información sobre las características de las unidades de producción de tarwi (UPT) y

se desconocen las tipologías de productores que se encargan de su manejo de las parcelas. En un reciente estudio realizado por Barreto *et al.* (2017), indican que la producción de tarwi se realiza a pequeña escala, generalmente en sistemas de policultivos diversificada con otras especies cultivadas como maíz y amaranto (Mejía-Valvas *et al.*, 2021). En un estudio realizado por Aquino *et al.* (2018), en el valle del Mantaro, departamento de Junín, Perú, la mayor parte se encuentran en la escala de pequeños y medianos productores; conservan sus tecnologías tradicionales basados en el uso de sus recursos propios típico de sus sistemas productivos.

Para conocer las características de los sistemas y las unidades de producción de cultivos se requieren de estudios multidimensionales en términos económicos como la rentabilidad, ambientales en función a los sistemas de producción y sus efectos en los recursos naturales y el ambiente y de aspectos sociales como las condiciones de vida del productor, la familia y la comunidad (Escobar y Berdegú, 1990; Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005;); por consiguiente, también será importante establecer el tipo de productor es decir, si los productores pertenecen a estratos pequeños, medianos o grandes productores.

La clasificación o tipificación de los sistemas productivos es una herramienta en el diseño de políticas públicas del sector agrario en temas de asistencia técnica, capacitación y transferencia tecnológica; asimismo, la tipificación puede ayudar en identificar grupos de fincas productoras con características similares (Pinedo *et al.*, 2017; Pinedo-Taco *et al.*, 2021); por consiguiente, cada finca puede presentar características específicas que se derivan de la diversidad existente en cuanto a la dotación de recursos y a las circunstancias familiares.

En este contexto, se planteó el presente estudio con el objetivo de caracterizar las unidades de producción de tarwi (UPT) en los valles interandinos del departamento de Ancash Perú.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en los centros poblados de Copa Grande y Vicos del distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, región Ancash (Figura 1). El distrito de Marcará tiene una superficie de 157,49 km² y una población de 9478 habitantes y se encuentra en las coordenadas de 9° 16' 59" LS y 77° 36' 00" LO, extendiéndose desde 2500 a 3600 msnm. La temperatura anual promedio es de 16 °C y una precipitación anual promedio de 512 mm, el viento de NE a 5 km /h y 59 % de humedad relativa.

La precipitación es mayor en los meses de febrero a abril, aunque se presentan “veranillos” (periodos de ausencia de lluvias”) los cuales afectan la germinación, emergencia, crecimiento y desarrollo de las plantas; las temperaturas descienden entre mayo a julio afectando la producción de los cultivos. Algunas características físico-químicas de los suelos presentan limitaciones para el cultivo (pH 4.8 a 7.0 y baja fertilidad) (CORPAC, 2021; UNALM, 2018).

Población y muestra

De acuerdo a las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2014), los centros poblados de Vicos y Copa Grande cuentan con 775 y 420 habitantes respectivamente dedicados a la actividad agrícola y tradicionalmente manejan parcelas con cultivos diversificados entre ellos la papa (*Solanum tuberosum* L), maíz (*Zea mays* L) haba (*Vicia faba* L.) y el tarwi como cultivo integrado a la unidad productiva o como cercos vivos.

El tipo de muestreo fue no probabilístico debido a que no se conocían las probabilidades de cada unidad de muestreo de pertenecer a la muestra (López-Roldán y Fachelli, 2017). Además, al inicio de la investigación no se contaba con un

listado o padrón actualizado de productores de tarwi en el ámbito de estudio. Por lo antes indicado aplicó el método denominado *bola de nieve*, que es una variante del muestreo no probabilístico mediante la técnica exponencial no discriminatoria (Quintana, 2021), a partir de un núcleo básico de productores que manejan tradicionalmente el cultivo de tarwi en sistemas de policultivos o cultivos diversificados.

En el núcleo básico se consideró a productores con arraigo socio cultural al cultivo en estudio. Los productores elegidos debían reunir una serie de características de interés para el estudio como contar con el cultivo de tarwi en su sistema de producción, pertenecer a las comunidades donde se realizó el estudio, haber participado en charlas de capacitación o evidencias de haber integrado grupos de productores u organizaciones de productores de tarwi.

El primer productor de tarwi, fue el hilo conductor para identificar a otros agricultores de acuerdo a la propuesta planteada por López-Roldán y Fachelli (2017), se le solicitó que refiera a dos personas (exponencial de base 2) que posean las características antes descritas y luego a cada una de ellas se les solicitó conforme a la propuesta metodológica de Quintana (2021) que refieran dos más y así sucesivamente hasta

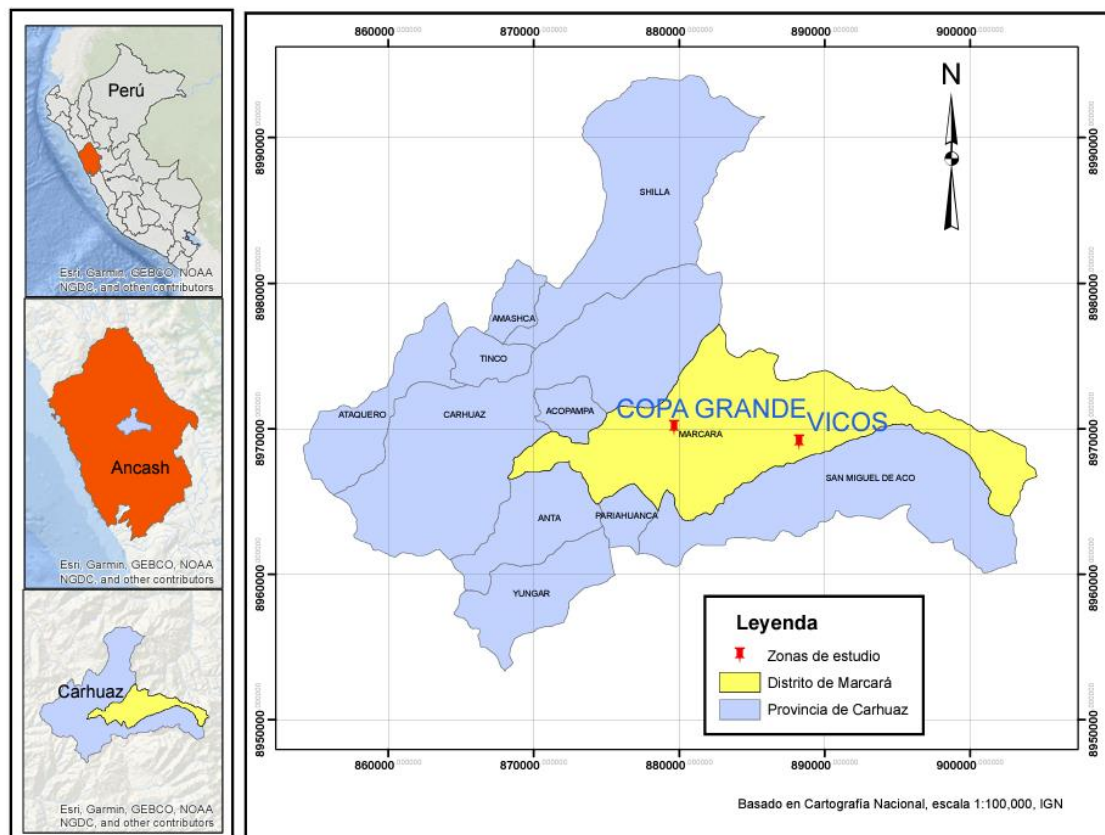


Figura 1. Mapa de ubicación de los centros poblados de Copa grande y Vicos en el distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash. Elaboración propia

completar 168 productores que fue considerado como el tamaño de la muestra especificada en la investigación. Con base al procedimiento antes indicado, se determinó la muestra de 88 productores para Vicos y 81 productores para Copa Grande.

Se elaboró una encuesta con 83 preguntas estructuradas que incluyeron aspectos económicos, ambientales y socioculturales con la finalidad de obtener información sobre las características más importantes para definir los tipos de productor en función al manejo de sus UPT (Álvarez *et al.*, 2014; Pinedo *et al.*, 2018). Antes de la aplicación de las encuestas, estas fueron validadas en talleres con participación de productores, expertos locales y proveedores de asistencia técnica, lo cual ha permitido definir los indicadores de mayor contribución en la tipificación (Escobar y Berdegú 1990). El trabajo de campo se realizó el cuarto trimestre del año 2018, etapa coincidente con las últimas cosechas y primeras siembras de tarwi. La información recogida a través de los cuestionarios fue ordenada, verificada y sistematizada en una hoja de cálculo de MS Excel® 2013.

Para facilitar la caracterización y la tipificación de las UPT, inicialmente, se determinó el marco teórico específico para la tipificación de las unidades productivas y luego, se seleccionaron las variables en estudio para conocer la realidad de los sistemas de producción (Escobar y Berdegú, 1990); asimismo, fue necesario complementar a los datos obtenidos con las encuestas de información estadística del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), específicamente, con los resultados del IV Censo Nacional Agropecuario (INEI, 2013).

Las UPT fueron analizadas como sistemas productivos porque intervienen simultáneamente innumerables variables estructurales, sociales, económicas y ecológicas (Coronel de Ronolfi y Ortuño, 2005). Se empleó el análisis estadístico multivariante, para resumir y clasificar datos provenientes de poblaciones en las cuales se han medido dos o más características (Bravo *et al.*, 2016). Los datos fueron procesados empleando herramientas de los softwares SPSS v22 e Infostat.

Para el análisis de componentes principales (ACP) se utilizaron variables cuantitativas, mientras que algunas variables de tipo categórica fueron transformadas en una escala de números. De las 83 variables en estudio, aquellas con coeficiente de variabilidad (CV) menor a 60 % fueron descartadas por carecer de poder discriminatorio y no contribuir sustancialmente al análisis multivariante (Lores *et al.*, 2008). Se

definieron 16 variables por su mayor poder discriminatorio. Se realizó el ACP, mediante el método Ward y la rotación Varimax (Carrasco *et al.*, 2017; Criollo *et al.*, 2016; Velásquez y Perezgrovas, 2017). Por otro lado, se analizó la correlación de las variables y para definir el grado de estandarización, se aplicó la prueba de Kaiser, Meyer y Olkin (KMO) y la de esfericidad con la prueba de Bartlett (Borja *et al.*, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Componentes principales (ACP)

En el análisis de estadísticos descriptivos y la prueba de ji-cuadrada-Pearson, las variables seleccionadas resultaron independientes y las más apropiadas para explicar los conjuntos que se agruparon. La medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) igual a 0.581 indica que las variables se encuentran correlacionadas a nivel aceptable y son útiles para explicar las características de las UPT. La prueba de esfericidad de Bartlett y el valor aproximado de la ji-cuadrada ($p = 0.001$) confirman la correlación de las variables en estudio (Velásquez y Peresgrovas, 2017).

Mediante el análisis de ACP, con 16 variables de mayor poder discriminatorio y no correlacionadas entre sí, se obtuvieron tres componentes principales que explican el 58,754% de la varianza determinada (Tabla 1). El componente 1 (CP1) explica el 24.992% de la varianza total, por lo tanto, es el componente principal más influyente en el análisis y el que mejor expresa las diferencias entre las UPT y las características de las UPT (Coronel de Ronolfi y Ortuño, 2005). Los componentes dos (CP2) y componente tres (CP3), involucran variables sobre el manejo agroecológico del tarwi y otras estrategias para lograr su seguridad alimentaria. Los segmentos de productores que practican sistemas de cultivo tradicional muestran mayor conciencia ecológica en el manejo de sus recursos y, como parte de sus estrategias de seguridad alimentaria, utilizan la alternancia de cultivos, la asociación y la diversificación productiva (CAN, 2011; Maletta, 2017; Escobar y Armas, 2015; Pinedo *et al.*, 2018; Sarandón; 2002).

Tabla 1. Componentes principales de mayor influencia en la caracterización de las UTP.

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	1.999	24.99	24.99
2	1.442	18.03	43.09
3	1.26	15.74	58.75

Variables sintéticas reducidas

Mediante el procedimiento de análisis factorial se definen nuevas variables sintéticas reducidas (nueva dimensión). En el componente 1, se generó una dimensión denominada rentabilidad del sistema con el aporte de las variables cantidad de semilla, rendimiento y costo de producción. Dentro del CP1, se observa la importancia de la cantidad de semilla en la densidad de siembra y por ende en el rendimiento que finalmente redundan en el costo de producción por lo que se les denomina “rentabilidad de las UPT; mientras que las variables del CP2 de mayor aporte fueron área de siembra y huerto autoconsumo que generaron una dimensión reducida denominada seguridad alimentaria y finalmente en el CP3, las variables edad y número de personas que aportan ingresos familiares conforman la dimensión denominada recursos humanos (Tabla 2).

En un estudio de caracterización de unidades productoras de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) realizado por Mejía-Valvas *et al.* (2021), empleando el mismo procedimiento del estudio, determinaron cuatro variables sintéticas: la primera referida a variables que influyen en los *costos de producción* (rendimiento, superficie cultivada, costos de producción); la segunda

denominada recursos y tecnologías del productor (manejo del cultivo, tecnologías de cosecha, rotación); la tercera, niveles de conciencia ecológica del productor (aceptabilidad de su sistema de producción, buenas prácticas agrícolas) y finalmente la variable sintética denominada estrategias alimentarias del productor (número de integrantes del grupo familiar, fuentes de ingreso familiar).

En la representación tridimensional de las saturaciones factoriales, el factor F1 es el más influyente y explica mejor el problema de tipificación en las explotaciones agropecuarias manteniendo como base el cultivo de tarwi. Cada factor principal es una variable sintética, por lo tanto, al factor F1 (visto como una medida de cantidad de semilla, rendimiento y costo de producción), se le denominó “Rentabilidad”, este factor es el más influyente en el análisis y el que mejor explica las diferencias entre los distintos sistemas productivos (Figura 2). Al respecto Aquino *et al.* (2018), con el mismo procedimiento realizado en el estudio señalan que el factor F1, agrupan variables importantes que definen las características de los predios: área cultivada de tarwi y otros cultivos; asimismo, rendimiento, costo de producción y mano de obra.

Tabla 2. Variables sintéticas y reducidas a partir de variables cuantitativos y cualitativos de mayor poder discriminatorio.

Variables	Componente			Nueva dimensión
	1	2	3	
Cantidad de semilla	0.772	-0.247	-0.052	Rentabilidad
Rendimiento	0.724	0.212	0.384	
Costo de producción	0.651	0.142	-0.450	
Área de siembra tarwi	0.024	0.763	0.040	
Huerto autoconsumo	-0.057	0.735	-0.087	Seguridad alimentaria
Ingreso familiar	0.451	0.519	0.256	
Edad	0.032	-0.202	0.720	Recursos humanos
Personas que aportan ingresos	0.005	0.267	0.611	

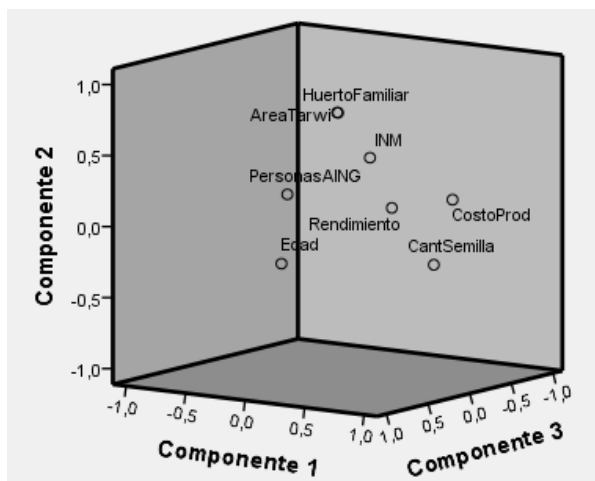


Figura 2. Representación de componentes en espacio rotado.

Características socioeconómicas del productor de tarwi

Aspectos sociales

El 73% de la población de productores se dedican a la agricultura en el área rural y están en el grupo etario de 23 a 59 años de edad (Figura 3). Los productores de 60 y 71 pueden tener algún problema limitante de salud, y es conocido como el componente de la población envejecida (INEI, 2018), que se ha incrementado según el censo del 2017. Cabe mencionar que la población censada en los centros poblados urbanos del departamento de Áncash es de 686 mil 728 habitantes, lo que representa el 63.4% de esta población; mientras que, en los centros poblados rurales corresponde a 396 mil 791 habitantes, que representa el 36.6% (INEI, 2018). La población joven menor a 50 años mayormente ha establecido su residencia en centros poblados o ciudades; mientras que, la población envejecida vive en zonas rurales próximo a sus unidades de producción agrícola (Pinedo *et al.*, 2018).

Respecto a los servicios de salud pública, el 37 % disponen de viviendas con servicios de agua, desagüe y luz, mientras que el 63% cuenta con algunos servicios básicos. El adobe es el material que utilizan mayormente los productores para construir sus viviendas, solo el 4% construye con material noble. El 59.2% de la población de Marcará vive en la zona rural con casa independiente en un 99.9% y con limitado acceso a los servicios y con viviendas afectadas por las lluvias (INEI, 2018).

El 84% tiene un buen nivel de organización y el 95.3% de los productores tienen experiencia en el cultivo porque sus ancestros consideraron al tarwi como el cultivo tolerante y rústico que prospera en áreas marginales y cosechaba bien y han continuado con esa práctica en su sistema de producción de cultivos. Sin embargo, los niveles organizativos constados en el estudio solo se centran en la organización comunal. Al respecto el INEI (2013) afirman que el 99.4% de los productores agropecuarios en el país son personas naturales, en tanto, que las personas jurídicas solo alcanzan al 0.6%; por consiguiente, existen escasa posibilidades de articularse a los mercados y participar en procesos de compras o ventas corporativas.

Aspectos económicos

La situación familiar en función al ingreso mensual familiar del 3.6% de los productores de tarwi son críticas, se encuentran por debajo de 57.97 USD mensual, reciben ayuda de los programas sociales del Estado (MINAGRI, 2018); mientras que el 92.3% pueden lograr ingresos familiares hasta 425.21 USD. El 4.8% tienen posibilidades de ingresos mensuales hasta 792.17 USD y el 0.6% obtienen ingresos mayores a 792.17 USD, pero en ningún caso superan los 1159,42 USD. Los ingresos superiores son explicados parcialmente por el empleo en sectores no agrícolas. y el ingreso promedio mensual para cada familia de Ancash es 245.45 USD (INEI, 2021).

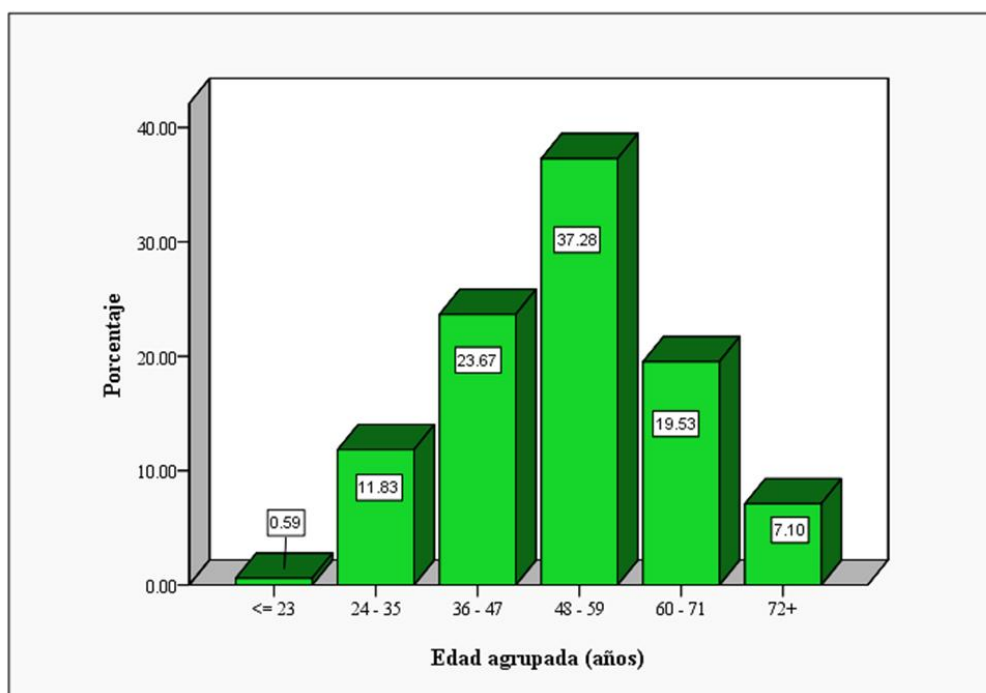


Figura 3. Edad agrupada de los productores de tarwi de los centros poblados de Copa grande y Vicos en el distrito de Carhuaz, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash. Elaboración propia.

La actividad predominante de los productores es la agricultura (66%) y 32% en ganadería (crianzas de animales mayores y menores). Destacan los cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L.), oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), trigo (*Triticum aestivum* L.), maíz (*Zea Mays* L.), arveja (*Pisum sativum* L.), tarwi, frutales nativos, alfalfa (*Medicago sativa* L.) cebolla (*Allium cepa* L.); por consiguiente, se puede definir como zona con aptitud agrícola (Barreto *et al.*, 2015; MINAGRI, 2018b; Escobal y Armas, 2015).

Rendimiento del cultivo de tarwi

El rendimiento promedio del 94.1% de los productores es menor a 1000 kg/ha, solo el 5.9 % logran rendimientos que fluctúan entre 1000 y 1320 kg/ha (Figura 4), indicador que coincide con el rendimiento promedio nacional MINAGRI (2019); sin embargo, cuando se realiza las prácticas culturales como la preparación del suelo, la época de siembra, densidad y profundidad de siembra, abonamiento entre otros en forma oportuna los rendimientos se incrementan entre 2500 a 5000 kg/ha (Huaranga *et al.*, 2019; Mujica y Moscoso, 2018).

En cuanto al destino de su producción, el 48.1% vende en el mercado y el 27.5% es para autoconsumo y el 7.9 % para semilla y el 0.2% intercambia productos mediante el trueque. Con respecto a los precios en chacra, se observa una tendencia creciente (78.70%) en los últimos diez años pasó de 0.21 USD por kg en el año 2007 a 0.97 USD por kg en octubre del año 2018. En esta región hay una creciente preferencia del

consumo del ceviche de chocho (Camarena *et al.*, 2012; Rendón *et al.*, 2019).

Tenencia de tierras y superficie cultivada de tarwi

El 52.1 % de los productores tarwi siembran en superficies que fluctúan entre 0.11 a 0.25 ha; por consiguiente, de acuerdo a la superficie sembrada con el cultivo de tarwi se pueden tipificar como productores de pequeña escala en minifundio o agricultura familiar de subsistencia (Figura 5). En otros estudios realizados en zonas altoandinas del Perú, los productores de granos andinos (quinua, tarwi, haba), la superficie cultivada fluctúa de 0.5 ha, con un promedio de 3.21 ha (Barreto *et al.* 2015; MINAGRI, 2018; y Escobal y Armas, 2015; Pinedo *et al.* (2018).

De acuerdo a la clasificación realizada por Pinedo *et al.* (2018) en la zona altoandina de Ayacucho, el 65.2 % de los productores de quinua son pequeños productores, el 29.3 % minifundistas y un 5.4% medianos productores. No hay existencia de grandes productores, es decir, agricultores con más de 50 ha. Por otro lado, Mejía *et al.* (2021), identificaron productores de minifundio con 0.42 ha de tierras cultivables, donde 0.14 ha es para el cultivo de kiwicha y 0.17 ha para un cultivo secundario; el segundo grupo (pequeños productores) con 0,53 ha de tierras con 0,30 ha de kiwicha y 0.43 ha con un cultivo secundario; mientras que el tercer grupo (medianos productores), con 6.13 ha de tierras, de los cuales 1.87 ha son de kiwicha y 0.63 ha son de cultivos secundarios.

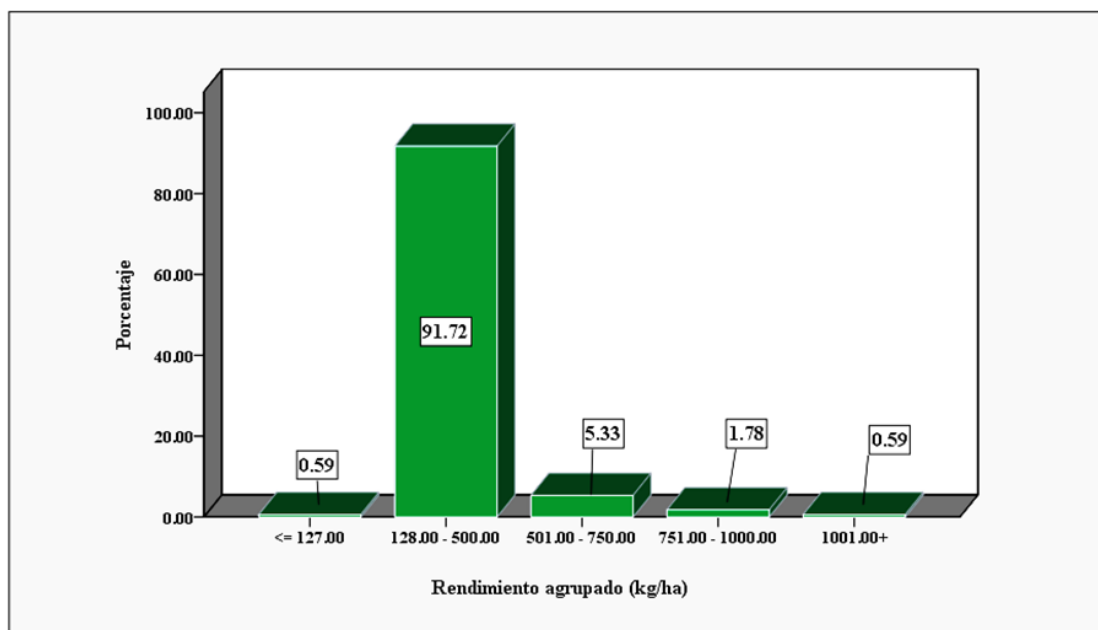


Figura 4. Rangos de rendimiento del cultivo de tarwi. Fuente: Elaboración propia.

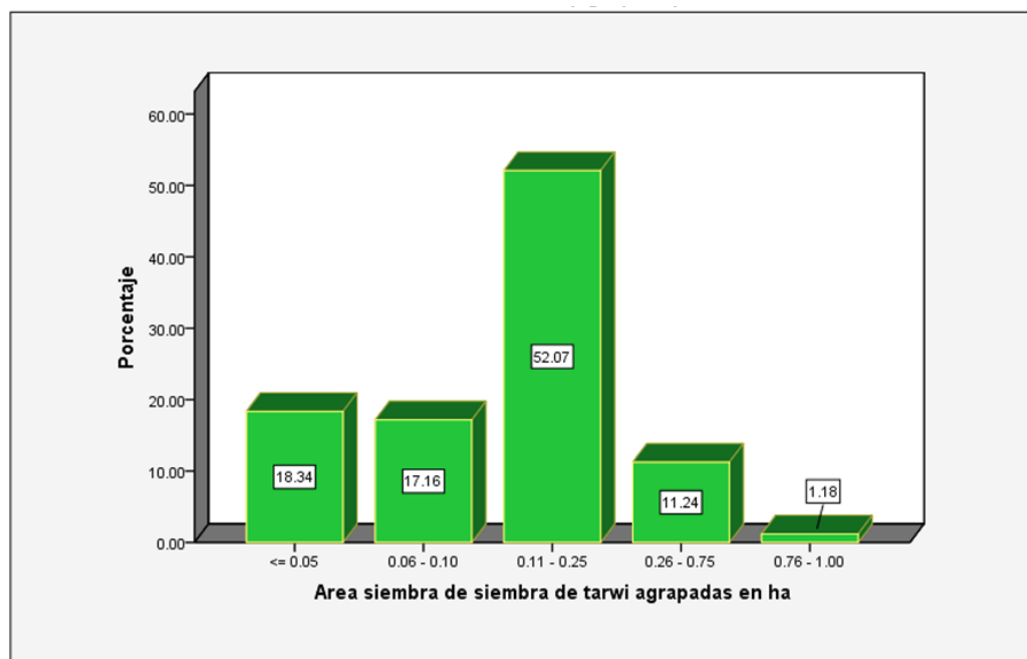


Figura 5. Rangos de superficie cultivada de tarwi de agricultores de las comunidades de Copa grande y Vicos en el distrito de Carhuaz, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash. Elaboración propia.

Tecnologías de producción de tarwi

En el ámbito del estudio solo un 7.7% de los productores realiza labranza completa para la siembra del tarwi, mientras que el 92.3% no realizan labranza y siembran a diferentes distanciamientos (MINAGRI, 2018b; Mujica y Moscos, 2018; Huaranga *et al.*, 2019). Otras formas de siembra del cultivo de tarwi son en *kallpar* de papa (suelo removido por la cosecha de papa), labranza cero en un hoyo hecho con pico o barreta, rayado con yunta y empleando la herramienta ancestral conocida como chaquitacla, arado de pie o tirapié formado por un palo con una punta de hierro o piedra que sirve para allanar y preparar el terreno que se va a cultivar (Tabla 3). En el sistema de labranza cero el tarwi prospera porque es muy rústico y el sistema radicular es pivotante y la planta desarrolla conformando una buena arquitectura (Alva *et al.*, 2013; Huaranga *et al.*, 2019).

Como material genético, el 88% de los productores utilizan la semilla propia y

eventualmente realizan intercambio de semillas con sus vecinos u otros productores de comunidades aledañas; estas prácticas les permiten conservar sus ecotipos y/o variedades locales. Con respecto al manejo de la biodiversidad, el 50% siembran una variedad de tarwi blanco. En el departamento de Ancash, los productores de pequeña escala en el Callejón de Conchucos siembran granos de tarwi de color negro, variegados negros con blanco, marrón y en Cusco y Puno (Alva *et al.*, 2013; Huaranga *et al.* 2017).

Los productores utilizan menos de 12 kilos de semilla, lo cual indica que la siembra se hace a baja densidad. Otros productores utilizan más de 36 kg/ha con variedades de crecimiento menos frondoso, sin embargo, a mayor densidad los agricultores obtienen granos más pequeños con menor peso (Garay, 2015; Huaranga, 2016; Mujica y Moscos, 2018). Según Tapia (2015), sembrar en surcos de 60 cm de ancho puede tener ventajas productivas porque se emplea entre 60 – 80 kg/ha.

Tabla 3. Acondicionamiento del terreno y sistemas de siembra del tarwi en el ámbito de estudio

Modalidad	Labranza cero	Kallpar de papa	Rayado con yunta	Chaquitacla	Labranza completa
Distribución de la semilla	Golpes	Al voleo	Golpes	Golpes	Golpes
Distancia entre línea (m)	1.5 - 2.2	1.5	1.8 - 2.0	1.5	0.8
Distancia entre golpe (m)	1	0.8	0.8	0.8	0.3
Número de semillas/golpe	8 a 9	6	8	6	5
Densidad de plantas/hectárea	40 000	33 333	41 667	33 333	166 000

Sistema de cultivo y tecnología del manejo del cultivo

El sistema de cultivo predominante (72%) es el monocultivo; el 17% es cultivo asociado (13 % con papa y 4 % con trigo); el 1 % es cultivo intercalado y el 10% de los productores cultivan en el borde de las parcelas a modo de protección principalmente de la papa en la parte alta (más de 3050 msnm a 3400 msnm) y como protección a los cultivos de trigo y maíz en la parte más baja hasta 2900 m (Tapia, 2015, Huaranga *et al.*, 2019; FAO, 2018 Gandarillas *et al.*, 2018).

El sistema de producción predominante es la mixta con el 69%, seguido de la convencional (uso de insumos químicos) con 19% y la ecológica con el 12%. La agricultura mixta es el modelo predominante, los productores cultivan la papa, el maíz y el trigo a los cuales realizan la fertilización y aplican productos químicos para el control de plagas; sin embargo, para el cultivo del tarwi no realizan las prácticas de manejo sanitario (Camarena *et al.*, 2012 y Tapia, 2015).

Respecto a lo anterior Pinedo *et al.* (2017), al caracterizar unidades productivas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) determinaron cuatro sistemas de producción: 1) tradicional, propio de los agricultores escasamente vinculados al mercado y con tecnologías ancestrales; 2) sistema orgánico, conformado por productores organizados y fuertemente relacionados al mercado; 3) sistema mixto, productores que emplean insumos orgánicos y prácticas agroecológicas e incluyen el uso de agroquímicos respetando los límites permitidos y 4) sistema convencional, basado en el uso de semilla certificada y agroquímicos sin ninguna regulación.

Los productores emplean la mano de obra familiar en un 86%, mientras que el 14% pueden contratar mano de obra asalariada temporalmente o para actividades agrícolas como siembra, deshierbe y cosecha. De acuerdo a los estudios realizados por Pinedo *et al.* (2017), en los sistemas tradicionales hay mayor participación de los miembros de las familias en las labores agrícolas; mientras que en sistemas de producción orientadas al mercado (orgánico, mixto y convencional), más del 80% son peones contratados.

Respecto a los problemas fitosanitarios, las larvas de *Agrotis ipsilon* afectan la plántula de tarwi en el primer mes del cultivo y el daño por una larva que barrena la raíz que causa la marchitez y muerte de la planta se viene presentando en los últimos cinco años. La susceptibilidad a las enfermedades endémicas como la antracnosis (*Colletotrichum*

gloesporioides), el quemado del tallo (*Ascochyta* sp) y la roya (*Uromyces lupini*) reducen significativamente el rendimiento debido a que en el estudio se encontró que el 75% de los productores no aplican pesticidas para el control de plagas y el 83% de los productores no realizan deshierbes (Alva *et al.*, 2013; Camarena *et al.*, 2012; Huaranga *et al.*, 2019). El tarwi es considerado como una planta relativamente tolerante a enfermedades fungosas y a insectos plaga; sin embargo, bajo condiciones de cultivos intensivos y de mayor superficie, así como excesiva precipitación de lluvias o ausencia prolongada de lluvias se los problemas fitosanitarios pueden ser severos (Garay, 2015; Tapia, 2015).

En el 44% de las UPT se realizan rotación de cultivos cada 2 a 3 años; mientras que el 28% rotan cada año. El 21% cultiva cada año diferentes especies y no somete al descanso las parcelas. Estos resultados indican que los productores del ámbito de estudio rotan sus cultivos en un 96% y utilizan con eficiencia el recurso suelo y mejoran los rendimientos en la agricultura familiar mayormente visible. El tarwi es un cultivo importante para mejorar la fertilidad de los suelos, debido a la simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium* y es capaz de fijar nitrógeno del aire entre 60 a 120 kilos de nitrógeno por año e influenciar las condiciones nutricionales del suelo (MINAGRI, 2018; Camarena *et al.*, 2021; Tapia, 2015).

El principal fundamento para una rotación de cultivos es evitar el cultivo sucesivo de plantas susceptibles a enfermedades y plagas, en especial el de nematodo (*Globodera* spp.) como es el caso del cultivo de papa, principal alimento en la región andina. Sin embargo, se debe considerar factores como la utilidad o valor económico de los cultivos en rotación, como sería el caso del lupino o tarwi (Tapia, 2015). Según Pinedo *et al.* (2017), en los valles interandinos del Perú, la tendencia de la superficie cultivada de quinua es creciente; sin embargo, el cultivo de papa sigue siendo el más importante y determinante en el programa de rotación de cultivos en Chiara.

Respecto a la percepción de los productores sobre los problemas limitantes en el manejo de las UPT, el 85% consideran que las plagas impactan negativamente en el rendimiento; mientras que, el 7 % indican que el daño por las heladas y sequía afectan el llenado del grano y el 7 % problemas de bajo rendimiento por el uso de semillas de ecotipos tardíos. Las malezas no se consideran un problema muy álgido, sin embargo, en zonas de alta precipitación pueden reducir el rendimiento por la mayor capacidad competitiva de las malezas. De acuerdo a los estudios realizados por Tapia (2015), el tarwi se

ha considerado como una planta relativamente tolerante a enfermedades fungosas y a insectos plaga; sin embargo, en condiciones de cultivos intensivos y de mayor superficie, así como ambientales húmedas, se pueden presentar serios problemas fitosanitarios.

Comercialización

El grano de tarwi cosechado, en un 79% se destina para la venta y otra parte para el autoconsumo. El consumo familiar de tarwi es en forma de *cevichocho* (plato típico de Huaráz a base de tarwi cocido, pescado y limón): Los granos de tarwi, previamente son procesados (desamargado), de esta forma es consumida por la familia o parte es comercializada en los mercados locales (Gálvez *et al.*, 2008 y Camarena *et al.*, 2012 y Villacrés y Quelal, 2019). En el mercado de Huaraz el 60% se comercializa hidratado (grano fresco desamargado), 20% en grano seco, 15% en harina y otros 5% (Rendón *et al.*, 2019; Huaranga *et al.*, 2019). Los granos de tarwi se consideran amargos cuando presentan alto contenido de esparteína, lupinina, lupanidina y otros alcaloides (Garay, 2015).

Para el 87% de los productores el costo de producción del tarwi es menor a 237 USD. El rubro de mayor costo son la operación de cosecha (arranque o corte, trilla y selección) y la instalación en la siembra (Camarena *et al.*, 2012 y Tapia, 2015). La presencia de acopiadores y a la condición ambiental favorable (precipitación acumulada) durante la campaña agrícola, influyen en el precio del tarwi que se comercializa en Huaraz y en las ferias en las provincias del Callejón de Huaylas, debido al ingreso de volúmenes de producción de la zona de La Libertad y de las localidades circundantes, Yungay, Carhuaz y Caraz (Rendón *et al.*, 2019; Dirección Regional Agraria, Huaraz, MINAGRI, 2018c).

Grado de satisfacción de los productores

El 89% de los productores muestran satisfacción con sus UPT, lo cual indica que la actividad es una fuente importante para su alimentación y a la vez contribuye en la adquisición de productos básicos para complementar la dieta alimenticia de la familia. En la zona de Vicos y Copa Grande el 82% de los productores tienen parcial conocimiento de la ecología y aplican sus fundamentos y un 13% realizan prácticas conservacionistas, mientras que el 10% manifiestan que algunas prácticas pueden estar afectando al ambiente y su salud personal. En el desempeño de los productores con su comunidad el 78% muestran que hay buena comunicación, aportan en las decisiones y guían a los miembros

para una buena convivencia y se convierten en líderes que promueven las mejoras y/o gestionan y acompañan a sus autoridades para que el alcalde distrital y provincial conozca sus necesidades vinculadas al sector productivo y del Centro Poblado que habitan.

En general, en los valles interandinos del Perú, principalmente los productores familiares de pequeña escala vinculados a sistemas de producción tradicional perciben que sus sistemas de producción son parte fundamental de su seguridad alimentaria porque les proveen granos andinos como el tarwi, la quinua o la kiwicha naturalmente, con escasa dependencia de tecnologías e insumos externos; en cambio, los medianos y grandes productores vinculados al mercado están satisfechos porque les generan altos niveles de ingresos económicos (Pinedo *et al.*, 2017; Pinedo *et al.*, 2018; Mejía-Valvas *et al.*, 2021).

CONCLUSIONES

Las UPT son de agricultura familiar; la familia participa en la conducción de las parcelas y en la generación de ingresos económicos tanto por el cultivo principal, así como de otras fuentes complementarias.

Los productores de tarwi se pueden considerar de pequeña escala (0.11 ha a 0.25 ha); su producción está orientado a la seguridad alimentaria y es considerado una reserva estratégica para satisfacer las demandas de proteínas en la alimentación de las familias rurales y algunos excedentes se destinan para el mercado.

Los sistemas de producción son mayoritariamente tradicionales con escasa dependencia de insumos externos como los plaguicidas químicos y como parte de su cultura y lógica de producción los agricultores conocen las ventajas de producir tarwi en sus prácticas de rotación y conservación de los suelos.

En el aspecto tecnológico y su repercusión en la conservación del suelo, el tarwi es un cultivo tradicionalmente empleado para recuperar la fertilidad de los suelos por los aportes de N. Por otro lado, la alta densidad de siembra por la competencia genera mayor cantidad de granos de menor tamaño y peso incidiendo en la calidad comercial; sin embargo, por la mayor cobertura vegetal la actividad biológica del suelo se ve favorecida.

El Tarwi no está considerado en el Plan Nacional de Cultivos; en las políticas públicas del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), no es prioritario; por consiguiente, no existen programas de producción de semillas y

financiamiento para escalar en la producción, lo que conlleva a la pérdida gradual de la riqueza genética, tecnologías y conocimientos ancestrales de producción y desplazamiento con otros cultivos de mayor rédito económico.

Acknowledgements

The authors are grateful to anonymous peer reviewers who contributed their comments and suggestions to change and improve the structure and content of the final manuscript.

Funding. Research costs were funded by the authors.

Conflict of interest. The authors declare not having no conflict of interest in the execution of the present research work.

Compliance with ethical standards. The authors declare that does not apply ethical standards due to the type of experiment carried out

Data availability. The data is available with the author for correspondence (ahuaranga@lamolina.edu.pe).

Author contribution statement (CRediT). A.

Huaranga-Joaquín: Investigation, Writing – original draft. **S. García-Bendezú:** Conceptualization, Formal analysis, Methodology. **R. Pinedo-Taco:** Conceptualization, Formal analysis, Funding acquisition, Investigation, Methodology, Resources, Supervision, Writing –original draft, Writing-review & editing. **F. Camarena-Mayta:** Conceptualization, Methodology, Writing-review & editing.

REFERENCIAS

Alva, J., Chicata, A., Delfín, Y., Müller, N. and Rojas, Y., 2013. Planeamiento Estratégico del Tarwi. Tesis: Magister en Administración Estratégica de Empresas. Graduate Business School. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. 271 p. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12084>

Álvarez, S., Paas, W., Descheemaeker, K., Tittonell, P. and Groot, J.C.J., 2014. Construcción de tipologías, una forma de manejar la diversidad de las fincas: directrices generales para Humidtropics. Informe para el Programa de Investigación de CGIAR sobre Sistemas de los Trópicos Húmedos. Grupo de Ciencias de las Plantas, Universidad de Wageningen.

Disponible en: <https://edepot.wur.nl/375028>.

- Aquino, V.C., Camarena, F., Julca, A. and Jiménez, J.E., 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>.
- Barreto, J.F., 2017. *Caracterización y sostenibilidad de los sistemas agropecuarios tradicionales de Carhuaz, Ancash, Perú*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Repositorio UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2907>. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2907>.
- Barreto, R.J., Canto, S. M., Julca, O.A. and Camarena, M.F., 2015. Caracterización técnica y ambiental de la producción agropecuaria tradicional de Carhuaz, Ancash, Perú. *Aporte Santiaguino*. 8 (1), pp. 13-24. <http://doi.org/10.32911/as.2015.v8.n1.239>
- Borja, M.; Reyes, L.; García, J.A.; Almeraya, S.X., 2016. Tipología de productores de uva (*Vitis vinífera* L.) en Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7 (2), pp. 249-261. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000200249.
- Bravo, R., Valdivia, R., Andrade, K., Padulosi, S. and Jäger, M., 2010. *Granos Andinos. Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañihua y Kiwicha en Perú*. Bioersity International. Roma, Italia. 135p. <https://alliancebioersityciat.org/publications-data/granos-andinos-avances-logros-y-experiencias-desarrolladas-en-quinua-canahua-y>.
- Camarena, M.F., Huaranga, J.A., Jiménez, D.J. and Mostacero, N.E., 2012. Revaloración de un cultivo subutilizado: Chocho o Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Segunda Edición. Universidad Nacional Agraria la Molina- Ediciones AGRUM. Consejo

- Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. 221 p.
- CAN, 2011. *Agricultura Familiar Agroecológica Campesina en la Comunidad Andina. Una opción para mejorar la seguridad alimentaria y conservar la biodiversidad*. Comunidad Andina de Naciones - Secretaría General. 71 p. http://www.comunidadandina.org/Stati cFiles/2011610181827revista_agroecol ogia.pdf
- Carrasco, C.R., Figueredo, C.R., Curbelo, R.L. and Masaquiza, M.D., 2017. Caracterización de fincas ganaderas para el trabajo de extensión rural en Ecuador. I. Determinación de las principales heterogeneidades. *Revista de Producción Animal*, 29(2), pp. 1-5.
- Carvajal-Larenas, F.E., Linnemann, A.R., Nout, M.J., Koziol, M. and van Boekel, M.A., 2016. *Lupinus mutabilis*: Composition, Uses, Toxicology and Debittering. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(9), pp. 1454-1487. <http://doi.org/10.1080/10408398.2013.772089>.
- Coronel de Renolfi, M. and Ortuño, S., 2005. Tipificación de los sistemas productivos agropecuarios en el área de riego de Santiago del Estero, Argentina. Problemas del Desarrollo. *Revista Latinoamericano de Economía*, 36(140), pp. 63-88.
- Cortez-Avendaño, P. Tarvainen, M., Jukka-Pekka, S., Glorio-Paulet, P., Yang, B. and Repo-Carrasco-Valencia, R., 2020. Profile and content of residual alkaloids in ten ecotypes of *Lupinus mutabilis* Sweet after aqueous debittering process. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75, pp. 184-191. <http://doi.org/10.1007/s11130-020-00799-y>.
- Criollo, E.H., Lagos, B.T., Bacca, I.T. and Muñoz, B.J., 2016. Caracterización de los sistemas productivos de café en Nariño, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(1), pp. 105-113. <http://doi.org/10.31910/rudca.v19.n1.2016.260>.
- Escobal, J. and Armas, C., 2015. El uso de encuestas y censos agropecuarios para desarrollar una tipología de la pequeña y mediana agricultura familiar en el Perú. In: J. Escobal., R. Fort, and E. Zegarra, E. eds. *Agricultura peruana: nuevas miradas desde el Censo Agropecuario* (pp.15-86). Grupo de análisis para el desarrollo (GRADE).
- Escobar, E. and Berdegú, J., 1990. Conceptos y metodologías para tipificación de sistemas de finca: La experiencia de RIMISP (Red Internacional de Metodologías de Investigación de Sistemas de Producción). In: E. Escobar., J. Berdegú, eds. *Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola*. Rimisp- Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. Santiago de Chile, pp. 13-43.
- FAO, 2018. *Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones*. Food Agricultural Organization. Ciudad de Panamá. 292 p. <https://www.fao.org/3/ca2597es/CA2597ES.pdf>.
- Galvez, R.L., Genovesse, M.I and Maria, L.F., 2008. Isoflavones and antioxidant capacity of Peruvian and Brazilian lupin cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*. *J. Med Food*, 12, pp. 704-713. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2008.06.011>
- Garay, O.B., 2015. *El Tarwi, alternativa para la lucha contra la desnutrición infantil*. Instituto Nacional de Innovación Agraria, Huancayo, Perú. 61 p. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/731>.
- Huaranga, A. 2016. *Caracterización fenotípica preliminar de 14 ecotipos de tarwi provenientes de Puno, Cusco y La Libertad y evaluación preliminar de la capacidad simbiótica de cepas nativas de los ecotipos de tarwi*. FAO, Simposio Regional del Chocho *Lupinus mutabilis*. Quito-Ecuador, 29 de noviembre al 1 de diciembre. <https://docplayer.es/93050194-Amelia-wite-huaranga-joaquin-universidad-nacional-agraria-la-molina.html>.
- Huaranga, A. De La Cruz, N., Camarena, F., Caycho, P., Mostacero, E. and Patricio, M., 2019. Evaluación fenotípica y prueba preliminar de rendimiento de los ecotipos de tarwi *Lupinus mutabilis* Sweet cultivados en Carhuaz, Ancash. Universidad Nacional Agraria La Molina. Conferencia Internacional de Lupino. Cochabamba-Bolivia.

- https://www.proinpa.org/ILC_2019/es/presentaciones-oraales-xv-ilc-2019/
- Huaringa, A., Chico, W., Villanueva, C., Caycho, N. and Chura, J., 2017. Interacción genotipo x ambiente en *L. Lupinus* sp.: Respuesta de ecotipos de tarwi y variedades en Junín y Ancash. VI Congreso Internacional de Quinua y otros granos andinos. <http://170.210.241.134/assets/libro-quinua-2017-puno--web.pdf>.
- INEI, 2013. *Resultados definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 62 p. Disponible en: <https://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>
- INEI, 2014. Ancash: Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2013. Instituto Nacional de Estadística e Informática. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1213/PDF/libro.pdf
- INEI, 2018. *Resultados definitivos de los Censos Nacionales 2017. II de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Instituto Nacional de Estadística e Informática Ancash 02, Tomo 8. 965 p. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1552/
- IBPGR, 1981. Descriptores de Lupinos. International Board for Plant Genetic Resources. Roma, Italia.
- Lores, A., Leyva, A., Varela, M. 2008. Los Dominios de Recomendaciones: Establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas, *Cultivos Tropicales*, 29(3), pp. 5-10.
- López-Roldán, P.; Fachelli, S. (2017). *El diseño de la muestra*. En López-Roldán, P.; Fachelli, S. Metodología de la Investigación Social Cuantitativa. Bellaterra. Universidad Autónoma de Barcelona. Capítulo II.4. <https://ddd.uab.cat/record/185163>
- 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. 220 p. Disponible en: <https://cies.org.pe/publicaciones/la-pequena-agricultura-familiar-en-el-peru-una-tipologia-microrregionalizada/>.
- Mejía-Valvas, R.L., Gómez-Pando, L. and Pinedo-Taco, R., 2021. Caracterización de las unidades productivas del cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en las provincias de Yungay, Huaylas y Carhuaz, en el departamento de Áncash, Perú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(1), e1440. http://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num1_art:1440
- MINAGRI, 2017. Anuario estadístico de producción agrícola y ganadera 2016. Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. Sistema Integrado de Estadística Agraria. Perú. 155p. Disponible en: https://siea.midagri.gob.pe/portal/phoca/download/datos_estadisticas/anuarios/agricola/agricola_2016.pdf
- MINAGRI, (Ministerio de Agricultura y Riego). 2018a. Sistema de información estadística agraria. Disponible en: https://siea.midagri.gob.pe/portal/phoca/download/datos_y_estadisticas/anuario/agricola/agricola_2018.pdf
- MINAGRI, 2018b. Manejo agronómico. Prácticas de conservación de suelo, producción, comercialización y perspectivas de granos andinos. Ministerio de Agricultura y Riego. 86 p. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1338558/Manejo%20Agronomico%20de%20Granos%20Andinos.pdf>
- Mujica, A. and Moscoso, G., 2018. La planta del tarwi. En Zavaleta (Ed): *Lupinus mutabilis* (tarwi). Leguminosa andina con gran potencial industrial, pp. 11-40. <https://fondoeditorial.unmsm.edu.pe/index.php/fondoeditorial/catalog/book/216>
- Pinedo R., Gómez, L. and Julca, 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>

- 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. <http://doi.org/10.32911/as.2017.v10.n2.176>
- Pinedo-Taco, R., Gómez-Pando, L. and Julca-Otiniano, A., 2021. Tipología de productores de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en agroecosistemas de valles interandinos de Perú. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24 (2021), #110. <http://doi.org/10.56369/tsaes.3658>
- Quintana, J.C., 2021. Muestras y estimación de parámetros en poblaciones escasas u ocultas. In: Caraballo, J.N., Quintana, J.C. eds. *Lecturas sobre métodos estadísticos en la investigación* (pp.67-85). 143 p.
- Rendon, S.E., Camarena, M.F., Mostacero, N.E. and Huaranga, J.A., 2019. *Lupinus mutabilis* Sweet (Tarwi) consumption in the Peruvian market: Challenges and threats In: XV International Lupin Conference, Cochabamba, Bolivia, 17 to 20 of march.
- Sarandón, S.J., 2002. *El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas*. In S. J. Sarandón ed. *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable* (pp. 393-414). Ediciones Científicas Americanas.
- Tapia, M. and Fries, A., 2007. *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO y ANPE. Lima. 222 pp. <https://runamaqui.fr/wp-content/uploads/2020/07/FAO-Los-cultivos-andinos-documento-completo.pdf>
- Tapia, M.E., 2015. *El tarwi, lupino andino Tarwi, Tauri o Chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Fondo Ítalo Peruano (FIP). 102 P. <http://fadvamerica.org/wp-content/uploads/2017/04/TARWI-espanol.pdf>
- Velázquez, J. A. and Perezgrovas, R., 2017. Caracterización de sistemas productivos de ganado bovino en la región indígena XIV Tulijá-Tseltal-Chol, Chiapas, México. *Agrociencia*, 51(3), pp. 285-297. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n3/1405-3195-agro-51-03-00285-en.pdf>