

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

**DOCTORADO EN ECONOMÍA DE LOS RECURSOS
NATURALES Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE**



**“EFICIENCIA TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE
QUINUA CONSIDERANDO LA AGROBIODIVERSIDAD DE LA
REGIÓN PUNO”**

Presentada por:

YIEM AURORA ATAUCUSI ATAUCUSI

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN ECONOMÍA DE LOS RECURSOS
NATURALES Y DEL DESARROLLO SUSTENTABLE**

Lima – Perú

2023

TESIS_YIEM ATAUCUSI

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

< 1%

★ pgc-snia.inia.gob.pe:8080

Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN ECONOMÍA DE LOS RECURSOS
NATURALES Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE**

**“EFICIENCIA TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA
PRODUCCIÓN DE QUINUA CONSIDERANDO LA
AGROBIODIVERSIDAD DE LA REGIÓN PUNO”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR

DOCTORIS PHILOSOPHIAE

Presentada por:

YIEM AURORA ATAUCUSI ATAUCUSI

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

**Dr. Luis Alberto Jiménez Díaz
PRESIDENTE**

**Dr. Waldemar Mercado Curi
ASESOR**

**Dr. Roberto Daniel Ponce Oliva
MIEMBRO**

**Dra. Luz Gómez Pando
MIEMBRO**

**Dra. Laura Silvia Alvarado Barbarán
MIEMBRO EXTERNO**

*A mis padres y hermanos(a) como
promesa a su apoyo y comprensión
por mi ausencia.*

*A Renzo por darme la fortaleza y su
compañía para culminar la tesis.*

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Waldemar F. Mercado Curi, Coordinador del Doctorado en Economía de los Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible, por el tiempo brindado como asesor de la presente investigación, por sus consejos técnicos y palabras durante el proceso de la tesis.

A la Dr. Luz Gómez y el Dr. Roberto Ponce, por su participación como miembros del comité aportando con sus conocimientos y experiencias.

Al Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT) del Estado peruano por brindarme la oportunidad de realizar el Doctorado en una de las mejores universidades del Perú.

A los profesores de Postgrado de la Universidad Nacional Agraria La Molina por insertarme al maravilloso mundo de la investigación y conocimiento.

A las agencias agrarias en el Departamento de Puno, en especial las provincias de Azángaro, Chucuito, El Collao, Huancané, Lampa, Melgar, Puno y San Román por su apoyo durante las actividades de la investigación.

Al personal administrativo de la escuela de posgrado (EPG), que fue fundamental con el seguimiento de los distintos procesos para la feliz culminación y logro del título. Y a todos aquellos que me apoyaron de una u otra forma.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de la investigación	2
1.2. Objetivos de la investigación	20
1.3. Formulación de hipótesis	20
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	22
2.1. Eficiencia en la producción en zonas de agrobiodiversidad	22
2.2. Eficiencia económica en una función de producción	27
2.3. Eficiencia técnica en una función de producción	31
2.4. La economía familiar campesina	34
III. MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1. Método de la investigación	42
3.2. Diseño de investigación	42
3.3. Población, tamaño de muestra y muestreo.....	47
3.4. Fuentes de información.....	52
3.5. Limitaciones de la investigación.....	55
3.6. Características de la población de estudio	55
3.7. Agricultura familiar	68
3.8. Transición de la producción de quinua 2010 al 2017	69
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	101
4.1. Contrastación de la hipótesis	101
4.2. Eficiencia técnica en la producción de quinua considerando la agrobiodiversidad	107
4.3. Discusión	123
4.4. Aspectos de política pública a partir de la investigación	130
V. CONCLUSIONES	136
VI. RECOMENDACIONES	138
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140

VIII.	ANEXOS	151
-------	--------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Lista de especies nativas amenazadas, según familia, nombre científico y justificación	5
Tabla 2: Departamento de Puno, ecorregión, ecosistemas, según área, porcentaje y estado de conservación	7
Tabla 3: Departamento de Puno, prácticas de la gestión tradicional de la fauna y flora silvestre	12
Tabla 4: Agricultura familiar de subsistencia crítica y agricultura de subsistencia	37
Tabla 5: Agricultura familiar intermedia con menor potencial y con mayor potencial	37
Tabla 6: Perú: Número de agricultores de quinua por provincia en Puno, 2012.....	47
Tabla 7: Provincias de Puno, número de encuestas a agricultores de quinua	49
Tabla 8. Departamento de Puno criterios de muestreo para el análisis de suelo	50
Tabla 9. Distribución de distritos y provincias para el análisis de suelos	51
Tabla 10: Parámetros de interpretación de análisis de suelos	51
Tabla 11: Departamento de Puno, variables para la caracterización de agricultores de quinua, según CENAGRO 2012	52
Tabla 12: Departamento de Puno, número de encuestas, según distrito, 2017	54
Tabla 13: Sistema de producción, según regadío o secano	57
Tabla 14: Provincias y distritos de las áreas objeto de estudio y las zonas agroecológicas a las que pertenecen.....	57
Tabla 15: Departamento de Puno, características de las zonas agroecológicas en el Altiplano, según altitud, precipitación, heladas y temperatura.....	60
Tabla 16: Ocho provincias de Puno, sistemas de producción aimara y quechua, según distrito	63

Tabla 17: Variedades de quinua, adaptación y usos, según comunidades campesinas de la cuenca del Titicaca	64
Tabla 18: Ventajas y desventajas del análisis.....	68
Tabla 19: Principales mercados de la quinua	71
Tabla 20: Perú, producción de la quinua en las principales zonas, 2015-2020, en toneladas	73
Tabla 21: Ocho provincias de Puno, precio venta de quinua en soles por kilogramo, según encuestados.....	79
Tabla 22: Variedades de quinua comerciales y nativas del Altiplano.....	80
Tabla 23: Resultados de la estimación de la Función Frontera Estocástica para la función de producción de la quinua.....	102
Tabla 24: Niveles de eficiencia técnica	103
Tabla 25: Resultados de la estimación de la Función Frontera Estocástica para una función de costos	105
Tabla 26: Promedio de eficiencia económica.....	106
Tabla 27: Resultados de la estimación de la Función Frontera Estocástica para la función de producción de la quinua de la zona aimara.....	109
Tabla 28: Eficiencia promedio de los productores de la zona aimara	110
Tabla 29: Resultados de la estimación de la Función Frontera Estocástica para la función de producción de la quinua de la zona aimara de la zona quechua	111
Tabla 30: Eficiencia promedio de los productores de la zona quechua.....	113
Tabla 31: Resultados de la estimados de la Función de Fronteras Estocástica para una función de producción de la quinua en la zona agroecológica Circunlacustre.....	115
Tabla 32: Niveles de eficiencia técnica en la zona agroecológica Circunlacustre.....	116

Tabla 33: Resultados de la estimados de la Función de Fronteras Estocástica para una función de producción de la quinua en la zona agroecológica Suni.....	117
Tabla 34: Niveles de eficiencia técnica en la zona agroecológica de Suni	118
Tabla 35: Resultados de la estimados de la Función de Fronteras Estocástica para una función de producción de la quina en la zona agroecológica Puna	118
Tabla 36: Niveles de eficiencia técnica en la zona agroecológica de Puna.....	119
Tabla 37: Resultados del análisis de suelos en los productores de quinua en cuatro provincias de Puno	121
Tabla 38: Sección y variables de la encuesta aplicada en el 2017	151

ÍNDICE DE FÍGURAS

Figura 1: Departamento de Puno, superficie de tierras de cultivo afectada o destruida por ocurrencia de desastre de eventos climáticos extremos, 1994-2013	3
Figura 2: Análisis bibliométrico y de redes sobre eficiencia en pequeños agricultores.....	22
Figura 3: Representación de la eficiencia económica	29
Figura 4. Mapa político del Departamento de Puno, según división política.....	56
Figura 5: Ubicación de las provincias y distritos objetivo del estudio en Puno-Perú	58
Figura 6: Zonas agroecológicas de Puno, según altitud	61
Figura 7: Perú, ubicación de los pueblos quechuas	62
Figura 8: Perú, ubicación de los pueblos aimara	62
Figura 9: Mapa de ecorregiones en el Departamento de Puno	66
Figura 10: Mundo, países seleccionados: producción de quinua periodo 1961 al 2019 (en toneladas).....	70
Figura 11. Exportaciones de quinua al mundo y principales países periodo 2016-2020	72
Figura 12: Ocho provincias de Puno, producción de la quinua, periodo 2017.....	74
Figura 13: Departamento de Puno, calendario de siembras y cosechas, en porcentajes, periodo 2015-2020.....	74
Figura 14: Provincias de Puno, extensión cultivada de los productores de quinua, en porcentaje y hectáreas, 2012.....	75
Figura 15: Ocho provincias de Puno, extensión cultivada de los productores de quinua, en porcentaje y hectáreas, 2017.....	76
Figura 16: Departamento de Puno, rendimiento de quinua en kilogramos por hectárea, periodo 1960 al 2017	77

Figura 17: Ocho provincias de Puno, rendimientos de quinua en kilogramo por hectárea, encuestada - 2017.	77
Figura 18: Departamento de Puno, precio en chacra de quinua en soles por kilogramo, periodo 1991 al 2017	78
Figura 19: Ocho provincias de Puno, variedades de quinua, según unidad agrícola, en porcentaje, 2017.....	81
Figura 20: Ocho provincias de Puno, sistema de riego y secano de las unidades agrícolas de quinua, en porcentaje, 2017	82
Figura 21: Provincias de Puno, acceso al financiamiento de los productores de quinua, durante los últimos 12 meses, en porcentaje, 2012	83
Figura 22: Ocho provincias de Puno, acceso al financiamiento de los productores de quinua, durante los últimos 12 meses, en porcentaje, 2017	84
Figura 23: Provincias de Puno, tipo de asociatividad de los productores de quinua, en porcentajes, 2012.....	85
Figura 24: Ocho provincias de Puno, tipo de asociatividad de los productores de quinua, en porcentajes, 2017	86
Figura 25: Provincias de Puno, uso de tractores de los productores de quinua, en porcentajes, 2007	87
Figura 26: Ocho provincias de Puno, uso de tractores de los productores de quinua, en porcentajes, 2012.....	87
Figura 27: Provincias de Puno, uso de fertilizante químicos o abonos orgánicos de los productores de quinua, en porcentajes, 2012.....	88
Figura 28: Ocho provincias de Puno, uso de fertilizante químicos o abonos orgánicos de los productores de quinua, en porcentajes, 2017.....	89
Figura 29: Provincias de Puno, destinos de residuos sólidos de los productores de quinua, en porcentajes, 2012	90

Figura 30: Ocho provincias de Puno, destinos de residuos sólidos de los productores de quinua, en porcentajes, 2017	92
Figura 31: Provincias de Puno, actividad agropecuaria que genera suficientes ingresos para alimentación de los productores de quinua, en porcentajes, 2012.....	93
Figura 32: Ocho provincias de Puno, actividad agropecuaria que genera suficientes ingresos para alimentación de los productores de quinua, en porcentajes, 2017.....	94
Figura 33: Provincias de Puno, nivel educativo de los productores de quinua, en porcentajes, 2012	95
Figura 34: Ocho provincias de Puno, nivel educativo de los productores de quinua, en porcentajes, 2012	96
Figura 35: Provincias de Puno, según idioma nativo de los productores de quinua, en porcentajes, 2012	97
Figura 36: Ocho provincias de Puno, según idioma nativo de los productores de quinua, en porcentajes, 2017	97
Figura 37: Departamento de Puno, evolución de la incidencia de la pobreza monetaria total (eje izquierdo) y de la variación anual del ingreso y gasto real per cápita, y el costo de la canasta básica de consumo nacional (eje derecho).....	98
Figura 38: Departamento de Puno, necesidades básicas insatisfechas, pobreza e inseguridad alimentaria	99
Figura 39: Relación entre la incidencia de pobreza monetaria total y la tasa de desnutrición crónica, 2018	100
Figura 40: Departamento de Puno, representación de los niveles de eficiencia técnica (en índice)	104
Figura 41: Niveles de eficiencia económica (en índice).....	106
Figura 42: Áreas de estudio según prácticas culturales	108
Figura 43: Niveles de eficiencia técnica en la zona aimara (en índice)	111

Figura 44: Niveles de eficiencia técnica en la zona quechua, en índice.....	113
Figura 45: Análisis comparativo de eficiencia técnica de la producción de quinua según prácticas culturales.	114
Figura 46: Análisis comparativo de eficiencia técnica de la producción de quinua según zonas agroecológicas, en índice.....	120

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Variables de la encuesta.....	151
Anexo 2: Matriz de sistematización de la muestra.....	152

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AFS	: Agricultura familiar de subsistencia
AFI	: Agricultura familiar intermedia
AFC	: Agricultura familiar consolidada
CENAGRO	: Censo Nacional Agropecuario
EAS	: Eficiencia de asignación
EE	: Eficiencia económica
ET	: Eficiencia técnica
EE. UU.	: Estados Unidos
FEP	: Frontera Estocástica de Producción
DEA	: Análisis envolvente de datos
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
ha	: Hectárea
hag	: Hectáreas globales
IDH	: Índice de Desarrollo Humano
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática
INIA	: Instituto Nacional Investigación Agraria
IPE	: Instituto Peruana de Economía
kg	: Kilogramo
km	: Kilómetros
m	: Metros
MINAGRI	: Ministerio de Agricultura y Riego
mm	: Milímetros
m s. n. m.	: Metros sobre el nivel del mar
MCO	: Mínimos cuadros ordinarios
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SIICEX	: Sistema Integral de Información de Comercio Exterior
t	: Tonelada
UA	: Unidades agropecuarias
UAPN	: Unidades agropecuarias de las personas naturales
UNALM	: Universidad Nacional Agraria la Molina

RESUMEN

La investigación tiene el objetivo de analizar los niveles de eficiencia técnica y económica de un cultivo emblemático como la quinua, en un lugar que resguarda sistemas de agrobiodiversidad como Puno, con la finalidad de evaluar el valor de la agrobiodiversidad y su contribución a la gestión sostenible. Se aplicaron 461 encuestas en ocho provincias de Puno y dos grupos focales. La eficiencia se calcula mediante el análisis de Frontera Estocástica de Producción. Se analizó la eficiencia según prácticas culturales y zonas agroecológicas. Como resultado, en promedio, el nivel de eficiencia técnica del productor de quinua es de 0,76. En sistemas de producción que conservan prácticas de agrobiodiversidad, la eficiencia técnica es significativamente más precisas que, la eficiencia económica. Además, se identificó que la significancia de la eficiencia depende de variables como la extensión del área cultivada y el uso de fertilizantes durante la producción de quinua. Adicionalmente, se identificó que la ubicación según pisos agroecológicos influye en la eficiencia, debido a mejores índices de producción en la zona lacustre en comparación a la periferia. Se concluye que los productores con agrobiodiversidad no buscan maximizar sus beneficios, más por el contrario consumir su producción empleando los recursos disponibles, estos difieren analíticamente de otros grupos sociales o empresas agrícolas. Analizar el nivel de eficiencia técnica y económica de la producción de quinua de la región Puno con la finalidad de evaluar el valor de la agrobiodiversidad y su contribución a la gestión sostenible.

Palabras claves: Eficiencia técnica, eficiencia económica, producción de quinua, agrobiodiversidad

ABSTRACT

The research aims to analyze the levels of technical and economic efficiency of an emblematic crop such as quinoa, in a place that protects agrobiodiversity systems such as Puno, in order to evaluate the value of agrobiodiversity and its contribution to sustainable management. 461 surveys were applied in eight provinces of Puno and two focus groups. Efficiency is calculated using the Stochastic Production Frontier analysis. Efficiency was analyzed according to cultural practices and agro-ecological zones. As a result, on average, the level of technical efficiency of the quinoa producer is 0,76. Likewise, in production systems that preserve agrobiodiversity practices, technical efficiency is significantly more precise than economic efficiency. In addition, it has been identified that the significance of the efficiency depends on variables such as the extension of the cultivated area and the use of fertilizers during quinoa production. Additionally, it has been identified that the location according to agroecological floors influences efficiency, due to better production indices in the lake area compared to the periphery. It is concluded that producers with agrobiodiversity do not seek to maximize their benefits, but on the contrary to consume their production using available resources, these differ analytically from other social groups or agricultural companies.

Keywords: Technical efficiency, economic efficiency, quinoa production, agrobiodiversity

I. INTRODUCCIÓN

En 2019, Perú obtuvo una puntuación medio-altos entre tres pilares del índice de agrobiodiversidad¹. Los factores que contribuyen a este resultado son: el nivel de recursos genético, la agrobiodiversidad en los mercados y el consumo de alimentos saludables, pero en el componente de sistemas de producción aún están subutilizados en todo su potencial (Bioversity International 2019).

En particular, los sistemas de producción con agrobiodiversidad se enfrentan a factores que afectan su eficiencia. Se trata de un desafío poco investigado por las ciencias económicas. Sin embargo, tiene significativa importancia en la toma de decisiones de naturaleza técnica y económica para contribuir a reducir los daños causados por los cambios climáticos extremos, las necesidades de alimentación de las futuras generaciones, la economía familiar y la preservación cultural en el largo plazo.

En ese sentido, la presente investigación está orientada a explorar los niveles de eficiencia técnica (ET) y económica (EE) de un cultivo emblemático como la quinua, en un lugar que resguarda sistemas de agrobiodiversidad como Puno, con la finalidad de evaluar el desempeño económico y productivo en sistemas agrobiodiversos y plantear estrategias para la producción eficiente en armonía con la agrobiodiversidad.

El Departamento de Puno reúne condiciones extremas para un análisis riguroso, replicable y adaptable para condiciones normales y en productos diferentes a la quinua. En ese sentido, este departamento enfrenta eventos climáticos extremos como las sequías prolongadas, producción en condiciones desfavorables (altitudes elevadas), la degradación de la agrobiodiversidad por el cambio de uso de suelo y condiciones de vida vulnerables como la desnutrición y la pobreza.

En ese sentido, este escenario es propicio para anticipar medidas y contribuir a reducir

¹ El índice de agrobiodiversidad examina el estado, acciones y compromisos respecto al tema de agrobiodiversidad en varios países.

pérdidas que se desencadenarán en el futuro, ya que, se estiman factores que agudizarán las condiciones de producción como los efectos del cambio climático y el incremento de población (CEPLAN 2016); por ello, es pertinente analizar tal severidad.

El marco teórico que respalda la investigación son las ciencias económicas que abordan la eficiencia desde la microeconomía con la función de producción (ET y EAS) a partir de la relación entre producto e insumo, cuyo propósito es la maximización de beneficios (ingresos). Sin embargo, Jarvis *et al.* (2011) destacan la falta de análisis en los patrones de diversidad en sistemas agrícolas tradicionales. Su implementación mejoraría el monitoreo en los procesos de producción procurando operar en la frontera de producción de los agricultores considerando minimizar los daños ambientales y preservar los factores culturales.

El enfoque de la investigación es cuantitativo, de corte transversal (campana agraria 2016-2017), con tipo de investigación aplicado, descriptivo, de causa-efecto y exploratorio. La ET y la EE se calcula mediante el análisis de Frontera Estocástica de Producción (FEP), modelo planteado por Battese y Coelli (1995) para ello, se utiliza el *software Stata*.

La elección de los indicadores de eficiencia económica y técnica es a través del modelamiento de la función de producción que considera: la producción de quinua, la extensión de áreas cultivadas, semilla, fertilizante, asistencia técnica, crédito, sistemas agrobiodiversos (zonas agroecológicas, prácticas culturales, ecorregiones y según agricultura familiar), los cuales se sometieron a las pruebas siguientes: el análisis de normalidad y otras pruebas estadísticas para dar el rigor científico a las conclusiones. Para ello, se aplicaron 461 encuestas y dos grupos focales en las zonas aimara y quechua; y en las zonas de agroecológicas en el Departamento de Puno.

Para tal efecto, el trabajo de investigación, se estructura en siete capítulos y dos anexos: introducción que plantea el problema de la investigación; la revisión de la literatura; los materiales y métodos; el ámbito de investigación; la discusión y resultados de la investigación y, por último, las conclusiones y las recomendaciones. Los anexos adjuntan las variables de la encuesta y los datos analizados.

1.1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

El problema de la investigación se describe en cinco ámbitos y son: temas ambientales

como la incidencia de eventos climáticos extremos y la constante pérdida de la agrobiodiversidad; sociales como las condiciones de vida inadecuada y la baja conciencia pública acerca de la relevancia de la conservación de la agrobiodiversidad.; y en el tema económico la prevalencia del cultivo ineficientes de quinua.

Luego de explicar estos cinco problemas se procede a plantear la pregunta de investigación, problema central, seguida de interrogantes específicas; además, se justifica las razones de la investigación para destacar la relevancia y pertinencia; por último, se formula los objetivos e hipótesis, las cuales guiarán la investigación.

1.1.1. Ocurrencia de eventos climáticos extremos

Entre 2000 y 2010 la vertiente del Titicaca reportó 25 eventos de sequías. Se intensificó con el Fenómeno El Niño; es así que en los años 1983 y 1997-1998 se informan pérdidas de hectáreas cultivadas llegando a valores máximos en el año 2011 con 55 798 ha afectadas (SENAMHI 2015; SENAMHI 2016; Revista Agraria 2001) (Figura 1).

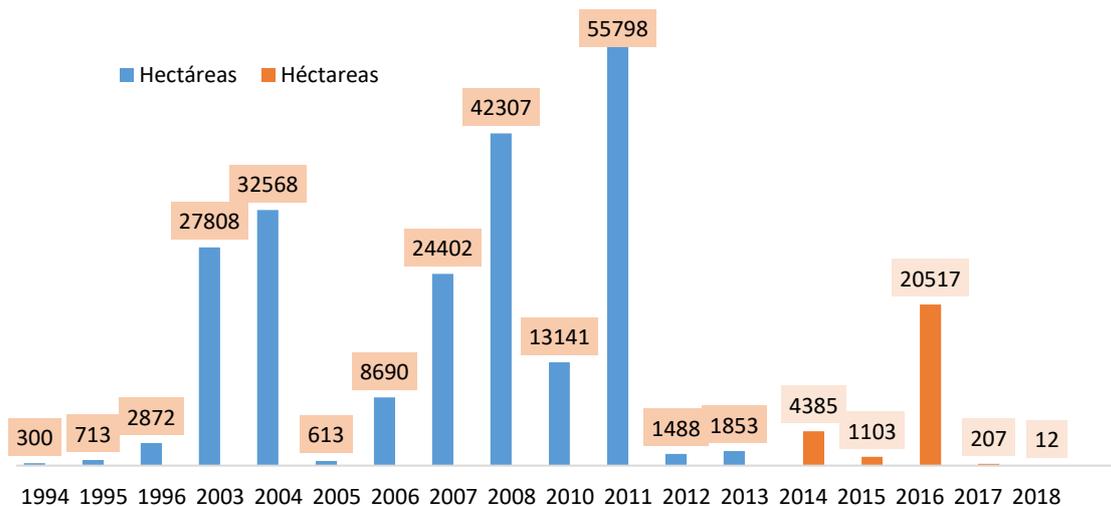


Figura 1: Departamento de Puno, superficie de tierras de cultivo afectada o destruida por ocurrencia de desastre de eventos climáticos extremos, 1994-2013

Nota: En azul elaborado a partir del documento prospectivo al 2030, MINAGRI 2015a. En anaranjado elaborado a partir de los datos del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/informacion/estadisticas>.

Asimismo, la ocurrencia de estos fenómenos naturales, como las temperaturas extremas, sequías e incendios, provocó la pérdida de ganado vacuno y vidas humanas dejando en

riesgo la seguridad alimentaria, así como la vulnerabilidad socioeconómica en el Departamento de Puno.

Otra característica que contribuye a esta vulnerabilidad son los niveles de altitud que dificulta la actividad agraria por su carácter continental, el 68 por ciento del área de superficie se encuentra dentro de una zona con oscilaciones de temperatura pronunciadas (INEI 2003) que alcanza niveles máximos de casi 19 °C entre noviembre y marzo, y -2 °C entre los meses de junio y agosto (INEI 2017a). Además, el departamento está conformado por subunidades geográficas de altiplano y cordilleras que pueden alcanzar los 5500 m s. n. m., y donde predomina un clima frío y seco. No obstante, en la zona norte del departamento se pueden encontrar paisajes selváticos de colinas bajas y llanura aluvial, ubicados entre 400 a 2000 m s. n. m. (Gobierno Regional de Puno 2015).

En ese contexto, en el Departamento de Puno existe el potencial de disminuir la vulnerabilidad de los eventos extremos y de lograr niveles de desarrollo económico local, a través entre otros factores de la capacidad de domesticar varias especies de cultivos, entre ellos la quinua², para entornos de gran altitud y fluctuaciones climáticas extremas (Jacobsen *et al.* 2003) y desarrollar técnicas agrícolas apropiadas a entornos con ambientes desfavorable para la agricultura a través del uso de las terrazas agrícolas, los waru-waru (pantanos artificiales) y campos elevados (D'Achille 1996).

1.1.2. Pérdida de la agrobiodiversidad

Puno, es el departamento, con mayor biodiversidad de quinua con más de mil accesiones (Gómez & Eguiluz 2011) y 80 variedades más cultivadas (Gobierno Regional de Puno 2016b), se hallan siete de las 21 ecorregiones del Perú, de estas, cuatro son únicas, entre ellas, el lago Titicaca y las punas húmedas del Titicaca.

Sin embargo, las actividades antrópicas están causando la degradación de suelos asociados a la agrobiodiversidad, lo cual altera el equilibrio entre el hombre y el ecosistema (INIA 2016).

En efecto, el uso intensivo con cambios indiscriminados del uso de la tierra y el desbroce

² Otros cultivos domesticados son: mashua, olluco, macca, papa, camote y cañihua.

de extensas áreas de terreno para fines de pastoreo y/o agrícolas están haciendo estragos en los frágiles ecosistemas forestales andinos; los servicios ecológicos indispensables y las funciones que estos proporcionan³ y, por ende, en los paisajes contiguos de producción que sostienen, incluyendo las variedades agro-genéticas domésticas y silvestres que conservan. En la Tabla 1 se muestra la clasificación de especies nativas en amenaza listadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018) (en adelante FAO por sus siglas en inglés), el cual ubica al cultivo de la quinua en estado bajo amenaza.

Tabla 1: Lista de especies nativas amenazadas, según familia, nombre científico y justificación

Nombre común	Familia científica	Nombre científico	Justificación
Quinoa/quinoa /kinwa/kinuwa	Amaranthaceae	<i>Chenopodium quinoa</i>	Especies de cultivos nativos que están siendo producidos comercialmente, pero variedades locales, cultivares, razas o variedades autóctonas bajo amenaza
Qañiwa / Cañihua / Kaniwa	Amaranthaceae		Especies nativas y de cultivos de seguridad alimentaria no amenazadas como especie, pero variedades locales, cultivares, razas o variedades autóctonas bajo amenaza

Fuente: Elaboración propia a partir del “Gestión sostenible de la agrobiodiversidad y recuperación de ecosistemas vulnerables en la región Andina del Perú a través del Enfoque de Sistemas importantes del patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM)” por FAO (2018).

En particular, alrededor del Lago Titicaca los hogares (en su mayoría) cortan árboles y/o matorrales que usan como combustible para cocinar, lo cual afecta la altura de los árboles en pie en términos de población, edad y distribución (FAO 2018). Asimismo, en la mayoría de las áreas en el Departamento de Puno se talan árboles sin reemplazarlos, aunque los taladores normalmente dejan las ramas de las especies arbustivas con raíces, como en el caso de la tola (*parastrephia quadrangularis*) y queñua (*polypsis incana*) (FAO 2018).

³ Las funcionalidades que desempeñan los suelos vinculados a la agrobiodiversidad son: (i) mantenimiento de la estructura, (ii) regulación de la hidrología, (iii) intercambio de gases con la atmósfera, (iv) secuestro de carbono, (v) supresión de elementos tóxicos, (vi) ciclos de nutrientes, (vii) descomposición de la materia orgánica, (viii) eliminación de plagas, enfermedades y parásitos, (ix) fuente de medicina y alimento, y (x) relación simbiótica entre el control del crecimiento de las plantas y las raíces de las plantas.

Todo ello, ocasiona daños a los ecosistemas que desempeñan una función importante en la recarga de acuíferos y la infiltración de agua, y también son parte del sistema de rotación *layme o aynoka*⁴ en el cual se producen cultivos de la agrobiodiversidad de manera cíclica.

Por otro lado, el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) en el contexto de la incorporación de la agricultura intensiva e introducción de nuevas variedades de cultivo, entre 2000 y 2013, generó y liberó diez variedades de quinua, con ventajas de rendimiento mayor, una respuesta mejor a las condiciones agroclimáticas y tolerabilidad a las enfermedades principales (MINAGRI 2015a); sin embargo, dicha introducción reduciría la diversidad de la quinua local por lo menos a corto plazo (FAO 2018), aunque a largo plazo este efecto se volvería menos significativo; ya que los agricultores que adoptaron variedades mejoradas seguirían manteniendo las variedades locales en sus tierras de manera proporcional.

Además, las diversas variedades locales tienden a seguir siendo utilizadas para el consumo doméstico, a diferencia de la demanda de los mercados que prefiere de una gama más reducida de variedades y características más limitada (Velasquez *et al.* 2011).

Asimismo, se estima que las consecuencias del cambio climático generarían efectos negativos en los servicios ambientales dado que afecta la capacidad de los ecosistemas (Gobierno Regional de Puno 2015). En la Tabla 2, se señalan a los ecosistemas presentes en el Departamento de Puno, además se destaca a seis considerados como ecosistemas frágiles y vulnerables, el cual representa el 15,82 por ciento de extensión en el Departamento de Puno.

⁴ *Laymes o aynokas* son tierras para un sistema de rotación de cultivos utilizado por las comunidades tradicionales. La tierra comunal es utilizada anualmente para una rotación de cultivos definidos que toma de cinco a 20 años. El trabajo se realiza colectivamente, pero los beneficios son individuales. Además, algunas parcelas se siembran para apoyar a aquellas familias de la comunidad o personas como viudas, enfermos o huérfanos que no cuentan con recursos. En esta área cada individuo aporta las semillas, pero el abono y todo el trabajo agronómico es realizado mediante el trabajo comunitario participativo.

Tabla 2: Departamento de Puno, ecorregión, ecosistemas, según área, porcentaje y estado de conservación

Ecorregión	Ecosistemas	Área (Km ²)	%	Ecosistema frágil/vulnerable
Yungas Bolivianas ⁵ y Yungas Peruanas	Bosque húmedo de colinas altas	7523,21	10,39	-
	Bosque húmedo de terrazas medias – altas	4054,72	5,57	-
Bosques Húmedos de la Amazonia sur occidental	Bosque húmedo de montaña andina	3413,62	4,69	-
	Aguajal – pantano	16,77	0,02	x
	Agroecosistema de cultivo mixto	1506,12	2,07	-
	Bofedal – humedal	4478,40	6,15	x
	Lago Titicaca	4164,00	5,72	x
	Lagunas	1021,06	1,40	x
	Nevados	1515,91	2,08	x
	Totoral	463,81	0,64	-
Punas de los Andes Centrales ⁶ y Punas Húmedas del Titicaca	Césped de puna	9825,99	13,49	-
	Pajonal	21 612,64	29,68	-
	Queñoal	326,14	0,45	x
	Tholar – pajonal	3204,90	4,40	-
	Vegetación antrópica	9307,98	12,85	-
Total				15,82 %

Fuente: Elaborado a partir de datos tomados de la Estrategia Regional de Cambio Climático del Departamento de Puno 2016 – 2021, por el Gobierno Regional de Puno (2015).

En consecuencia, la pérdida de la biodiversidad se evidencia en el funcionamiento de los sistemas de producción, dentro del cual se observa que la agrobiodiversidad depende en gran medida de la prestación de servicios ambientales de otros ecosistemas del paisaje, los cuales desempeñan roles esenciales, como la regulación de los ciclos hidrológicos que interactúan de manera dinámica con los cultivos (FAO 2018). Por lo tanto, es preciso abordar estos temas; ya que, son limitados los mecanismos compensatorios por servicios ambientales relativos a la agrobiodiversidad, a pesar de la disposición legal sobre

⁵ La yunga boliviana incluye una parte pequeña del Perú, específicamente en la provincia de Sandía (Puno), se ubica entre la Selva amazónica y el Altiplano boliviano.

⁶ La puna de los andes centrales tiene dos regiones discontinuas: una las cabeceras de cuenca suroccidentales del pacífico peruano y algunas de las del río Pampas, y otra la región en las estribaciones andinas bolivianas y argentinas.

incentivos para la protección ambiental⁷ que no llegan a ser efectivos.

1.1.3. Condiciones de vida inadecuadas

El Departamento de Puno tiene un desarrollo humano inferior al promedio nacional (0,547 de IDH), con una población urbana con mayor dinámica poblacional, (de 4,4 por ciento a 2,6 por ciento entre 1972-1981 y 1993-2005, respectivamente) a diferencia de la población rural, donde se ubica los productores de quinua, así, cada vez la población rural está decreciendo, dado la baja dinámica poblacional, expresada en las siguientes tasas 0,7 por ciento (1981-1993) y - 0,2 (1993-2005), pues la temporalidad de la actividad agropecuaria no está en circunstancias de retener a las personas del medio rural (Gobierno Regional de Puno 2013).

Con el cambio demográfico, en las últimas décadas la región de los Andes del Perú experimentó altos niveles de migración, en parte debido a la falta de oportunidades económicas y opciones de apoyo para el sustento en la sierra en comparación con otras áreas del país (Piu y Menton 2013). Sobre todo, entre los jóvenes, causando una grave pérdida de las prácticas tradicionales y del conocimiento.

Esto dio lugar a un deterioro del capital social; ya que, la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad basada en el conocimiento tradicional y en los sistemas de gestión tradicional depende de dicho capital. Asimismo, la escasez de trabajo debido a la migración de los miembros económicamente activos de las comunidades rurales ha afectado la viabilidad de algunos sistemas tradicionales de trabajo intensivo. Se estima que esto se agudice dado que el Perú seguirá incrementando su población, llegando a 41 millones 899 mil personas en el 2030 (United Nations 2017). Así como dejar estancada la agricultura del Altiplano tras la migración o en un equilibrio de baja productividad (Templeton y Scherr 1999).

El nivel de pobreza, por su parte, ubica a este departamento (Puno) entre las más pobres, con consecuencias en el subempleo y desempleo, ya que la mayoría de la población está dedicada hacia actividades agropecuarias, los cuales no brindan altos ingresos, tampoco

⁷ La conservación *in situ* de la agrobiodiversidad que puede ofrecer importantes posibilidades de aumentar el atractivo económico de los sistemas de producción con base en la agrobiodiversidad, se encuentra limitado, dado a lo complicado que es la distribución de beneficios por la naturaleza mixta (natural y comunitaria) de los sistemas de producción andino.

son seguros y eficientes dado la incidencia de factores climáticos adversos (Gobierno Regional de Puno 2013). Otros autores atribuyen que la geografía adversa ocasiona la persistencia de la pobreza rural, dada la dispersión de la población que frustra la llegada de servicios estatales y el acceso al mercado (Webb 2013).

En la salud, Puno, también muestra indicadores alarmantes, la desnutrición es superior al promedio nacional, los servicios básicos (agua, desagüe y energía eléctrica) no resultan suficientes para responder las necesidades de las personas (Gobierno Regional de Puno 2013). Por ello, la extracción de leña como combustible es común en las familias pobres (FAO 2018).

Esta condición de pobreza y necesidades básicas ocasiona comportamientos frente a la producción, por ejemplo, al incrementar el área de barbecho se reduce la erosión de suelos y la pérdida de fertilidad, pero si aumentan el tamaño del rebaño (una medida de riqueza) también aumenta el sobrepastoreo y la pérdida de especies de flora aumenta (FAO 2018) demostrando un claro vínculo entre la pobreza, el ambiente y la producción.

Considerando lo anterior, se pueden realizar mejoras relativas en la producción incluso entre los más pobres, dado que las variables del capital humano y social favorecen la deliberación de prácticas más sostenibles (Atria 2003). Esto supone que, al disponer de inversión, los agentes del cambio en áreas pobres pueden limitar la degradación de los recursos naturales difundiendo conocimiento sobre cómo gestionar la producción de cultivos y aplicando prácticas más asequibles y eficientes.

1.1.4. Condiciones ineficientes para la producción de quinua

Factores económicos

En Perú, los pequeños y medianos productores dedicados a la agricultura tienen un bajo nivel de productividad y un crecimiento por debajo del promedio de los países de América Latina (MINAGRI 2015a). Dado que la productividad se considera como un componente para lograr el desarrollo, se tiene un espacio relevante para acrecentar la productividad agraria, y esto tendría consecuencias significativas en el aumento de los ingresos de los productores agrarios.

El MINAGRI (2015a) en un análisis causal explica que la productividad de las actividades agrarias del pequeño y mediano productor tiene un nivel bajo, lo cual restringe sus

posibilidades sostenibles de desarrollo socioeconómico. A continuación, se explican dos causas identificadas: ineficiencia técnica y la falta de cambio tecnológico.

La ineficiencia técnica en los pequeños productores agrícolas persiste, ya que: (i) tienden a degradar la tierra que utilizan reduciendo las propiedades productivas, (ii) el uso y frecuencia de la cantidad de agua no es la óptima, es decir, no riegan sus cultivos de manera adecuada, (iii) las semillas empleadas no son de buena calidad tampoco las más adecuadas, (iv) el tratamiento de los fertilizantes, abonos, y control de plagas o enfermedades no tienen el uso adecuado (MINAGRI 2015a).

En el mismo documento, MINAGRI (2015a) señala que la ineficiencia técnica en los pequeños ganaderos se atribuye: (i) a la mala o inadecuada alimentación de sus ganados y (ii) que los animales que poseen no son de buena calidad genética.

Respecto a la falta de cambio tecnológico, se determina el bajo nivel de productividad por una sola razón, ya que los pequeños productores agropecuarios no tienden adoptar tecnologías nuevas que favorezcan su productividad (MINAGRI 2015a), por ello, la ET y el cambio tecnológico es considerado como un problema que debe ser abordado en el país hasta el 2030 (según metas institucionales del sector agricultura).

Ramírez (2016) señala que el riego tecnificado en la producción de quinua extiende la frontera agrícola, mejora la calidad y conservación de suelos; sin embargo, en Puno, entre el 2010 y 2011 no se encontraron registros, recién en el 2012 un porcentaje mínimo (2,4 por ciento) adoptó este mecanismo, con un incremento mínimo de 2,94 por ciento en el 2013 (MINAGRI 2015a), por lo que este departamento se caracteriza con la agricultura de secano.

En el empleo de semillas, autores como Bam *et al.* (2004), Kamruzzaman *et al.* (2006) y Reardon (1997), demuestran una fuerte relación entre la productividad y calidad de las semillas, en el nivel de cultivos y en el nivel agregado (citado en MINAGRI 2015a). Sin embargo, en el Perú menos del 14 por ciento de las áreas cultivadas utilizan semillas certificadas.

En el caso de la quinua, la tasa de uso de semilla certificadas empezó en la campaña 2012-2013 con 5,51 por ciento y en la siguiente campaña incrementó paulatinamente a 6,68 por ciento (MINAGRI 2015a). Por lo que están en el grupo de regiones con empleo de semilla

no adecuada y de baja calidad. Aunque esto también implica adoptar pureza genética; es decir, reduce la diversidad a una variedad.

Considerando que las semillas son un insumo básico y relevante para el agricultor debería adquirir una importancia preponderante al igual que el trabajo humano (mano de obra) y la tierra, dado que si no dispone de las semillas imposibilita seguir produciendo.

Considerando que el trabajo humano en el Departamento de Puno está conformado tanto de hombres como mujeres que participan en las actividades agrícolas. Los hombres tienden a dedicar más tiempo a la producción de cultivos y las mujeres mucho más a la crianza de ganado (FAO 2018). Se considera que las tareas domésticas son realizadas por mujeres, ya que muchas de ellas son marginadas de los servicios de educación (31,8 por ciento de mujeres con analfabetismo) (Gobierno Regional de Puno 2013).

Por otro lado, los agricultores del Departamento de Puno poseen una extensión de tierra pequeña, en su mayoría (menos de cinco ha), sin embargo, su relación con la producción eficiente aún está en discusión; ya que, se encuentra a autores como Amartya Sen, citado por Campos y Oviedo (2015), quien argumenta que los pequeños productores son eficientes, dado el uso más intensivo del trabajo humano (por la disponibilidad de mano de obra familiar), pero de la misma forma otros autores señalan que esta aseveración cambiaría si se menciona la calidad de la tierra, la tecnología usada o una mayor fertilización. Por ello, conviene seguir investigando y analizar ese comportamiento en sistemas con agrobiodiversidad.

Factores sociales

Otro aspecto que se suma a la producción son los factores culturales, en el Perú, los pueblos indígenas constituyen cerca del 45 por ciento de la población nacional total (FAO 2018). Los dos principales grupos indígenas o étnicos son los quechuas (pertenecientes a varios subgrupos culturales) seguidos por los aimaras, ubicados sobre todo en el extremo sur de los Andes. Un gran porcentaje de la población indígena que vive en las montañas andinas habla todavía la lengua del quechua o aimara.

El Departamento de Puno está conformado por comunidades mayoritariamente indígenas y utilizan las mismas prácticas agrícolas de sus antepasados para cultivar muchos de los mismos productos. Los recursos genéticos de agrobiodiversidad están, por consiguiente,

vinculados intrínsecamente a las prácticas ancestrales tradicionales y su conservación se entrelaza con su afirmación cultural, tal es así que cuentan con prácticas de gestión tradicional como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: Departamento de Puno, prácticas de la gestión tradicional de la fauna y flora silvestre

Prácticas de manejo sostenible	Descripción	Relación con el mantenimiento evolución genética y funcionalidad de la agrobiodiversidad
<i>Flora silvestre</i>		
Cuidado y protección de las plantas medicinales y aromáticas (salvia, muña, romero, chiri - chiri).	Tienen especial cuidado de las especies de plantas medicinales y aromáticas, pues les sirve para la cura de diferentes afecciones bronquiales, pulmonares, así mismo, existen plantas consideradas como digestivas, relajantes, etc.	La muña y la salvia no solo son plantas medicinales, también son aromáticas y la muña en particular es una especie que las familias campesinas utilizan como planta repelente de plagas en el almacenamiento de tubérculos y granos, por tanto, su uso es muy generalizado y ampliamente difundido.
<i>Fauna silvestre</i>		
Respeto y consideración al aullido de zorro – atoq (<i>Cannis</i>)	El aullido del zorro, lo relacionan con el inicio de las siembras, si estos deben adelantarse o retrasarse; así mismo, aullidos prolongados y continuos indican de un año muy seco.	El hábitat natural de esta especie está siendo cada vez más reducido, debido al crecimiento de áreas de pastoreo y en muchas ocasiones son perseguidos porque disminuye la población de ovinos; no obstante, en la zona de Puno, lo consideran como un mensajero de la tierra madre, pues en caso encuentren al zorro comiendo una cria de alpaca u ovino, los pobladores indican que deben dejar que consuma para que no vuelva.
Observación del comportamiento de las aves llamadas Sguanas - Kallwas	La presencia de esta ave en bandadas y revoloteando, indican que será un buen año, en otras ocasiones, estas aves salen de los valles interandinos y comienzan a revolotear en bandadas al atardecer, esto significa que será un año lluvioso.	Estas aves se alimentan de frutos y granos sean de especies silvestres o cultivadas; por tanto, son medios de dispersión de las semillas, así como de su propagación; además perciben el comportamiento del ciclo hidrológico de las cuencas y su comportamiento está relacionado con la evaporación de las aguas superficiales y esto ha hecho que, durante muchos años, los agricultores puedan percibirlo y tenerlo como indicador para un año lluvioso o seco.
Observación del ave Lequecho	Esta ave habita las partes altas, aparecen en las comunidades únicamente en la época de las heladas, se ubican en zonas de depresión de la superficie donde suele almacenarse agua, cuando	Estas aves, perciben los cambios del clima sobre todo de las fluctuaciones de la temperatura (Apaza 2012) y por su carácter migratorio entre las partes altas de las micro cuencas interandinas su comportamiento es con respecto a un año

<<Continuación>>

Prácticas de manejo sostenible	Descripción	Relación con el mantenimiento evolución genética y funcionalidad de la agrobiodiversidad
Observación del ave Lequecho	ponen sus huevos en zonas cercanas a la base es indicador que será un año seco, por otro lado, si ponen sus huevos en lugares altos del huayllar (bofedales) es indicador de un año lluvioso. Asimismo, su presencia, es indicador si es que continuarán las heladas.	lluvioso o seco y además de la presencia de las corrientes frías de aire (heladas); por tanto, también hace que los agricultores puedan planificar la producción de los cultivos de la agrobiodiversidad.
Seguimiento al comportamiento de roedores silvestres en las diferentes zonas	La presencia de estos animales en los canchones donde se pone las semillas de tubérculos para la siembra, indica si la siembra debe adelantarse o retrasarse.	Los roedores forman parte de la cadena alimenticia por tanto sirven de alimento a muchas especies de aves de rapiña, su presencia es necesario para la cadena alimentaria.
Seguimiento al comportamiento de sapo - hampato	La coloración de su piel indica o predice el comportamiento del clima, una coloración oscura presencia de lluvias y una clara veranillos o sequía.	El rol de este batracio es fundamental dentro de un campo de cultivo, por ser el principal controlador biológico de muchas plagas que atacan a cultivos de la agrobiodiversidad.

Fuente: Elaboración propia a partir de “Gestión sostenible de la agrobiodiversidad y recuperación de ecosistemas vulnerables en la región Andina del Perú a través del Enfoque de Sistemas importantes del patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM)” por FAO (2018) y “Señas agroclimáticas andinas en la crianza de la agrobiodiversidad en la comunidad campesina de Koriñahui del distrito de Pukara, provincia de Lampa, región Puno - Perú” por Apaza (2012).

A pesar del creciente reconocimiento a distintos niveles en años recientes del valor del conocimiento tradicional, existe un continuo legado de técnicos que tienden a priorizar la comunicación vertical de los enfoques exógenos a costa de los enfoques endógenos (Canahua *et al.* 2019).

A pesar de los importantes avances que se han realizado a efectos de priorizar enfoques participativos culturalmente adecuados para la generación y transferencia de tecnologías (como el empleo de las escuelas de campo para agricultores, *yachachiq*⁸ o agricultoreslíderes, y *kamayoq*⁹ o extensionistas comunitarios), hay mucho trabajo por hacer todavía en cuanto a desarrollar capacidades entre los agricultores para identificar

⁸ Término en quechua atribuido al que enseña.

⁹ Término en quechua atribuido al comunicador de la comunidad.

de qué manera ajustar sus prácticas de producción a la condiciones más eficientes.

Factores ambientales

Uno de los factores ambientales son las enfermedades del cultivo de la quinua, que se atribuye al inadecuado manejo de las semillas. Por otro lado, la incidencia de pestes, enfermedades y su impacto en la agrobiodiversidad también se vería afectados. Asimismo, costos por la pérdida de la producción como por las malezas, y el mal manejo de nutrientes y agua (Shephard y Färe 1974). Los agricultores como respuesta usan químicos que dañan el ambiente.

En general, la contaminación ambiental afecta a 45 por ciento de la productividad agrícola, en la época de secano se abre paso a las quemadas e incendio de formaciones vegetales, generando otro tipo de contaminación, la atmosférica. En la temporada de abril a octubre los agricultores tienen la costumbre de quemar restos de cosechas, para obtener cenizas como abono para el suelo, pero muchas de estas actividades son negligentes y ocasionan incendios que destruyen la biodiversidad, los bosques y las formaciones vegetales (Gobierno Regional de Puno 2016a).

Asimismo, los daños al ecosistema natural y al bosque andino tienen impactos en la economía local desencadenándose en la degradación de tierras¹⁰. Dado que el cambio climático modifica la precipitación en varias áreas, presentando menos frecuencia de lluvia y largos periodos de sequías (Scott 2018).

Por otro lado, algunos productores optan por certificar su producción como orgánica¹¹ para introducir su cosecha en un mercado especializado y diferenciar sus procesos de producción; no obstante, la agrobiodiversidad no se considera y debería ser un factor adicional de diferenciación de otros productos convencionales en los mercados, a través de otros signos distintivos; es decir, sellos y certificaciones, de manera que los

¹⁰ En Puno durante el 2012, solo el 0,1 por ciento de productores desarrollan prácticas dirigidas a minimizar los inconvenientes de degradación de la tierra.

¹¹ El sistema de certificación garantiza al comprador/consumidor que el producto cumple con el estándar correspondiente.

compradores y consumidores puedan estar informados para elegir y preferir los productos basados en la agrobiodiversidad. Pero aún se carece de ello.

Vinculación con el mercado

Los productos andinos exportados basados en la biodiversidad (productos no tradicionales) han experimentado una tendencia al crecimiento en años recientes, llegando a USD 433 millones en diciembre de 2014, lo cual representa el 3,72 por ciento de la exportación total de productos no tradicionales. Entre los productos más notables se encuentran: la quinua, tumbo, aguaymanto, cochinilla, copaiba, chirimoya, chuchuhuasi, chancapiedra, camu camu, maca, maíz morado, sacha inchi, huito, barbasco, sangre de grado, guanábana, tuna, granadilla, pasuchaca, yacón, cocona y muña (CONCYTEC 2016).

El cultivo de quinua tuvo un incremento acelerado en los años transcurridos, compite con el principal productor en el ámbito mundial, Bolivia; cuya participación en el mercado disminuyó los últimos años. Por ello, se evidencia que el mercado de la quinua cambió drásticamente en los últimos 15 años. El principal mercado de las exportaciones de quinua son los Estados Unidos (EE. UU.). Entre las variedades de quinua que tienen una demanda mayor se encuentran, las siguientes: "Salcedo-INIA", "Pasankalla", "Kcoyto Negra", "Amarilla Marangani", "Chullpi" y "cuchi wila" (FAO 2018).

Con respecto al mercado interno (doméstico), no hay estadísticas completas; sin embargo, se estima que el consumo de productos andinos basados en la agrobiodiversidad sigue experimentando la tendencia al crecimiento iniciada años antes, debido principalmente al uso de estos productos como ingredientes de la renombrada gastronomía peruana.

En contraste, el principal destino de la producción nacional de quinua por superficie de siembra sería el autoconsumo con 68 por ciento del total, el 31 por ciento se destina a la venta, y el 1 por ciento al autoconsumo (INEI 2013), similar comportamiento en el Departamento de Puno; por ello, ampliar los vínculos comerciales de los pequeños productores de productos basados en la agrobiodiversidad es un factor clave para mejorar la conservación de estos productos y para aumentar la seguridad alimentaria y nutricional.

Por otro lado, el mercado nacional y los intercambios locales no monetarios son particularmente importantes para contribuir con los sistemas de alimentos y las cadenas de valor que tengan en cuenta la nutrición.

Desde esta perspectiva, resulta interesante apoyar el desarrollo de mercados innovadores o territoriales que conectan más directamente a los productores con los consumidores a través de mercados territoriales y una agricultura comunitaria.

Rentabilidad económica

Los nichos para algunos productos específicos basados en la agrobiodiversidad son potenciales para aprovechar las oportunidades comerciales. Pero las capacidades relativas al ciclo de comercialización en el ámbito local, regional y nacional son reducidas entre los medianos y pequeños productores de los Andes. La producción es absorbida por los comercializadores, que tienen el capital y los recursos y se encuentran en una mejor posición para mantener precios bajos.

Algunos pequeños productores tienen poca o ninguna experiencia comercializadora y no tienen acceso oportuno a la información de precios o mercados, lo que se traduce en un poder de negociación débil. Los bajos niveles de organización (Torras 2017) y el difícil acceso a créditos (financiamiento) y asistencia técnica que dificultan aún más el acceso de mercados de los pequeños y medianos productores.

Sistema de evaluación y monitoreo de producción

El sistema de evaluación y monitoreo para los ecosistemas productivos y la agrobiodiversidad tanto en el ámbito local, regional y nacional no se valoran, monitorean o evalúan. Esto no sólo obstaculiza la eficaz estimación, validación y contribución de las estrategias de desarrollo, sino que limita la gestión integrada y la incorporación de la agrobiodiversidad a las políticas agrícolas y forestales nacionales, incluyendo la definición de estrategias para su promoción y uso sostenible.

Esto, juntamente con los canales de información fragmentada sobre el nivel de uso sostenible de los recursos y los beneficios de los servicios y bienes que proporcionan, ha obstaculizado aún más la formulación efectiva de políticas y/o reformas a favor de enfoques más sostenibles. El carente marco de monitoreo o protocolos para las estrategias

de desarrollo o programas de asistencia ha limitado la habilidad para medir de manera eficaz su impacto y el efecto sobre los recursos de agrobiodiversidad.

1.1.5. Conciencia pública limitada sobre la importancia de la conservación de la agrobiodiversidad

La agrobiodiversidad sigue siendo un concepto poco claro para la mayoría (sobre todo en las áreas urbanas) ya que la mayoría de la población no está informada de su gran legado cultural, pero sobre todo de la vinculación esencial que existe entre la agrobiodiversidad y la seguridad alimentaria a través de la adaptación y la resiliencia que proporciona a la producción de una amplia variedad de cultivos y especies animales.

El reconocimiento nacional y una mayor conciencia y comprensión de los peligros que enfrentan dichos sistemas agrícolas tradicionales y sostenibles y de las implicaciones socioeconómicas y ambientales que resultan de la pérdida de la agrobiodiversidad, incluyendo su importancia mundial y los beneficios que ofrece a todo nivel, es fundamental para su conservación y el apoyo institucional que se requiere para su mantenimiento.

En 2019, la importancia fundamental de estas interacciones entre los distintos sistemas ecosistémicos de producción basada en la agrobiodiversidad a nivel de paisaje es comprendida de manera inadecuada por planificadores y responsables de tomar decisiones, y no es considerada adecuadamente en los planes y las regulaciones del uso de la tierra. Como resultado, las acciones de gestión del paisaje no son planificadas ni priorizadas de manera que se asegure la protección de estos ecosistemas asociados y se optimice su capacidad de generar servicios ecosistémicos. Asimismo, existe el riesgo de que una continua intensificación de la gestión productiva en ecosistemas de gran altitud tenga efectos imprevistos y desproporcionados sobre los sistemas tradicionales de producción río abajo, y sobre los medios de subsistencia de aquellos que los administran.

Como se menciona en las la mayoría de estos agricultores son de pequeña escala y viven por debajo de la línea de pobreza, luchando para cultivar alimentos suficientes para sus familias y medios de subsistencia. Dado que la agricultura es el medio principal de subsistencia y de vida de las comunidades andinas.

En ese sentido, la conservación de especies nativas y el rol que desempeña en la economía de los agricultores locales requiere un análisis más detallado de las potencialidades del cultivo para generar la seguridad alimentaria e información que vincule los aspectos productivos, económicos, sociales y ambientales. Dado que el objetivo de desarrollo agrícola estará cada vez más interrelacionado con los objetivos de protección del ambiente.

Por lo tanto, mejorar la eficiencia es un desafío declarado no solo en la presente investigación si no por la institución rectora del sector agrícola, MINAGRI, se debe considerar los sistemas tradicionales agrícolas que son un legado de riqueza de conocimientos acumulados sobre el aprovechamiento y la gestión de los recursos de agrobiodiversidad, que comprende percepciones muy valiosas sobre los desafíos de la producción agrícola y la gestión de los recursos naturales en ambientes marginales. Sin embargo, por definición estos sistemas de agrobiodiversidad de importancia mundial no son estáticos y se caracterizan por su naturaleza dinámica, lo cual debe reconocerse y apoyarse.

Por lo tanto, la combinación de nuevas técnicas con prácticas tradicionales puede ser una alternativa de apoyo los sistemas de conocimientos basados en la agrobiodiversidad sin afectar su resiliencia, sostenibilidad e integridad. De ese modo, se integraría de manera adecuada el enfoque endógeno tradicional con enfoques exógenos modernos.

Más allá de eso, es pertinente estudiar el comportamiento de los productores agrodiosos, si bien existe una preocupación generalizada de que la pérdida de agrobiodiversidad se pueda exacerbar aún más con la introducción de nuevas tecnologías de reproducción, como los cultivos transgénicos (Holt-Giménez y Altieri 2013), es preferible mejorar las eficiencias manteniendo y enriqueciendo la biodiversidad en todas sus dimensiones (gestión de la diversidad y ecosistemas).

Por ejemplo, las estructuras comunitarias como la *aynoca* siguen cumpliendo una valiosa función en un escenario donde la rotación de tierras en barbecho es el medio principal para recuperar la fertilidad del suelo y prevenir la erosión. Estas instituciones deben comprenderse y aprovecharse si el objetivo promueve cambios que redundan en mejorar la producción manteniendo las prácticas tradicionales (FAO 2018).

En consecuencia, la investigación contribuye a identificar los mecanismos para lograr que estos productores accedan a mercados remunerativos para productos de la agrobiodiversidad (valores nutricionales y funcionales) a preservar e incrementar el volumen y diversidad de su producción y de esta forma hacer frente a la demanda de los mercados y también aprovechar los beneficios nutricionales de la agrobiodiversidad a través del autoconsumo.

Coras (2014) y Estrada (2017) estimaron la ET de la producción de la quinua en Junín mediante el uso de la función estocástica de producción; sin embargo, no consideran sistemas de agrobiodiversidad. De la misma forma Battese (1992) hace una revisión de la determinación de la ET en las empresas agrícolas individuales y no se detallan las variables ambientales que afectan al ambiente en el corto y largo plazo.

En ese sentido, la ET y la EE han estado en el centro de la buena práctica agronómica durante décadas, pero hay poca investigación que vincule la eficiencia en las prácticas relacionadas con la agrobiodiversidad.

A continuación, se presenta la pregunta de la investigación:

Pregunta de investigación general

¿Cuáles son los niveles de eficiencia técnica y económica en la producción de quinua, considerando la agrobiodiversidad utilizada por los productores de la región de Puno?

Preguntas de investigación específicos

- a) ¿Cuáles son los niveles de eficiencia técnica de la producción de quinua considerando la agrobiodiversidad?
- b) ¿Cuáles son los niveles de eficiencia económica de la producción de quinua considerando la agrobiodiversidad?

La eficiencia técnica está relacionada con las decisiones que toman los agricultores a la hora de producir los granos andinos, en este caso la quinua. Se busca comprender y contribuir en el mejor aprovechamiento de los recursos agrobiodiversos.

La relevancia social a la que contribuye la investigación es un diagnóstico que servirá para la formulación de políticas las que deberán considerar la agrobiodiversidad sin

afectar su resiliencia, sostenibilidad e integridad, y teniendo en cuenta los enfoques endógenos tradicionales y enfoques exógenos modernos.

Esta investigación da a conocer una realidad local, donde la quinua y la agrobiodiversidad son importantes para la generación de ingresos, empleo, uso de recursos naturales. Los productos que genera la tesis permitirán a los directivos, administrativos y público en general, contar con herramientas de la economía, como el cálculo de la eficiencia aplicado a sistemas complejos de pequeños productores agrobiodiversos.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Analizar el nivel de eficiencia técnica y económica de la producción de quinua de la región Puno con la finalidad de evaluar el valor de la agrobiodiversidad y su contribución a la gestión sostenible.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la eficiencia técnica de la producción de quinua en función a la agrobiodiversidad.
- b) Evaluar la eficiencia económica de la producción de quinua en función a la agrobiodiversidad.
- c) Definir recomendaciones para la gestión sostenible de la producción de quinua en la región Puno.

1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis general

Los productores de quinua del Departamento de Puno presentan diferentes niveles de eficiencia técnica y económica que obedece tanto al desempeño productivo y económico de la agrobiodiversidad, considerando que la eficiencia técnica tendería a ser mayor que la eficiencia económica debido a las características de los hogares agrícolas agrobiodiversos.

1.3.2. Hipótesis específicas

- a) La producción de quinua tiene diferentes niveles de eficiencia técnica que obedece a las prácticas productivas y culturales, la agrobiodiversidad regional y las zonas agroecológicas del territorio.

- b) La producción de quinua tiene diferentes niveles de eficiencia económica que obedece a las practicas productivas y culturales, la agrobiodiversidad regional y las zonas agroecológicas del territorio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN EN ZONAS DE AGROBIODIVERSIDAD

La investigación de la eficiencia en la producción de pequeños agricultores es de interés por la ciencia (271 artículos en *Scopus*, 1968-2019) en el mundo, entre ellos destaca el Centro Australiano para la Investigación Agrícola Internacional y la Comisión Europea como instituciones de mayor investigación. En un análisis de redes a partir de la información bibliométrica (Figura 2), se identifican cuatro temas: (i) eficiencia técnica, (ii) sistemas de cultivo, (iii) fertilidad de suelo, (iv) tierra agrícola, y (v) economía agrícola.

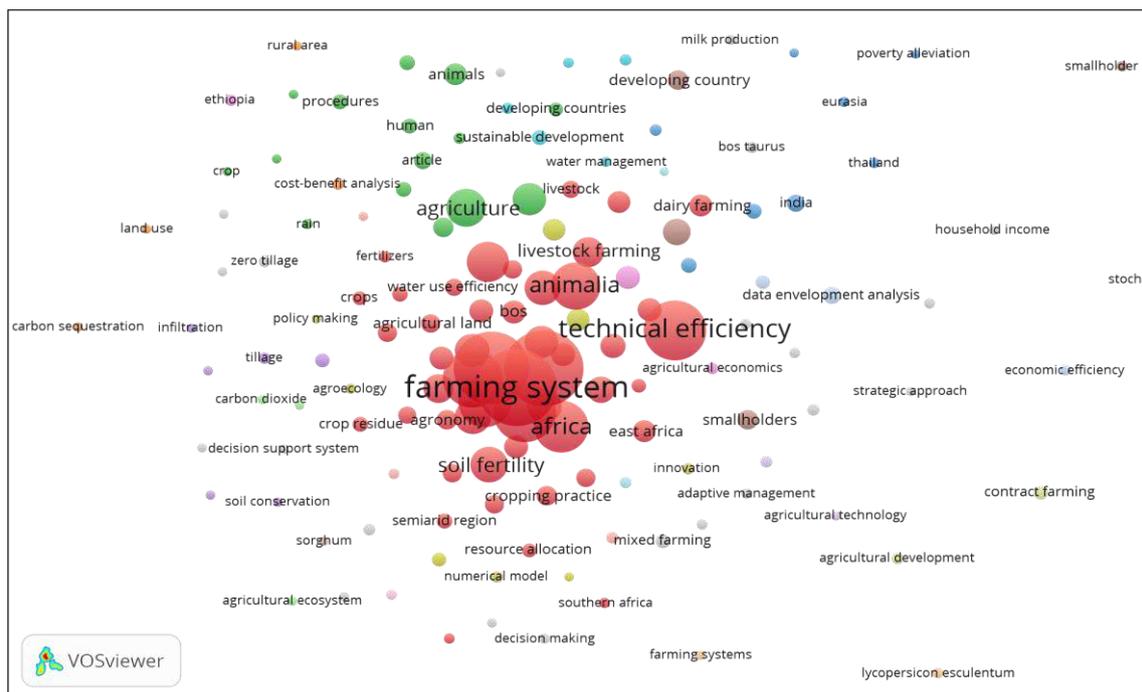


Figura 2: Análisis bibliométrico y de redes sobre eficiencia en pequeños agricultores

Fuente: Elaboración propia con base a *Scopus* (efficiency in smallholder farming) y Vosviewer.

A continuación, se muestra la discusión teórica las mismas que consideran el análisis bibliométrico.

La agrobiodiversidad en sentido extenso es la variedad de organismos vivos que contribuyen a la alimentación y a la agricultura, estos están asociados a los cultivos y a los animales dentro de un sistema agrícola, en algunos casos se amplía a los organismos que habitan en un paisaje agrícola y a conocimientos asociados a estos (Jackson *et al.* 2007; Qualset *et al.* 1995; Levin 2013) como las estructuras comunitarias en el Departamento de Puno (*aynoca*).

Aunque no se tiene una definición formal sobre agrobiodiversidad en la Real Academia de la Lengua Española (RAE) y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)¹² es de uso común mencionar indistintamente agrodiversidad y agrobiodiversidad (Brookfield y Stocking 1999) sobre todo en el Perú que acoge por disposición legal ambos términos¹³, de todos modos, el término de agrodiversidad se suele utilizar con referencia a la biodiversidad agrícola.

Baumgärtner y Quaas (2010) indican que la agrobiodiversidad son todos los aspectos relevantes en una unidad productiva, esto incluye la diversidad de cultivos (especie¹⁴ y variedad) y la diversidad biológica no cultivable. En contraste una mayor diversidad albergará recursos genéticos para la agricultura y alimentación (Brookfield y Stocking, 1999) además de servicios ecológicos. Todo ello contribuye a sostener el agroecosistema¹⁵ (Almekinders *et al.* 1995; Brookfield y Stocking 1999).

La manera en la que los agricultores usan la diversidad en la producción también es considerada parte de la agrobiodiversidad (Brookfield y Padoch 1994); así como, el manejo de los recursos, como el agua, la tierra y las biotas.

¹² El CDB fue la primera norma en materia ambiental en proteger la “biodiversidad” de forma integral. Al entrar en vigor marca el inicio de un proceso de desarrollo, implementación y adopción de instrumentos internacionales, nacionales y locales, destinados a la conservación y uso sostenible de biodiversidad.

¹³ Norma que aborda las zonas de agrobiodiversidad en el Perú.

¹⁴ Especie se define como clase, tipo, categoría o aspecto característico.

¹⁵ El término agroecosistema denota que la actividad agrícola influye de forma dramática en los ecosistemas hasta el punto de ser necesario acuñar dicho término.

Además, se sostiene que los sistemas de cultivo rotativo o itinerantes posibilita el desarrollo de la agrobiodiversidad a diferencia de la agricultura industrial que recurre a los monocultivos (el cultivo masivo de una única especie) afirmado por insumos industriales para aumentar la productividad y conseguir mayor rentabilidad.

A continuación, se muestran elementos principales de la agrobiodiversidad.

2.1.1. Elementos de agrobiodiversidad

Brookfield y Stocking (1999) dividieron a la agrobiodiversidad en cuatro elementos y son:

1. ***Diversidad biofísica***, comprende la diversidad del entorno natural, tiene en cuenta los aspectos físicos y químicos del suelo, la superficie, los procesos físicos y biológicos cercanos a la superficie, la hidrología, el microclima y también la variabilidad y la variación en todos estos elementos.
2. ***Diversidad de gestión***, esto incluye los métodos de gestión de la tierra, la biota y el agua para la producción de cultivos y el mantenimiento de la fertilidad y la estructura del suelo. Se incluyen métodos biológicos, químicos y físicos de gestión. La gestión puede no solo ser específica para ciertos suelos y terrenos, sino también para diferentes estaciones.
3. ***Uso y manejo directo de especies biológicas***, esto incluye todos los cultivos (especie silvestre y no silvestre). Particularmente, la diversidad de combinaciones de cultivos, y la manera en que estos se utilizan para mantener o acrecentar la producción, así como minimizar el riesgo y mejorar la conservación.
4. ***Diversidad organizacional***, esto incluye la diversidad en la forma en que las parcelas son operadas y en el uso de las dotaciones de recursos. Los elementos explicativos incluyen la mano de obra, el tamaño del hogar, las diferentes dotaciones de recursos de los hogares y la dependencia del empleo no agrícola. También se incluyen las relaciones de grupos de edad y de género en el trabajo agrícola, la dependencia de la granja frente a fuentes externas de apoyo, la distribución espacial de la granja y el acceso diferencial a la tierra.

En contraste, Guo *et al.* (1996) consideran una división similar, pero los denomina niveles de agrobiodiversidad, y son los siguientes: (i) diversidad de variedades o diversidad genética, (ii) diversidad especies agrícolas, (iii) diversidad del agroecosistema, y (iv) gestión de sistema de diversidad.

A partir de estos dos planteamientos, la tesis aborda los elementos planteados por Brookfield y Stocking (1999), concentrándose con mayor detenimiento al nivel de gestión de sistemas de diversidad planteada por Guo *et al.* (1996).

2.1.2. Importancia de la agrobiodiversidad

En los productos:

1. Mejora la seguridad alimentaria mediante una mayor variedad de plantas y animales, estos minimizan el riesgo de la pérdida por plagas y aumenta la tolerancia al estrés climático (Brookfield y Stocking 1999).
2. Ayuda a la salud, específicamente a la nutrición cuando proporciona una fuente más amplia de vitaminas, nutrientes y medicamentos (Brookfield y Stocking 1999).
3. Aumenta la producción a través de una mayor producción de biomasa (Brookfield y Stocking 1999).

Prácticas agrícolas:

4. Permite el apoyo de mayores densidades de población mediante la provisión de una gama más amplia de productos y oportunidades de empleo (Brookfield y Stocking 1999).
5. Proporciona protección de cultivos contra patógenos epidémicos (Brookfield y Stocking 1999).
6. Emplea tecnologías autóctonas de producción de plantas, labranza, manejo del suelo y protección de cultivos que sean aceptables para la población local (Brookfield y

Stocking 1999), por eso se enfoca en la protección de las variedades locales¹⁶ (Rocchi *et al.* 2016).

Entorno (sociedad y ambiente):

7. Reducir el riesgo ambiental mediante el apoyo a los procesos de los ecosistemas a los que tienen acceso la población pobre (Brookfield y Stocking 1999).
8. Garantiza los medios de vida proporcionando una mayor diversidad de fuentes de ingresos y subsistencia (Brookfield y Stocking 1999).
9. Mejorar el empoderamiento de las comunidades locales a través de tecnologías disponibles con sus recursos y control propio (Brookfield y Stocking 1999).

2.1.3. Eficiencia y agrobiodiversidad

Los conocimientos tradicionales, las prácticas campesinas, la tecnología y otros aspectos culturales son parte del concepto de la agrobiodiversidad (Bioversity International 2018) y estos son empleados por la población rural para desarrollar la agricultura.

En ese sentido, entre la agricultura tradicional (de pequeños agricultores) y la agricultura moderna se tienen diferencias, pero aun así dependencias, el primero, es heredera de una agricultura milenaria —prehispánica— poseedora de una alta diversidad y variabilidad genética de cultivos nativos y de conocimientos y tecnologías tradicionales que hacen posible su conservación, regeneración y adaptación. Por su parte, la agricultura moderna o industrial (en referencia a la intensiva), a la cual se asocia con la uniformidad, también depende de la gran riqueza genética comprendida en el genoma de los cultivos nativos y sus parientes silvestres.

Por ejemplo, en la agricultura tradicional con poco impacto de la tecnología moderna, los pequeños agricultores a menudo cultivan varias variedades del mismo cultivo; tienen un nivel relativamente alto de diversidad varietal en la parcela. Tal diversidad está asociada a los beneficios sociales, porque se preserva el valor de opción de una amplia base de

¹⁶ La variedad local se define como las poblaciones de plantas adaptadas a las condiciones agroclimáticas locales que son nombradas, seleccionadas y conservadas durante el tiempo por los agricultores tradicionales para satisfacer sus necesidades sociales, económicas, culturales y ecológicas (Teshome *et al.* 1997).

recursos fitogenéticos (Smale 2006). Pero la diversidad varietal también tiene componentes de beneficios privados.

Por ello, se distinguen dos posibles funciones que la diversidad varietal puede ofrecer a los agricultores: primero, una función de seguro y, en segundo lugar, una función de mejora de la productividad (Di Falco *et al.* 2014).

Aunque ambos se diferencian, desde siempre la eficiencia es de interés en toda organización. Por ello, la eficiencia¹⁷ productiva a nivel de empresa es desarrollado como una línea de investigación importante y activa en las últimas décadas, tanto dentro de la investigación de operaciones, como de la ciencia administrativa y la economía¹⁸.

Entre los antecedentes a esta corriente de investigaciones sobre eficiencia se encuentran Farrell (1957) y Charnes *et al.* (1978) quienes definen la eficiencia de manera diferente en los documentos iniciales (fundamentales). Farrell (1957) basa su definición en una escala proporcional necesaria para la observación de una unidad ineficiente que se proyecta en una función de producción eficiente (más tarde denominada función de frontera). Charnes *et al.* (1978) por su parte define la eficiencia en un índice de salidas ponderadas en entradas ponderadas, restringiendo esta relación para que sea menor o igual a la de la operación más eficiente (normalizada a 1).

2.2. EFICIENCIA ECONÓMICA EN UNA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

La eficiencia económica (EE) es el producto de la eficiencia asignativa (EAS) y la eficiencia técnica (ET). Una combinación óptima entre insumo-producto que deberían estar tanto en la frontera de producción como en el sendero de expansión. Farrell (1957) la llamó eficiencia general o eficiencia de precio.

En una definición la ET es la habilidad para producir un nivel dado de producción con una cantidad mínima de insumos bajo cierta tecnología. Se define también como la

¹⁷ La eficiencia según el diccionario de la RAE es la facultad de para conseguir un efecto determinado.

¹⁸ La investigación en eficiencia, técnica, económica ambiental están en aumento, en el año 2010 se registró 290 artículos (72 EE, 211 ET, 9 EA), 2015 el registro aumentó a 410 (128 EE, 272 ET, 10 EA) y el último año, 2017 se registraron 398 (110 EE, 261 ET, 27 EA). Información obtenida de la base de datos *Scopus* (criterios de búsqueda: *title-abs-key ("economic efficiency") and (limit-to (subjarea, "econ"))*), *title-abs-key ("environmental efficiency") and (limit-to (subjarea, "econ"))*).

habilidad de una empresa para producir en una frontera isocuanta. La EAS se refiere a la habilidad de escoger niveles óptimos de insumos para determinados factores de precios; a utilizar las ratios mínimas para la minimización de los costos.

Por lo tanto, la EE de una empresa puede ser calculada empíricamente mediante un método racional de estimación de fronteras a partir de la observación de situaciones reales de producción (Farrell 1957). La EE comprende a la ET y la EAS (o de precios), y se estima mediante el uso de una función de frontera de producción.

Teóricamente un proceso de producción cuenta con EAS igual a uno, si la tasa marginal de sustitución entre cada par de factores es igual a la proporción de los precios de estos. Por ejemplo, una empresa es declarada como eficiente en cuanto a la asignación de recursos si, a un nivel de producción dado, los costos de los factores son mínimos.

2.2.1. Método de estimación de la eficiencia económica

Los métodos pueden ser paramétricos, no paramétricos, determinísticos y estocásticos (Alvarado 2013). El método paramétrico, implica la especificación de una forma funcional particular. Los métodos no paramétricos son los que no necesitan de dicha especificación. Los métodos determinísticos asumen que todas las desviaciones de la frontera se explican por la ineficiencia. Los métodos estocásticos le atribuyen cierta desviación al ruido estadístico (Calisto 2010).

El análisis de Fronteras Estocásticas de Producción (FEP) y el Análisis Envolvente de Datos (DEA) ambos métodos se destacan en la revisión de la literatura. El análisis de FEP es un método estocástico y paramétrico definido para estimar los coeficientes que determinan la función de producción, y el DEA es método determinístico no paramétrico que no asume ninguna forma específica, en su lugar utiliza los datos del nivel de productos e insumos para estimar mediante los métodos de programación lineal a un conjunto convexo que representa el nivel máximo de producto alcanzable (Charnes *et al.* 1978).

La gran mayoría de los estudios han utilizado aproximaciones paramétricas para medir la eficiencia productiva (Alvarado 2013; Calisto 2010). Bravo-Ureta y Rieger (1990) comparan los resultados de los modelos determinísticos (tanto de programación como econométricos), y de modelos estocásticos paramétricos de eficiencia para una muestra de granjas de EE. UU. Si bien los parámetros resultan cuantitativamente distintos, el

ranking ordinal de eficiencia es similar. Esto sugiere que la elección de los métodos es de alguna manera arbitraria.

Para ello, si se quiere tener la EE, primero se halla la ET y la EAS. Entonces se utiliza la función de FEP para calcular la ET.

Cuando la tecnología y los factores de entrada se mantienen constantes, la ET se puede estimar como la relación del *output* observado al *output* máximo posible (Figura 3).

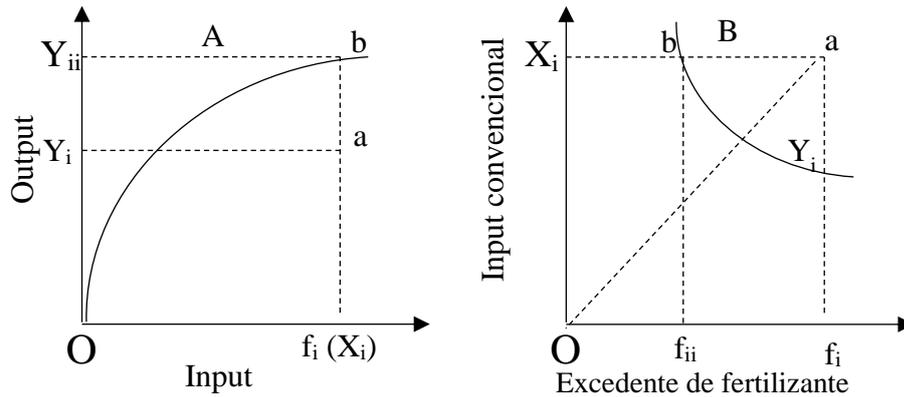


Figura 3: Representación de la eficiencia económica

Entonces, la ET viene dado por:

$$ET = [\max\{y: yY_i \leq F(X_i, f_i)\}]^{-1} = |OY_i|/|OY_{II}| \dots \dots \dots (1)$$

A continuación, se especifica un modelo general de FEP:

$$Y_i = F(X_i f_i; \beta) \exp \{V_t - U_i\} \dots \dots \dots (2)$$

Donde, Y_i denota el nivel de producción; X_i es un vector de insumos convencionales, incluyendo insumos, trabajo, capital; f_i denota el excedente de fertilizantes químicos; β es un vector de parámetros tecnológicos a estimar; V_i es un término de error aleatorio que captura eventos que están fuera del control de los agricultores (como el clima y los desastres naturales), independientemente e idénticamente distribuidos como $f(0, \sigma_v^2)$; U_i captura la ineficiencia técnica en la producción y es un error aleatorio no negativo, independientemente e idénticamente distribuidos como $f^+(\mu, \sigma_v^2)$. De acuerdo con la definición de la medida de ET radial, la ET puede expresarse como:

$$ET_i = Y_i / [F(Y_i, f_i; \beta) \exp \{V_i\}] \dots \dots \dots (3)$$

Las ecuaciones (1) a (3) proporcionan formas de calcular la ET.

El análisis empírico requiere una forma específica de la función de producción. Por lo tanto, se utiliza una función de producción de translog flexible, que es el segundo orden aproximadamente de cualquier función desconocida y permite rendimientos variables a escala y elasticidad variable de sustitución según Xiao et al. (2012).

$$\ln Y_i = \beta_0 + \sum_j \beta_j \ln X_{jit} + \beta_n \ln f_{it} + \beta_t T + \frac{1}{2} \sum_j \sum_k \beta_{jk} \ln X_{jit} \ln X_{kit} + \sum_j \beta_{jn} \ln X_{jit} \ln f_{it} + \sum_j \beta_{jt} \ln X_{jit} T + \beta_{nt} \ln f_{it} T + \frac{1}{2} \beta_{nn} (\ln f_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_{tt} T^2 + V_{it} - U_{it} \dots \dots \dots (4)$$

En la ecuación (4) j representa *inputs* convencionales tales como semillas, mano de obra y capital, donde $\beta_{jk} = \beta_{kj}$; f representa el excedente de fertilizantes químicos y T representa la tendencia temporal que captura el cambio tecnológico neutral de Hicks. En la función de producción de Cobb-Douglas, T puede ser simplemente un cambio tecnológico, mientras que en la función de producción de translog, T es también la variable clave para estimar el cambio tecnológico (Battese & Coelli, 1995).

La EE se define como la ratio del costo mínimo observado del total de la producción (C^*) y el actual costo total de producción (C) usando el resultado de la ecuación (3) de arriba, esto es:

$$EE_j = \frac{C_i}{C_i^*} = \frac{E(C_i/U_i=0, Y_i P_i)}{E(C_i/U_i, Y_i P_i)} = E[\exp(U_i)/\varepsilon] \dots \dots \dots (5)$$

Luego, para calcular la EAS:

$$EAS = EE/ET \dots \dots \dots (6)$$

Luego se emplea una función de tipo Cobb Douglas especificada de la siguiente forma:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + V_i - U_i \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

Y_i es la *producción total* medida en kg,

X_{1i} es el *área total sembrada* (ha),

X_{2i} es el *trabajo* (en días hombre al año),

X_{3i} son los *fertilizantes* (kg de N por ha), y

X_{4i} son las *semillas* (kg por ha).

También se especifica una función de tipo Cobb Douglas para estimar la frontera de costo:

$$C_i = \alpha_0 + \alpha_1 P1_i + \alpha_2 P2_i + \alpha_3 P3_i + \alpha_4 Y^* + V_i - U_i \dots \dots \dots (8)$$

Donde:

C_i es el *costo total* de producción por año,

$P1_i$ es el *promedio de salario por persona*,

$P2_i$ es el *precio promedio de fertilizante*,

$P3_i$ es el *índice de precio de la semilla*, y

Y^* es la producción ajustada.

Pero debe tenerse en cuenta que en este modelo se halla la eficiencia de costos (EC). Por lo tanto, la EE se halla como la inversa de la eficiencia de costo:

$$EE = 1/\text{Eficiencia de costo (EC)} \dots \dots \dots (12)$$

Una vez estimados los parámetros se realiza una regresión lineal mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO) para evaluar qué factores socioeconómicos influyen en la eficiencia económica. Para dicha regresión la variable dependiente es la ET de asignación y las variables independientes o explicativas son el tamaño de la explotación de la producción de granos, la edad del agricultor (años), el nivel educativo, los ingresos en otras actividades y finalmente, el acceso al crédito.

2.3. EFICIENCIA TÉCNICA EN UNA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

La ineficiencia técnica en las organizaciones dedicadas a la producción ha sido un tema bastante estudiado. Los modelos de frontera de producción es una aplicación empírica utilizada en estudios agrícolas¹⁹.

¹⁹ El número de publicaciones analizadas: *The journal of Agricultural Economics* (2); *Canadian Journal of Agricultural Economics* (2); *American Journal of Agricultural Economics* (2); *Southern journal of*

Los estudios analizaron factores de producción y encontraron que la varianza de los efectos agrícolas son un componente muy importante en la descripción de la variabilidad de la producción de arroz (la estimación del parámetro γ era 0,81) según Kalirajan (1981). Las variables que consideró importantes fueron: la experiencia del agricultor, nivel educativo o educación formal (Kalirajan y Shand 1986), número de visitas de los agentes de extensión. Bagi (1982) por su parte consideró el tiempo completo o parcial del agricultor y concluye que no hay diferencias significativas. Para Kalirajan y Flinn (1983) la incidencia de la fertilización también tiene una influencia significativa.

La extensión del cultivo (las pequeñas y grandes explotaciones) tienen un rol importante (Bagi 1984; Huang *et al.* 1986; Kumbhakar *et al.* 1989).

Respecto a la tecnología, los resultados indican que la introducción de nuevas tecnologías para los agricultores no se traduce necesariamente en un aumento significativo de la ET para los otros agricultores tradicionales (Kalirajan y Shand 1986).

La mano de obra (incluyendo la familia y el trabajo contratado) y el capital (el costo de oportunidad de los gastos de capital en la granja) y los ingresos no agrícolas fueron incluidos en el estudio de Kumbhakar *et al.* (1989).

En referencia a los métodos utilizados en las investigaciones: función de FEP translogarítmica y el modelo de frontera estocástica Cobb-Douglas analizados por Bagi y Huang (1983) (Kalirajan y Shand 1986) encuentran que este último no es una representación adecuada de los datos, dadas las especificaciones del modelo translogarítmica para ambos cultivos y explotaciones mixtas. Además, Kalirajan y Flinn (1983) señalan que el modelo de Cobb-Douglas es una representación inadecuada para los datos en el ámbito de granjas.

El Taylor y Shonkwiler (1986) estiman que ambas fronteras de producción deterministas y estocásticas de tipo Cobb-Douglas no fueron diferentes a nivel significativo durante la investigación de un programa de crédito para los agricultores en el país Brasil. Se evaluó a los participantes y no participantes del programa patrocinados por el Banco Mundial

Agricultural Economics (2); *Australian Journal of Agricultural Economics* (1); *Agricultural Economics Czech Rep* (2); *International Journal of Agricultural* (1); *Agricultural Finance Review* (1).

(PRO-DEMATA) los resultados de las FEP a nivel de las ET medias para los participantes y los no participantes concluyeron en 0,714 y 0,704, respectivamente.

En contraposición Bravo-Ureta y Rieger (1990) estiman que las dos funciones de producción frontera deterministas y estocásticas para una amplia muestra de las explotaciones lecheras en los Estados del noreste de los EE. UU. la forma funcional Cobb-Douglas se supone que es apropiado. Los parámetros de las fronteras deterministas se estimaron por programación lineal, corregidos por MCO de regresión y los métodos de máxima probabilidad (suponiendo que los efectos de la granja no negativos tenían distribución gamma).

Las funciones de producción de frontera se han aplicado en el análisis de datos a nivel de granja en un gran número de países desarrollados y en desarrollo este análisis aún es incompleto, pero se ha considerado revistas principales sobre economía agrícola.

En todos los documentos revisados los investigadores analizan un producto y no una canasta de productos como espera analizar esta investigación. Asimismo, la acepción de eficiencia es utilizado originalmente en las empresas y tienen como objetivo la maximización de la eficiencia, esto incluye una producción a escala (Calisto 2010) que difiere de los objetivos de los productores de quinua en el Departamento de Puno debido a que los sistemas de cultivo rotativo o itinerantes posibilita el desarrollo de la agrobiodiversidad a diferencia de la agricultura industrial (intensiva) que suele recurrir a los monocultivos.

A raíz de ello, autores como Koronakos *et al.* (2018) plantean una extensión del DEA convencional que considera como una red de subprocesos interconectados, donde las conexiones indican el flujo de las medidas intermedias. En ese mismo sentido, Atici (2015) relaciona varios bienes con la fabricación del producto principal mediante una modificación a la metodología DEA que involucra granjas agrícolas en diferentes regiones de Turquía e involucra a expertos en el proceso planteado.

Sobre las variables analizadas en los estudios, la significancia de cada uno de ellos depende del producto analizado. En algunas investigaciones la mano de obra es más significativa que la tecnología o la extensión del campo agrícola frente al conocimiento.

Respecto al método implica varios problemas que requieren más investigación considerando que se tiene una variedad de productos y factores de producción.

2.4. LA ECONOMÍA FAMILIAR CAMPESINA

La economía familiar campesina²⁰ encuentra un sentido de relevancia en los países de latinoamericanos debido a las características territoriales y brechas estructurales que afronta. Para la comprensión Chayanov (1974) señala que constituye una formulación precisa y coherente de los méritos que tienen la producción campesina y las empresas agrícolas, planteada a principios del siglo XX.

Las economías campesinas generan dinámicas económicas, sociales, culturales, políticas y tecnológicas, dado a las diversas funciones que desempeñan estos sistemas productivos no solo en entornos rurales sino en los contextos urbanos (Santacoloma-Varón 2015).

Las actividades de la economía campesina determinan el papel de la soberanía alimentaria de los países, en la calidad de la vida en el campo, la calidad de los alimentos y la necesidad de un uso sostenible y efectivo del agua, la energía y la tierra fértil (Van der Ploeg 2010). El pensamiento económico dominante, por otro lado, defiende la agricultura empresarial o agroindustrial como la única forma de satisfacer las necesidades de un mundo globalizado (Friedmann y McNair 2008).

En este sentido, las economías campesinas, casi siempre, constituyen “resguardos” de desarrollo sostenible, si se tiene presente que estos sistemas juegan un papel clave en la provisión de alimentos saludables a una población en crecimiento sin comprometer a la base de los recursos naturales (Santacoloma-Varón 2015).

Según Guzmán (2004), la economía campesina enfatiza la acción colectiva y el desarrollo participativo de los campesinos en las áreas de producción y circulación alternativa de productos.

²⁰ El concepto de campesino puede comprender a partir de cualquier persona de los relacionados en la agricultura de subsistencia de permanencia hasta los integrantes de una moderna finca familiar (Cerrada 2015).

Por otro lado, Bernstein y Byres (2001) argumentan que el objetivo es satisfacer las necesidades de la familia, más no la ganancia. Se infieren dos elementos específicos de la producción campesina: la lógica de la permanencia y la lógica de conservar un cierto control sobre los medios de producción. Asimismo, señala que la agricultura campesina se distingue de otras formas de agricultura en la priorización del valor ecológico (Bernstein 2016). También destaca, que el esencialismo campesino tiene cualidades familiares como la solidaridad, reciprocidad, el igualitarismo, el compromiso con los valores de una forma de vida basada en el hogar, la comunidad, los parientes y el lugar (y la armonía con la naturaleza, un motivo revivido y privilegiado por los discursos "verdes" actuales) (Bernstein y Byres 2001).

Respecto, a la reciprocidad e intercambio entre los hogares en la economía campesina, señala Ellis (1993) que se distingue de la finca familiar comercial, dado que la primera (economía campesina), se concentra en la idea de su incorporación parcial a mercados imperfectos, mientras el segundo es plenamente incorporado en un mercado desarrollado. Es decir, los mercados a los que se enfrentan los campesinos serían imperfectos, dado que sufren condiciones adversas, entre las que se puede señalar: acceso a los medios de producción, acceso a los mercados y la comunicación.

En esa línea Rosset (2000) plantea la viabilidad económica de las pequeñas explotaciones, suscribe: "Las pequeñas explotaciones una y otra vez han sido etiquetados como atrasadas, improductivas e ineficientes, un obstáculo que es necesario superar en el proceso de desarrollo económico... [Sin embargo]... están lejos de ser tan improductivas o ineficientes como muchos nos quieren hacer creer". Según sus datos las pequeñas explotaciones producen mucho más por hectárea que las grandes granjas. Esto se debe a que el monocultivo implica hileras desnudas que invita a la infestación de malezas, para contrarrestar tienen que invertir en deshierbar o dinero en herbicidas (Rosset 2000).

En contraste los pequeños agricultores en el tercer mundo, tienen muchas más probabilidades de plantar cultivos mezcla o cultivos intercalados, donde el espacio vacío entre hileras se ocupa por otros cultivos.

Teniendo esto en cuenta, las combinaciones de cultivos o rotación de cultivos y el uso de recursos de estiércol de ganado les ayudan a restaurar la fertilidad del suelo. Por lo tanto, se puede concluir que un modelo de economía familiar campesina integrado puede lograr

las metas de empleo y equidad que un modelo de explotaciones a gran escala (Rosset 2000).

En este contexto teórico, existe un gran debate sobre si la penetración de relaciones capitalistas en la estructura agraria conduzca a la profunda divergencia interna en la economía campesina, y las posibilidades de conducir a la pobreza. Aunque otros autores Chayanov (1974) y Vans der Ploeg (2010) intentan explicar cómo perdura la economía campesina en un mundo globalizado, junto con la gran empresa agrícola capitalista. Y que el auge de la agricultura moderna no destruye por completo las formas tradicionales de producción.

2.4.1. Tipología de la agricultura familiar

Según Bernstein (2010) en el libro “*Class dynamics of agrarian change*” identifica tres categorías en la economía campesina.

- a) Los campesinos pobres, tienen que vender su fuerza de trabajo con regularidad porque no pueden acumular activos productivos y cubrir las necesidades de la familia (el umbral de reposición) únicamente con el trabajo dentro de su finca.
- b) El agricultor medio que puede producir en la misma escala de producción y puede cubrir umbrales de reposición principalmente a través del trabajo en las fincas agrícolas familiares. Estos hogares tratan de diversificar sus ingresos y diferenciarse entre ellos. Esto se debe a que el miembro familiar a veces migra en busca de trabajos remunerados. Esto asegura la persistencia de los campesinos.
- c) Los agricultores ricos pueden acumular capital suficiente para invertir en la producción mediante la compra de medios de producción o de mano de obra adicional. Se convierten en agricultores capitalistas.

Por otro lado, el Censo Nacional Agropecuario – CENAGRO (INEI 2013) en el ámbito nacional muestra que, del total de productores dedicados a la actividad agraria, el 97,9 por ciento²¹ tienen tierras agrarias. De los productores con tierras agrarias el 97 por ciento son agricultores familiares; es decir, su característica principal está relacionada con el

²¹ Productores agrarios con tierras (2 213 506) y sin tierras (47 467). Los productores sin tierras se dedican en exclusividad a la crianza de animales.

uso de la fuerza laboral y la agricultura como fuente de ingresos.

El Perú, considera tres categorías de agricultura familiar: (i) la agricultura familiar de subsistencia, (ii) intermedia y (iii) consolidado (MINAGRI 2019).

La agricultura familiar de subsistencia como se muestra en la Tabla 4 tiene su orientación hacia el autoconsumo, con disponibilidad de tierras e ingresos, es de producción propia e insuficiente para garantizar el ingreso familiar, lo que induce a los agricultores a recurrir a trabajos asalariados. La agricultura familiar de subsistencia se divide en agricultura de subsistencia y de subsistencia crítica.

Tabla 4: Agricultura familiar de subsistencia crítica y agricultura de subsistencia

Agricultura familiar de subsistencia crítica	Agricultura familiar de subsistencia
Son aquellas familias que cuentan con menos de dos hectáreas, no cuentan con riego en ninguna de sus parcelas, ni hacen uso de semillas certificadas. Se encuentran en estado crítico porque poseen escasas tierras y su nivel tecnológico es nulo.	Son aquellas familias con extensión menor a dos hectáreas, y que utilizan por lo menos una de las dos tecnologías (semillas, riego).

Fuente: Elaborado a partir del “Plan Nacional de Agricultura Familiar 2019-2021” por MINAGRI (2019).

La agricultura familiar intermedia como se muestra en la Tabla 5 tiene una mayor dependencia de la producción propia (autoconsumo y venta), accede a tierras con mejores recursos, satisfaciendo así las necesidades de la familia, pero tiene dificultades para generar un excedente que permita la reproducción y desarrollo de las unidades productivas.

Tabla 5: Agricultura familiar intermedia con menor potencial y con mayor potencial

Agricultura familiar intermedia con menor potencial	Agricultura familiar intermedia con mayor potencial
Son aquellas familias que cuentan con una extensión de dos a cinco hectáreas, no tienen ninguna parcela bajo riego ni hacen uso de semilla certificada.	Son aquellas familias que cuentan entre dos y cinco hectáreas y que, además usan al menos una de las dos tecnologías (riego, semilla).

Fuente: Elaborado a partir del “Plan Nacional de Agricultura Familiar 2019-2021” por MINAGRI (2019).

La agricultura familiar consolidada recibe sustento suficiente en la producción propia, explota los recursos de la tierra con mayor potencial, accede a los mercados y genera excedentes para la capitalización de unidades de producción. Consiste en familias con una extensión cinco o más y no superan las diez hectáreas. Utilizan al menos una o dos tecnologías. Es decir, tienen al menos una parcela bajo riego y usan semillas certificadas.

Por otro lado, la agricultura familiar también incluye una dimensión comunitaria, la misma que es característica de comunidades nativas y campesinas. Esta definición es relevante para: (i) la gestión de recursos naturales, (ii) la organización de los procesos de trabajo y (iii) el uso compartido del conocimiento técnico y ecológico (MINAGRI 2019).

- **Comunidad campesina** es una organización de interés público, legalmente existente y personería jurídica, y está formado por familias que viven y gobiernan en un territorio determinado, ligadas por vínculos ancestrales, económicas, sociales y culturales expresados en la propiedad comunal de la tierra, el trabajo comunal, la ayuda mutua, el gobierno democrático y el desarrollo de actividades multisectoriales cuyos fines se orientan a la realización plena de sus miembros y del país²².
- **Comunidad nativa** tiene su origen en los grupos originarios de la ceja de selva y los grupos tribales de la selva y están conformadas por grupos familiares vinculadas por los siguientes factores clave: idioma o dialecto, características culturales y sociales; tenencias y usufructo común y permanente de un mismo territorio con asentamiento nucleado o disperso²³.

2.4.2. Racionalidad socioeconómica del productor

Con base en Ellis (1993) de “Teoría de la optimización del campesino” se encontró cinco posibles racionalidades de los productores campesinos según: (i) la disponibilidad y accesibilidad de los recursos, y la (ii) influencia del entorno socioeconómico:

²² Ley N.º 24656 Ley general de comunidades campesinas.

²³ Decreto Ley N.º 22175 Ley de Comunidades nativas y de desarrollo agrario de la Selva y Ceja de Selva.

a) **Maximización del beneficio**²⁴

Los campesinos buscan maximizar el beneficio y por tanto son productores eficientes. Existe una distinción entre eficiencia técnica y eficiencia en la asignación de recursos. Los beneficios pueden ser monetarios o de producción.

b) **Aversión al riesgo**²⁵

El riesgo y la incertidumbre son los principales impulsores del proceso de toma de decisiones de las unidades campesinas. En situaciones de incertidumbre el campesino quiere minimizar el riesgo, por lo que el diseño de los sistemas de cultivo tiene como objetivo aumentar la seguridad familiar en lugar de maximizar el beneficio. A medida que aumentan la riqueza y los ingresos, disminuye la aversión al riesgo.

c) **Aversión al trabajo penoso**²⁶

La familia percibe el trabajo agrícola como incómodo o fatigoso. El uso óptimo del trabajo familiar es un tema subjetivo que varía de un hogar a otro según la estructura demográfica. El objetivo es maximizar la satisfacción familiar con respecto a la relación entre trabajo (ingresos) y el ocio.

d) **El campesino agricultor familiar**²⁷

Cuando los hogares tienen acceso a la mano de obra, es posible separar las mejores decisiones de producción para el uso de la mano de obra de las mejores decisiones de consumo para el uso alternativo del ingreso y el tiempo. El objetivo es maximizar la satisfacción familiar.

²⁴ The profit maximizing peasant.

²⁵ The risk-averse peasant.

²⁶ The drudgery-averse peasant.

²⁷ The farm household peasant.

e) **El campesino aparcerero**²⁸

Los resultados de la explotación productiva y los riesgos asociados se distribuyen de manera uniforme. El campesino que no tienen tierra paga por su uso como porcentaje de la cosecha obtenida.

Cada sistema de producción se caracteriza por una cierta racionalidad económica y depende tanto de la elección técnicas de la familia campesina como de la gestión de la elección de medios de producción a su disposición. Los productores se esfuerzan por implementar un sistema de producción que mejor se adapte a sus intereses y objetivos económicos.

2.4.3. Sistemas de producción

Mazoyer (1987) define un sistema agrario de la siguiente manera: un modo de explotación del entorno históricamente creado y sostenible, un sistema de fuerzas de producción que se adapta a las condiciones bioclimáticas de un espacio determinado y responde a las condiciones sociales y necesidades de ese momento.

Los sistemas agrarios agrupan sistemas de producción que reúnen características similares, las mismas necesidades específicas, las mismas necesidades ambientales, condiciones agroecológicas, etc. Para caracterizar el sistema agrario, se consideran tres factores que influyen en la organización regional de la actividad agrícola: a) el ecosistema local en sí mismo, b) la relación social entre producción e intercambio, y c) las fuerzas productivas.

Dufumier (1988) estableció el sistema de producción como un conjunto estructurado de actividades agrícolas pecuarias y no agropecuarias establecidas por el productor y su familia para asegurar la reproducción de su explotación resultante de la combinación de los medios de producción y de la fuerza de trabajo disponible en entornos socioeconómicos y ecológicos.

²⁸ The sharecropping peasant.

Por lo tanto, el sistema de producción se define como un agregado de ciertos subsistemas definidos a nivel de familia campesina: cultivo, crianza de animales, transformación y las actividades no agrícolas.

- a) Subsistema de cultivo: conjunto de procedimientos (prácticas y técnicas) que se pueden aplicar a unidades de terreno gestionada de manera homogénea, caracterizadas por la naturaleza de los cultivos y su orden de sucesión.
- b) Subsistema de crianza: se define a nivel de los hatos o rebaños. Es un arreglo espacial y cronológico de poblaciones de animales.
- c) Subsistema de transformación de los productos: actividades de transformar los productos agropecuarios en subproductos que van a dar un valor agregado.
- d) Subsistema de actividades económicas no agrícolas: las actividades realizadas aparte de las actividades agropecuarias como: pequeños negocios y la venta de fuerza de trabajo.

El sistema de producción consta de tres componentes principales: (i) el medio explotado, (ii) la mano de obra, y (iii) los instrumentos de producción.

Los campesinos tienen un sistema agrícola adaptado a las condiciones locales que les permitan una producción necesaria para subsistir, a pesar de cultivar en ambientes marginales de tierra, con variabilidad climática no predecible y un uso muy bajo de insumos externos. Los agroecosistemas tradicionales se caracterizan por un alto nivel de agrobiodiversidad que proporciona muchos beneficios, incluida la seguridad a través de la diversificación.

En la agricultura andina, la evolución de la tecnología agraria produce un conocimiento muy sofisticado sobre el manejo de los ambientes de montañas, resultando en la división del ambiente en franjas agroclimáticas dispuestas de acuerdo con la altitud, cada una caracterizada por prácticas específicas de rotación del campo y cultivos, terrazas y sistemas de riego, la selección de animales, cultivos y variedades (Altieri y Nicholls 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación científica puede concebirse como un conjunto de procesos sistemáticos y empíricos aplicados al estudio de un fenómeno; es dinámica, cambiante y evolutiva. Hay tres formas cuantitativa, cualitativa y mixta. Se eligió en esta investigación la forma cuantitativa (Hernández *et al.* 2003).

3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Enfoque de la investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, dado que utiliza la recolección de datos y el método de análisis de eficiencia.

3.1.2. Tipo de investigación

La presente investigación es aplicada, descriptiva, de causa-efecto y exploratoria, lo primero debido a que se nutre de la investigación básica para resolver problemas concretos, en tanto que la información se recoge de manera directa (encuesta); para ordenar, analizar, interpretar y explicar el análisis de dichos datos como una forma de aproximación a la realidad problemática. Descriptiva, ya que es posible caracterizar y agrupar a diferentes productores de quinua según sus variables técnicas y económicas para identificar productores con características similares y proponer alternativas de desarrollo. La causa-efecto se determinan en los niveles de eficiencia que dependen de insumos y procesos utilizados. Por último, es exploratorio debido a que es una primera aproximación hacia la estimación de la eficiencia de la producción de la quinua considerando la agrobiodiversidad.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño es del tipo no experimental porque se observan las situaciones ya existentes de las variables de eficiencia y producción. Para la investigación el enfoque no experimental es de tipo transversal o transeccional por recolectar datos en un solo momento y en tiempo

único.

La selección de los indicadores de ET se realiza a través del modelamiento de la función de producción y se somete a las pruebas siguientes: análisis de normalidad, heterocedasticidad, autocorrelación, linealidad y cambio estructural. El procesamiento de los datos se realiza mediante el análisis de series de tiempo estacional. Se utilizan el Excel y *Stata* y el procesamiento de los datos proporcionan estimaciones de los Índices de Correlación y ecuaciones de regresión.

3.2.1. Objetivo 1: Determinar la eficiencia técnica de la producción de quinua en función de la agrobiodiversidad.

La ET es indispensable para medir la EE. Los componentes de la ineficiencia de la frontera estocástica de producción, proporcionan estimaciones de los efectos marginales de los determinantes exógenos de eficiencia, desglosados por provincia y tipo de productor.

En teoría macroeconómica, la función de producción se define en términos de la máxima que pueda producir dada un grupo específico de insumos y la tecnología existente y disponible para las empresas involucradas.

El análisis de la FEP es un método para estimar un límite de producción que refleja el estado actual de la tecnología en la industria. Asimismo, determina el potencial máximo o nivel óptimo de producción de la industria. Las empresas operan ya sea en esa frontera si son técnicamente eficientes o por debajo de ella si no son técnicamente eficientes.

En el enfoque desarrollado por Battese y Coelli (1992), la frontera se concibe como estocástica, y el problema es sobreestimar la eficiencia y la ineficiencia relativa a esta frontera. Esto se vuelve más complejo cuando se puede estimar solo la parte “determinística” de la frontera. El análisis de frontera estocástica (AFE) lidia con estos temas estimado, primero, la frontera estocástica y, luego, la eficiencia relativa a esta frontera.

Se puede expresar un modelo lineal de las fronteras de producción estocásticas de la siguiente manera:

$$Y_i = X_i \beta + V_i - U_i$$

Donde Y_i se refiere a la producción de la i -ésima de la unidad agropecuaria.

X_i es un vector de insumos de la función de producción y otras variables explicativas relacionadas con el i -ésima de la unidad agropecuaria.

β es el vector de los parámetros de la función de producción por estimar.

V_i y U_i son los dos componentes de los residuos y se asume que están distribuidos independientemente. V_i es el componente estocástico de los residuos y se asume que es i.i.d $N(0, \sigma^2)$. U_i es una variable aleatoria no negativa y representa la ineficiencia técnica de la producción y también se asume que está distribuida independientemente.

El efecto de la ineficiencia técnica puede ser expresado como una función de un grupo de variables exógenas explicativas (z_i) y puede especificarse de la siguiente manera:

$$U_i = z_i \delta + \varepsilon_i$$

En esta ecuación, ε_i es una variable de errores variables y está definida por el truncamiento de la distribución normal con una media cero y varianza σ^2 . La estimación del modelo involucra estimar los parámetros de la función de la frontera y la ineficiencia.

Una vez que se llevan a cabo los supuestos distribucionales, se deriva la función de verosimilitud de logaritmo del modelo y se usan procedimientos de maximización numérica para obtener los estimados de máxima verosimilitud de sus parámetros. Esta derivación se basa en el supuesto de independencia entre U_i y V_i . Existe un segundo paso de estimación necesario para desenredar el componente no observado (la ET) del error de compuesto (ε).

La ventaja de este método es que permite estimar los puntajes de eficiencia de las unidades agropecuarias y, al mismo tiempo, explorar los efectos de las variables exógenas en dicha eficiencia.

Nivel de análisis

Para estimar la ET, se establece la función de producción Cobb-Douglas de la siguiente forma:

$$\text{Prod}q = a_0 \text{Area}q^{\beta_0} \text{Sem}^{\beta_1} \text{Mo}^{\beta_2} \text{Fer}^{\beta_3}$$

Función de producción logarítmica²⁹:

Se expresa de la siguiente manera:

$$Lprodq = \alpha_0 + \beta_0 LAreaq + \beta_1 LSem + \beta_2 LMo + \beta_3 Fer + (v_i + u_i)$$

Donde:

Prodq : Producción de quinua por una hectárea.

Areaq : Extensión del cultivo quinua (Ha).

Sem : Cantidad de semilla en kilogramo utilizada en una ha.

Mo : Cantidad mano de obra utilizadas para la producción de una hectárea.

Fer : kilogramos de fertilizantes para una ha.

α_0, β_i : Parámetros.

v_i : Error.

u_i : Ineficiencia técnica.

Esta función es modelada en el *software Stata*, también es conocida como análisis de regresión método estadístico que permite establecer una relación matemática entre un conjunto de variables ($Areaq^{\beta_0} Sem^{\beta_1} Mo^{\beta_2} Fer^{\beta_3} Asistec^{\beta_4}$) y una variable dependiente (producción de quinua por una hectárea). Se utiliza fundamentalmente en estudios en los que no se puede controlar por diseño los valores de las variables independientes con el fin de predecir su valor o bien, explicarlo.

Modelación paramétrica

La ET es la capacidad del productor de quinua de conseguir la máxima producción a partir de un conjunto de insumos. La medida de varía entre 0 y 1. Un valor de 1 indica que la ET del productor de quinua es completamente eficiente y opera en la frontera de

²⁹ El objetivo de la regresión logística primordialmente es el de cuantificar cómo influye en la probabilidad de aparición de un suceso.

producción. Un valor menor que 1 refleja que el productor de quinua opera por debajo de la frontera. La diferencia entre 1 y el valor observado mide la ineficiencia técnica.

Análisis de frontera estocástica

Un método econométrico que estima una frontera de producción de la forma: $y = f(x) + v - u$, donde “y” es el producto, $f(x)$ son todos los insumos, v es un término de error que captura perturbaciones impredecibles y “u” capta la ineficiencia técnica.

Prueba de hipótesis específica 1

$H_0: \beta_0 = \beta_1 = 0$ *La producción de quinua tiene diferentes niveles de eficiencia técnica que no obedece a las prácticas productivas y culturales, la agrobiodiversidad regional y las zonas agroecológicas del territorio.*

$H_1: \beta_0 \neq \beta_1 \neq 0$ *La producción de quinua tiene diferentes niveles de eficiencia técnica que obedece a las prácticas productivas y culturales, la agrobiodiversidad regional y las zonas agroecológicas del territorio.*

3.2.2. Objetivo 2: Evaluar la eficiencia económica de la producción de quinua en función a la agrobiodiversidad.

La eficiencia económica se define como la ratio del costo mínimo observado del total de la producción en soles y el actual costo total de producción, para ello se consideran las siguientes variables:

$$\ln CT = a_0 + \beta_0 Lprod + \beta_1 LPSem + \beta_2 LPMo + \beta_3 LPFer + (v_i + u_i)$$

Donde:

CT : Costo total de producir una hectárea de quinua

Prodq : Producción en kilogramo de quinua por hectárea

Sem : Precio de semilla (S/ x ha)

Mo : Precio mano de obra (jornal)

Fer : Precio de fertilizante (S/ x ha)

α_0, β_i : Parámetros

v_i : Error

u_i : Ineficiencia técnica

Prueba de hipótesis específica 2

$H_0: \beta_0 = \beta_1 = 0$ La producción de quinua tiene diferentes niveles de eficiencia económica que no obedece a las prácticas productivas y culturales, la agrobiodiversidad regional y las zonas agroecológicas del territorio.

$H_1: \beta_0 \neq \beta_1 \neq 0$ La producción de quinua tiene diferentes niveles de eficiencia económica que obedece a las prácticas productivas y culturales, la agrobiodiversidad regional y las zonas agroecológicas del territorio.

3.3. POBLACIÓN, TAMAÑO DE MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1. Población

La población se encuentra conformada por todos aquellos productores de quinua del Departamento de Puno, estratificados por provincia (INEI 2013).

Tabla 6: Perú: Número de agricultores de quinua por provincia en Puno, 2012

Provincia de Puno	N.º de agricultores de quinua	Aplicando percentil 30 (≥ 2263)
Puno	13 048	13 048
Azángaro	14 921	14 921
Carabaya	10	-
Chucuito	10 759	10 759
El Collao	8924	8924
Huancané	6137	6137
Lampa	3642	3642
Melgar	3440	3440
Moho	337	-
San Antonio de Putina	961	-
San Román	3636	3636
Yunguyo	1759	-
Total	67 574	64 507

Fuente: Elaborado a partir del “IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Resultados definitivos” por el INEI (2013).

De la Tabla 6, se descarta a aquellas provincias cuyo número de productores a nivel poblacional, resulta ser inferior al percentil número 30, es decir menor a 2263 agricultores de quinua; esto es con la finalidad de asegurar un número de encuestas suficiente para poder inferir en el ámbito de provincias.

Tamaño de muestra

Para determinar el tamaño se utiliza la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\frac{1}{N} (\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h)^2}{N \frac{e^2}{Z^2} + \frac{1}{N} \sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}$$

Donde:

N: Es el tamaño de la población igual a 64 507.

N_h Es el tamaño del estrato h.

σ_h Es la desviación estándar de la producción en el estrato h.

B: Es el error de estimación.

k: Es la abscisa de la distribución normal para un nivel de confianza determinado.

Tomando en cuenta:

Error de estimación (B) de 0,05 ha.

Nivel de confianza del 97 % (K=2,17)

Reemplazando en la fórmula anterior obteniendo lo siguiente:

$$n = \frac{\frac{1}{64\,507} (25\,259,37)^2}{64\,507 \frac{(0,04)^2}{(2,05)^2} + \frac{1}{64\,507} 10\,930,02}$$

De donde:

$$n = \frac{9\,890.95}{21,91 + 0,17}$$

$$n = \frac{9\,890,95}{22,08}$$

$$n = 467.9752411 \approx 458$$

De donde el tamaño de muestra estimado es de 458 productores. Se añade el cinco por ciento adicional por omisión de información de algunas encuestas, por lo tanto, se emplea 480 encuestas por provincias. A continuación, se muestra la distribución en la Tabla 7.

Tabla 7: Provincias de Puno, número de encuestas a agricultores de quinua

Provincia	Tamaño de agricultores	Número de encuestas
Puno	13 048	98
Azángaro	14 921	94
Chucuito	10 759	56
El Collao	8924	62
Huancané	6137	28
Lampa	3642	30
Melgar	3440	45
San Román	3636	46
Total	64 507	458

Fuente: Elaborado a partir del “IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Resultados definitivos” por el INEI (2013).

3.3.2. Muestreo

Para la selección de agricultores a ser encuestadas se usó un muestreo aleatorio, que consiste en clasificar a la población con la misma probabilidad de elección, con la finalidad de estudiar o determinar las características del grupo la población.

3.3.3. Análisis de suelo

Las muestras se han recogido de los distritos con mayor producción de quinua en la Región Puno; tomado en cuenta los siguientes criterios y observaciones descritos en la Tabla 8.

Tabla 8. Departamento de Puno criterios de muestreo para el análisis de suelo

Criterio	Observación
	Se consideró la Topografía, Límites naturales Vegetación o cultivo Manejo, Color y Textura.
1. Selección del área	Se escogió áreas con características similares de Topografía, con un mismo tipo de cultivo que es la quinua, con un manejo similar de tecnología de producción en riego y sistema de siembra. Un límite natural como un entre lotes de chacra. Suelos con color y textura similar.
2. Tamaño de lotes	Los cultivos son extensivos bajo riego por gravedad menor a dos hectáreas.
3. Número y tamaño de submuestras	Se tomó una muestra de en la cantidad de 1 kilo de una profundidad de 0-20 cm de para cada muestra.
4. Sitio de muestreo	Se tomó aleatoriamente el sitio de las muestras, tomando en cuenta la producción de quinua en el terreo escogido.
5. Época de muestreo	Antes de siembra, se consideró tomar la muestra antes de lasiembra y de las lluvias por única vez se recogió la muestra.
6. Tipo de análisis	El estudio es de rutina: pH, acidez intercambiable, Ca, Mg, K,P, S, Fe, Cu, Zn, Mn.

Fuente: Elaborado sobre la base al análisis de suelo aplicada a productores de quinua en cuatro provincias de Puno en octubre 2017.

Las muestras recogidas corresponden a las provincias de Azángaro, San Román, Puno y El Collao, en el Departamento de Puno, se detalla en la siguiente Tabla 9:

Tabla 9. Distribución de distritos y provincias para el análisis de suelos

N.º	Muestra	Distrito	Provincia	Departamento
1	M 1	Azángaro	Azángaro	Puno
2	M 2	San Juan de Salinas	Azángaro	Puno
3	M 3	Samán	Azangaro	Puno
4	M 4	Caracoto	San Román	Puno
5	M 5	Cabana	San Román	Puno
6	M 6	Cabana	San Roman	Puno
7	M 7	Ácora	Puno	Puno
8	M 8	Ácora	Puno	Puno
9	M 9	Ácora	Puno	Puno
10	M 10	Ilave	El Collao	Puno
11	M 11	Ilave	El Collao	Puno
12	M 12	Ilave	El Collao	Puno

Fuente: Elaborado sobre la base al análisis de suelo aplicada a productores de quinua en cuatro provincias de Puno en octubre 2017.

El resultado del análisis de las muestras, se realizó en el laboratorio de análisis de suelos, plantas y fertilizantes de la Facultad de Agronómica, del Departamento de Suelos, de la Universidad Nacional Agraria la Molina, con fecha Julio 2019; según los siguientes parámetros de la Tabla 10.

Tabla 10: Parámetros de interpretación de análisis de suelos

		Bajo	Medio	Óptimo	Alto
pH		< 5	5 – 6	6 – 7	> 7
Ca	cmol/L	< 4	4 – 6	6 – 15	> 15
Mg	cmol/L	< 1	1 – 3	3 – 6	> 6
K Acidez	cmol/L	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 0.8	> 0.8
	cmol/L		0.3 – 1	< 0.3	> 1
S. A.	%		10 – 30	< 10	> 30
P Fe	mg/L	< 12	12 – 20	20 – 50	> 50
	mg/L	< 5	5 – 10	10 – 50	> 50
Cu	mg/L	< 0.5	0.5 – 1	1 – 20	> 20
Zn	mg/L	< 2	2 – 3	3 – 10	> 10
Mn	mg/L	< 5	5 – 10	10 – 50	> 50
B	mg/L	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1	> 1
S	mg/L	< 12	12 – 20	20 – 50	> 50
MO	%	< 2	2 – 5	5 – 10	> 10
Relaciones Catiónicas		Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K
		2-5	5-25	2.5-15	10-40

Fuente: Elaborado a partir de “Tabla de interpretación de análisis de suelos” Molina y Meléndez (2002).

3.4. FUENTES DE INFORMACIÓN

3.4.1. Fuente secundaria

La situación de los productores de quinua se determinó con información secundaria para ello, se recurrió a las fuentes del INEI, específicamente el IV Censo Nacional Agrario (CENAGRO) realizado en el año 2012 con el objetivo de conocer las características y prácticas agrarias, la extensión de cultivo, ubicación geográfica, condición jurídica y características de los productores y su familia (Tabla 11).

Tabla 11: Departamento de Puno, variables para la caracterización de agricultores de quinua, según CENAGRO (INEI 2013)

Dimensiones	Variables
Ubicación Geográfica	Departamento
	Provincia
	Distrito
Extensión de cultivos	Nro. de Unidades Agropecuarias (UAs)
	% UAs de menos de 0,5 ha
	% UAs de 0,5 a 4,9
	% UAs de 5,0 a 9,9
	% UAs de 10,0 a 19,9
	% UAs de 20,0 a 49,9
	% UAs de 50,0 a Mas
	Superficie total Uas has
	Superficie sembrada (SS) ha
	% SS al seco
	% SS con riego
% SS con riego y canal de mampostería/revestido	
% SS con riego y percepción de aguas contaminadas	
Características y prácticas agrarias	% UAs con administrador(a) remunerado(a) permanente
	% UAs con crédito (12 meses anteriores)
	Promedio de trabajadores permanentes por UA
	Promedio de mujeres / Promedio de trabajadores permanentes por UA
	% UAs que aplicaron abono orgánico
	% UAs que utilizaron fertilizantes químicos
	% UAs que utilizan energía eléctrica en cultivos
	% UAs que usan tractores
% UAs que tienen al menos un camión/camioneta	
Condición Jurídica	% UAs con personería jurídica (SAC, SAC, SRL, EIRL)
	% UAs en cooperativa o comunidad
	% UAs de las personas naturales sin asociación
	% UAs de las personas naturales con asociación
Características del productor y su familia	UAs de las personas naturales UAPNs
	% UAPNs cuya actividad agropecuaria le produce suficientes ingresos para alimentación
	% UAPNs cuyo productor(a) tiene al menos educación superior no universitaria
	% UAPNs cuyo productor(a) tiene al menos educación secundaria
	% UAPNs cuyo productor(a) sabe leer y escribir
% UAPNs cuyo productor(a) tiene un idioma nativo como primera lengua	

<<Continuación>>

Dimensiones	Variables
	% UAPNs encabezados por mujer
	% UAPNs cuyo algún miembro tiene al menos educación superior no universitaria
	% UAPNs cuyo algún miembro tiene al menos educación secundaria
	Promedio de horas de viaje a la capital distrital por UA
	Promedio de número de miembros del hogar por UA
	Promedio de número de miembros del hogar que participan en cultivo por UA
	Promedio de número de mujeres/Promedio de número de miembros del hogar
	% UAPNs que tienen cocina mejorada
	% UAPNs que tienen computadora

Fuente: Elaborado a partir del “IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Resultados definitivos” por el INEI (2013).

3.4.2. Fuente primaria

La investigación estimó realizar una encuesta (Anexo 1) con el objetivo de contar con información detallada y actual del productor en Puno, ya que los datos del CENAGRO y otras fuentes tienen una antigüedad de más de cinco años. Además, las investigaciones sobre productores de quinua conservadores de la biodiversidad son relativamente nuevas.

Los objetivos de la investigación consideraron una información detallada el proceso de producción, nivel de utilización de las maquinarias, características sociales y ambientales. Para la realización de las encuestas, se realizó dos *focus group*; una ellas, en la zona aimara y otra en la quechua.

Asimismo, se realizó visitas y reuniones con las agencias agraria de las ocho provincias de estudio. Las encuestas fueron dirigidas a productores de quinua en el Departamento de Puno en ocho provincias, la elección de los lugares de la encuesta se realizó en base a la representatividad de las unidades agropecuarias que producen quinua.

Las encuestas se aplicaron en el 2017 en dos momentos: la primera, una encuesta piloto dividida en dos etapas, la primera fue la encuesta piloto y la segunda un *focus group*. Se tomaron 40 encuestas piloto distribuidos de la siguiente manera: 20 para la zona aimara y 20 para la zona quechua durante el periodo comprendido del 3 al 7 de septiembre del 2017.

La encuesta final se aplicó a 458 agricultores entre el tres al 15 octubre del 2017 distribuidas según la Tabla 12.

Tabla 12: Departamento de Puno, número de encuestas, según distrito, 2017

Provincias	Distritos	Nro. encuestas por distrito	Nro. encuestas + 10 % para cubrir omisión de datos
Puno	Acora	34	
	Amantani	2	
	Atuncolla	12	
	Chucuito	10	
	Coata	3	98
	Mañazo	6	
	Paucarcolla	10	
	Pichacani	4	
	Plateria	5	
	Tiquillaca	3	
Azángaro	Azángaro	12	
	Achaya	3	
	Arapa	3	
	Asillo	8	
	Caminaca	4	
	Chupa	4	
	Muñani	8	94
	Saman	9	
	San Antoni	7	
	San José	7	
	San Juan de salinas	6	
	Santiago de Pupuja	11	
	Tirapata	3	
Chucuito	Juli	6	
	Huacullani	3	
	Kelluyo	8	56
	Pomata	16	
	Zepita	18	
El Collao	Ilave	37	62
	Pilcuyo	19	
Huancané	Huancane	4	
	Inchupalla	3	28
	Pusi	2	
	Taraco	16	
Lampa	Lampa	6	
	Cabanilla	9	
	Calapuja	3	30
	Nicasio	4	
	Pucara	5	
Melgar	Ayaviri	8	
	Antauta	4	
	Llalli	2	
	Macari	9	45
	Nuñoa	2	
	Orurillo	12	
	Santa Rosa	4	

<<Continuación>>

Provincias	Distritos	Nro. encuestas por distrito	Nro. encuestas + 10 % para cubrir omisión de datos
San Román	Juliaca	14	
	Cabana	16	46
	Cabanillas	2	
	Caracoto	10	
Total		416	458

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

3.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Dos limitaciones difíciles de cuantificar se identificaron en el estudio: (i) la dificultad de cuantificar el costo de la producción de quinua y (ii) la recolección de la información sobre la práctica de la rotación de cultivos.

El primero, debido a que los productores no cuantifican de la misma manera el costo de los procesos productivos que realizan desde la preparación del suelo hasta la cosecha de quinua. En el caso de la cuantificación de mano de obra se puede involucrar a toda la familia o al *ayni* (trabajo colaborativo). Para las semillas, estas no son adquiridas del mercado sino son seleccionadas de la cosecha anterior. Sobre las herramientas utilizadas, estas no son valorizadas, tampoco existe una reposición por depreciaciones y, muchos de estos artefactos son elaborados por los mismos agricultores. Lo mismo, ocurren con los abonos orgánicos provenientes de la misma unidad de producción y puede ser estiércol de ganado o la descomposición de los desechos orgánicos, de cultivos anteriores de ciclos de rotación. En consecuencia, no se contó con factores comparables cuantificables entre unidades agropecuarias. Segundo, la información de campo fue recabada solo una vez.

3.6. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

3.6.1. Ubicación geográfica del Departamento de Puno – Perú

Este capítulo caracteriza y brinda información básica del lugar del estudio. El Departamento de Puno se ubica en el sureste de Perú. Su extensión representa 5,6 por ciento de la superficie nacional (71 999 km²), su organización política es a través de 13 provincias y 109 distritos (Figura 4). El espacio geográfico en su mayoría es sierra (76,9

por ciento de la superficie total) y el resto es selva (Gobierno Regional de Puno 2013). Las actividades de agricultura, ganadería, caza y silvicultura tienen fuerte peso en la economía, siendo el Valor Agregado Bruto de 22,3 por ciento en el 2015, seguido del comercio en un 11 por ciento del total (INEI 2017b). La mayor parte de la población se encuentra en el ámbito rural (52,7 por ciento) (INEI 2017b) y la altitud está comprendida entre 3812 m s. n. m. (nivel del Lago Titicaca) hasta 5500 m s. n. m. (cordillera occidental y oriental), con un clima frío y seco, de temperatura promedio entre 5 °C a 13 °C que favorece la actividad económica agropecuaria, específicamente los granos andinos.

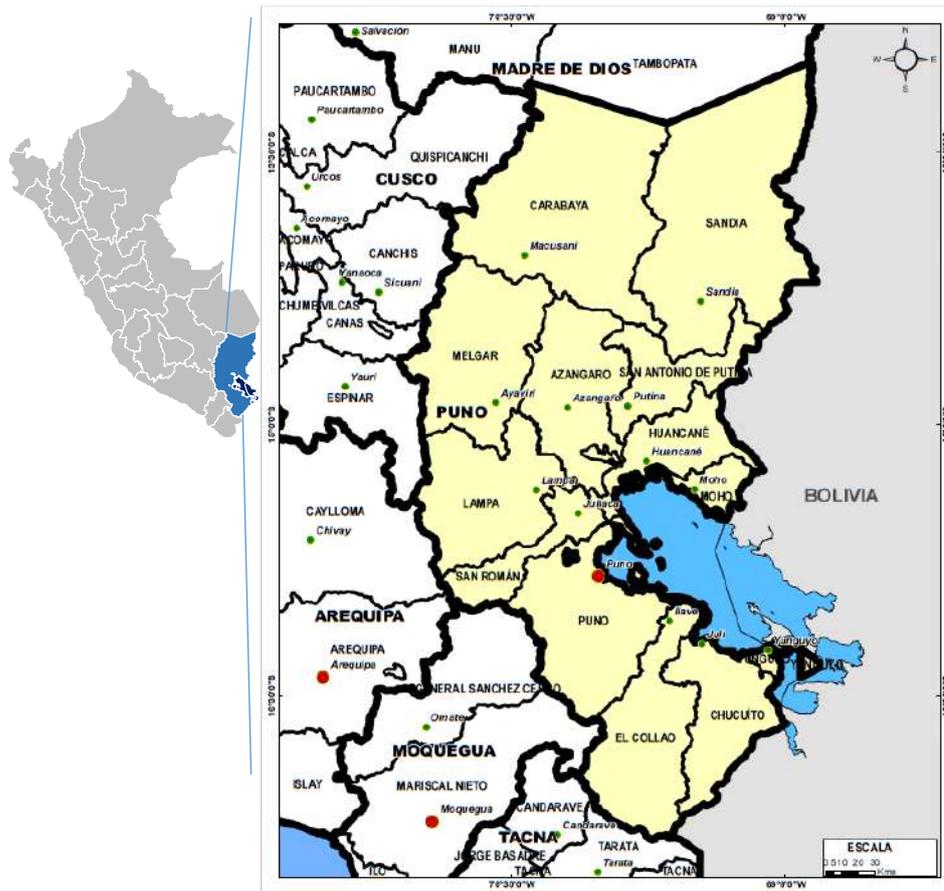


Figura 4. Mapa político del Departamento de Puno, según división política

3.6.2. Sistemas de producción según regadío o secano

La descripción de los sistemas de producción considera las características fisiográficas y climáticas del Perú (INIA 2016). Para el caso de la quinua su clasificación se presenta en la Tabla 13 de siguiente manera:

Tabla 13: Sistema de producción, según regadío o secano

Zona climática	Región	Sector	Sistema de Producción	Código	Especie
Boreal	Sierra	Cultivos	Regadío	C8	Cañihua, mashua, oca, papa, maca, quinua , kiwicha, pastos, alfalfa
			Secano	C12	Papa, maca, quinua , kiwicha, pastos, aguaymanto

Fuente: Elaboración a partir de “Estado de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura” por el INIA (2016).

3.6.3. Zonas agroecológicas

La investigación está delimitada en ocho provincias ubicadas en el Departamento de Puno (Tabla 14). Las provincias se definieron originalmente sobre la base de divisiones administrativas, consistiendo cada una en una determinada cantidad de distritos, pero los análisis se definieron en base a la producción de quinua con el fin de permitir que el enfoque de sistemas diversos sea incorporado (Figura 5).

Tabla 14: Provincias y distritos de las áreas objeto de estudio y las zonas agroecológicas a las que pertenecen

Provincia	Distrito	Zona agroecológica
Azángaro	Asillo, Azángaro, San Antón, Tirapata, Santiago de Pupuja, Muñañi, Chupa, Caminaca, Saman, San Juan de Salinas, Azángaro, San José, Achaya, Arapa.	Suni Alta, Puno Húmeda, Suni Baja, Circunslacustre
Chucuito	Zepita, Huacullani, kellyo, Pomata	Circunslacustre, Suni Alta
El Collao	Ilave, Pilcuyo	Suni Baja, Circunslacustre
Huancané	Taraco, Pusi, Huancané	Circunslacustre
Lampa	Cabanilla, Lampa, Calapuja, Nicasio, Pucará	Suni Alta, Suni Baja
Melgar	Antauta, Ayaviri, Llalli, Macari, Ñuñoa, Orurillo, Santa Rosa, Umachiri	Suni Alta, Puna Húmeda, Puna Seca
Puno	Acora, Amantani, Atuncolla, Chucuito, Coata, Mañazo, Paucarcolla, Pichacani, Platería, Tiquillaca	Suni baja, Suni baja, Circunslacustre, Puna Húmeda
San Román	Cabana, Cabanillas, Caracoto, Juliaca	Circunslacustre, Suni Alta

Fuente: Elaboración propia a partir de “Contribución del conocimiento tradicional para el desarrollo de propuestas tecnológicas en la quinua, en Puno, Perú” por Canahua, Tapia y Jacobsen (2019)

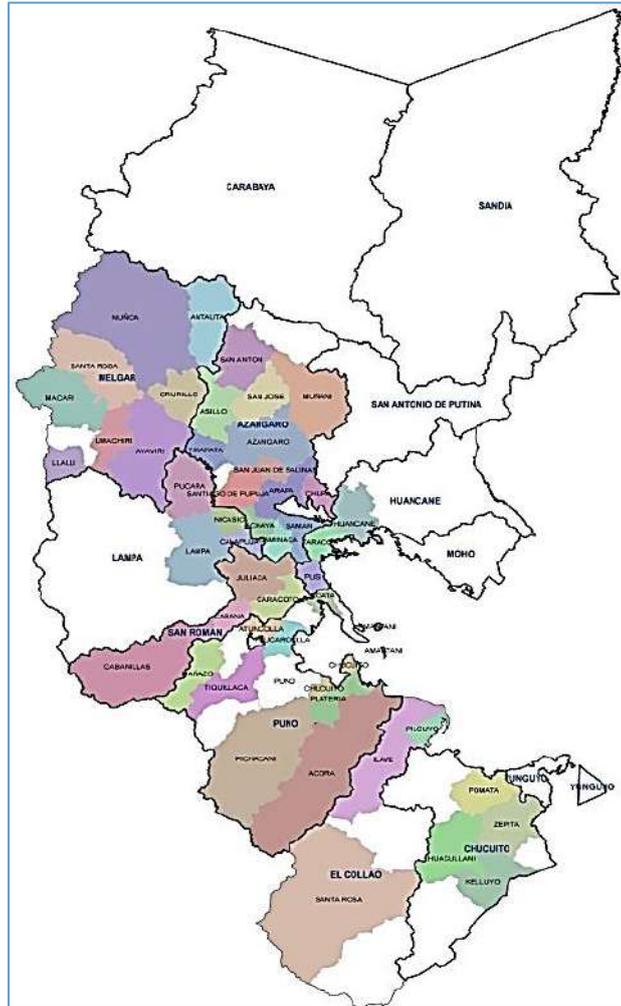


Figura 5: Ubicación de las provincias y distritos objetivo del estudio en Puno-Perú

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

Zona agroecológica circunlacustre

Es una extensión aledaña al Lago Titicaca, la característica más importante es el efecto termorregulador del lago, con altitudes que oscilan entre los 3812 m s. n. m, hasta los 3900 m s. n. m. (MINAGRI 2012) aunque la Autoridad Binacional del lago Titicaca precisa que la altitud oscila desde los 3800 m s. n. m., (ALT-PNUD 2001). La precipitación pluvial total promedio anual oscila entre 650 y 750 mm y la temperatura promedio anual entre 1 °C a 15 °C. con un período libre de heladas de 150 a 180 días.

En esta zona agroecológica, se concentra la actividad agrícola y engorde de vacunos, con zonas homogéneas de producción donde prosperan cultivos de papa dulce, quinua, haba,

arveja, tarwi, cereales, hortalizas, oca, olluco, izaño, trigo, gramíneas forrajeras y pastos cultivados y crianzas con predominancia de vacunos, ovinos y animales menores (MINAGRI 2012; ALT-PNUD 2001).

Zona Agroecológica Suni (Baja y Alta)

Su altitud varía desde los 3830 a los 4000 m s. n. m. entre los lados occidentales y oriental de ambas cordilleras, representa una topografía relativamente plana o medianamente accidentada; la temperatura promedio anual oscila entre $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $16\text{ }^{\circ}\text{C}$, con una precipitación pluvial total promedio anual de 600 mm a 850 mm y un periodo libre de heladas de 50 a 150 días (MINAGRI 2012).

Los suelos tienen aptitud para la producción de papa y quinua. Se considera como una zona de mayor prosperidad para la ganadería, destacando las especies: vacunos, ovinos y camélidos. El efecto termorregulador del lago Titicaca es mínimo. La densidad poblacional es menor que en la zona circunlacustre (MINAGRI 2012; ALT-PNUD 2001).

Zona Agroecológica Puna (Húmeda y Seca)

Su altitud varía desde los 3900 hasta los 4800 m s. n. m. descendiendo por la ladera oeste de la cordillera occidental pasando alturas cordilleranas superiores a 5000 m s. n. m. hasta los 3900 m s. n. m. del lado este de la cordillera oriental. El clima reinante es frío y seco, con temperaturas que oscilan de $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una precipitación pluvial total promedio anual oscilante entre 500 a 1000 mm. Con un periodo libre de heladas de 30 a 110 días (MINAGRI 2012).

Puna Seca. Sin aptitud agrícola por las temperaturas extremas. Está ubicada en el flanco occidental de los andes a más de 80 km del lago Titicaca; por encima de los 3900 m s. n. m. La humedad ambiental es baja (60 por ciento) y con precipitaciones bajas e irregulares. Tiene un clima frío seco, donde los pastos naturales y principalmente los bofedales constituyen el único alimento para la crianza de alpacas, llamas, vacunos y ovinos (ALT-PNUD 2001).

Puna Húmeda. Ubicada en la cordillera oriental de los andes. Tiene influencia de la evapotranspiración de la cuenca amazónica y las precipitaciones pluviales son mayores que en la puna seca. Predomina la explotación de ovinos y alpacas. En las laderas se

produce cebada y papa amarga. En esta área, los bofedales tienen una mejor condición en cuanto a vigor y soportabilidad (ALT-PNUD 2001).

Zona Agroecológica Janca o Cordillera

Zona comprendida entre las altitudes desde los 4500 hasta los 5800 m s. n. m. de los flancos este y este-oeste de la cordillera occidental y oriental respectivamente, donde la agricultura de cultivos alimenticios es impracticable. Su relieve es abrupto y heterogéneo y con suelos muy erosionados y de escasa vegetación.

El clima predominante es muy frío y seco, con una precipitación pluvial total promedio anual de 600 mm a 700 mm y con temperaturas mínimas y máximas promedios anuales que varían entre $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $14,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y un periodo libre de heladas de 0 a 20 días.

Un análisis comparativo entre las zonas agroecológicas es posible realizar a partir de la información que se presenta en la Tabla 15 y Figura 6.

Tabla 15: Departamento de Puno, características de las zonas agroecológicas en el Altiplano, según altitud, precipitación, heladas y temperatura

Zona Agroecológica	Altitud m s. n. m.	Precipitación mm /año	Periodo Libre de Heladas	Temp. Min. Prom. Ene-Jul
Circunlacustre	3800-3900	700-737	150-180	5 a -1
Suni	3830-4500	600-850	90-145	3,7 a -8
Puna Seca	4000-4800	540-600	30-60	1 a -16
Puna Húmeda	4200-4300	800-1000	60-110	2 a -16

Fuente: Extraído de “Conservación de la biodiversidad en la cuenca del Lago Titicaca - Desaguadero – Poopó – Salar de Coipasa” por el PNUD (2001).

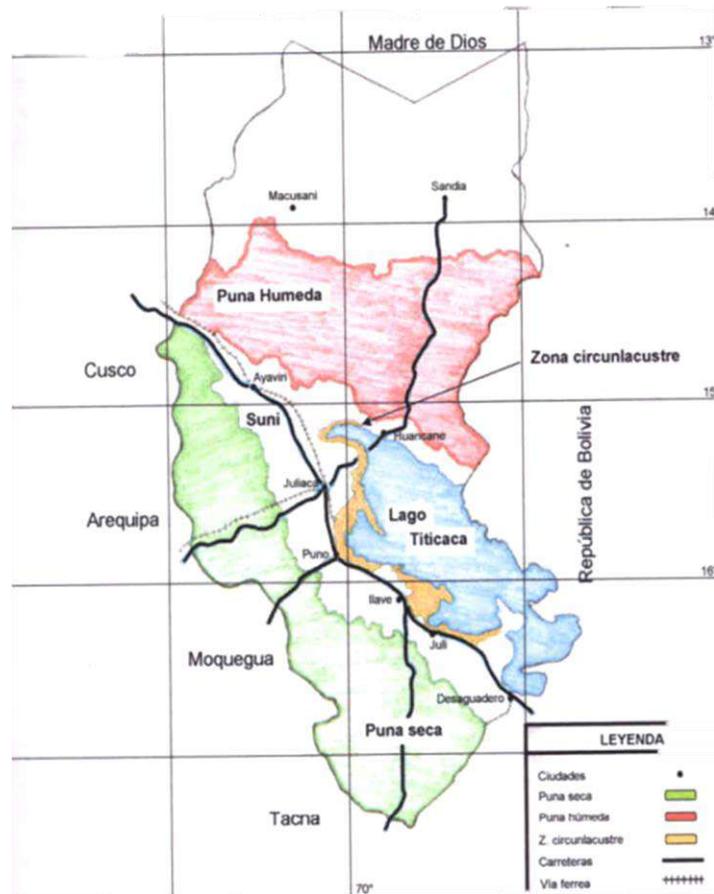


Figura 6: Zonas agroecológicas de Puno, según altitud

Fuente: Extraído de “Conservación de la biodiversidad en la cuenca del Lago Titicaca - Desaguadero – Poopo – Salar de Coipasa” por el PNUD (2001). No se ha encontrado datos cartográficos para su diseño.

3.6.4. Sistemas de producción según cultura

Ellis (1993) señala que las sociedades campesinas se diferencian de otros grupos sociales, dado que se enfoca en los campesinos como comunidades más que como individuos u hogares individuales. Asimismo, se caracterizan por la por su sentido de transición; es decir, se encuentran en medio camino entre la una tribu primitiva y la sociedad industrial. En la rama de antropología social, enfatiza los aspectos culturales en esta característica cultural.

En ese sentido, los campesinos son parte de sociedades grandes, pero que conservan sus identidades culturales que los distinguen. En particular, en el Departamento de Puno, el 42,8 por ciento de su población tiene como lengua materna el quechua, tal como se muestra en la Figura 7, seguido por castellano (28,0 por ciento) y aimara (27,0 por ciento)

(ver Figura 8); y casi el 57,0 por ciento de la población de 12 a más años se auto identifica como quechua (INEI 2018). Cada lengua tiene una marcada diferencia cultural.

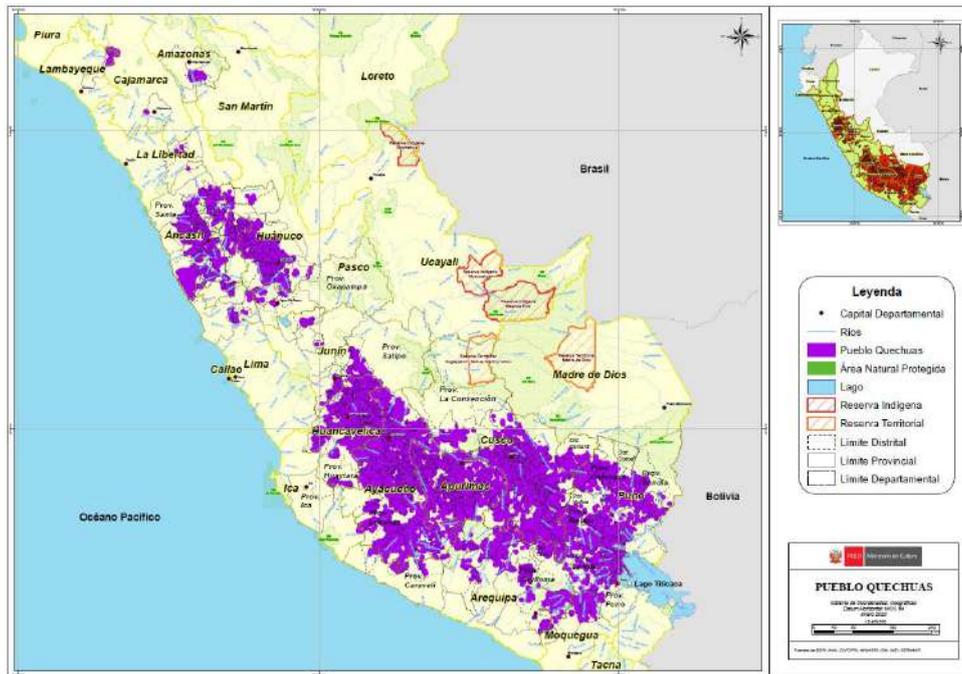


Figura 7: Perú, ubicación de los pueblos quechuas

Fuente: Recuperado del Ministerio de Cultura – Base de datos de pueblos indígenas u originarios.

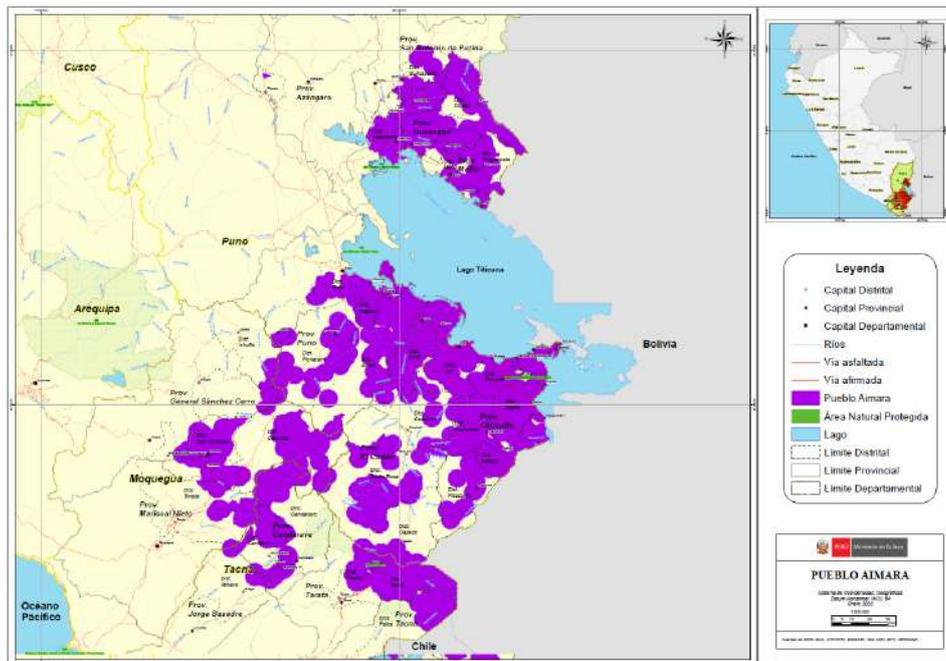


Figura 8: Perú, ubicación de los pueblos aimara

Fuente: Recuperado del Ministerio de Cultura – Base de datos de pueblos indígenas u originarios.

Por ejemplo, los nombres comunes de la quinua en quechua son: kinua, quinua, parca, quiuna, en contraste, en el idioma aimara se nombran como: supha, jopa, jupha, jiura, aara, ccallapi y vocali (Mujica y Jacobsen 2006). Esta división preserva la cultura e historia de esta zona del país, y además gestionan distintos sistemas tradicionales del cultivo de la quinua, que es el manejo ecológico de suelos, enfermedades y plagas en un sistema tradicional de agricultores.

En ese sentido, considerando las condiciones del productor y la organización rural, se tipifican dos sistemas de producción como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16: Ocho provincias de Puno, sistemas de producción aimara y quechua, según distrito

Provincia	Distritos	
	Sistemas de producción aimara	Sistemas de producción quechua
Azángaro	Asillo, San Antón, Tirapata, Caminaca, Saman, San Juan de Salinas.	Azángaro, Santiago de Pupuja, Muñañi, Chupa, San José, Achaya, Arapa
Chucuito	Zepita, Huacullani, Kelluyo, Pomata	
El Collao	Pilcuyo, Ilave	
Huancané	Pusi	Taraco
Lampa		Cabanilla, Lampa, Calapuja, Nicasio, Pucará
Melgar	Santa Rosa, Macari	Antauta, Ayaviri, Llalli, Macari, Ñuñoa, Orurillo, Umachiri
Puno	Acora, Chucuito, Pichacani, Platería	Amantani, Atuncolla, Coata, Mañazo, Paucarcolla, Tiquillaca
San Román		Cabana, Cabanillas, Caracoto, Juliaca

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

Los productores aimaras y quechuas del altiplano agrupan la diversidad de la quinua cultivada en nueve “castas” o razas y un grupo adicional conformado por los parientes silvestres, con las siguientes denominaciones propias de las culturas aimara y quechua (Tabla 17).

Tabla 17: Variedades de quinua, adaptación y usos, según comunidades campesinas de la cuenca del Títicaca

Variedad	Cultura		Adaptación y usos
	Aimara	Quechua	
1. Quinuas blancas	Hanq’o jiwra o hanq’o jupha	Yurak kiwna	El más conocido y difundido en el mercado (desde la década de los 60’), adaptado en zonas con menor riesgo de heladas. Diversas formas de consumo: sopas, graneado, purés, pasteles, torrijas, harinas.
2. Chulpi o real	Pesq’e jiwra o real jiwra	Pesq’e kiwna o real kiwna	Quinuas hialinas o apariencia vitria, tardías y con alto contenido de saponina en el pericarpio. Se considera como quinua de alta calidad en sabor, en especial en purés y sopas. Tolerante al ataque de aves, roedores y polillas.
3. Amarilla	Hanq’o jiwra o hanq’o jupha	Yurak kiwna	Quinua tolerante a heladas, con alto contenido de saponina. Pericarpio amarillo, epispermo blanco. Preferida para mazamorra con cal, pasteles (kispíño) y torrijas. Resistente al ataque aves y roedores.
4. Misa quinua	Misa jiura o allqa jiura	Misa quinua	Quinuas con glomérulos blancos y de colores. Pericarpio blanco o de color. Semidulces o contenido significativo de saponina. Se usa para preparar comidas (kispíño), torrijas, purés o sopas en ceremonias de misa de difuntos.
5. Witulla	Witulla	Witulla	Quinuas precoces, con pericarpio rojo y epispermo blanco, semidulces. Cultivada mayormente en la zona aimara y áreas con riesgo de heladas. Preferida para torrijas, pasteles (kispíño) y mazamorra con cal.
6. Q’oitu	Q’oitu	Q’oitu	Quinuas tolerantes a heladas, pericarpio plomo y epispermo negro o castaño. Quinua harinera, duro para la molienda, dulce o poco contenido de saponina. Ideal para torrijas, pasteles.

<<Continuación>>

Variedad	Cultura		Adaptación y usos
	Aimara	Quechua	
7. Pasankalla	Jak'cu jiwra	Kiwna jak'cu	Quinoa adaptada de zona circunlacustre o lugares con menor riesgo de heladas. Granos de mayor tamaño, hasta 2,2 mm, pericarpio plomo con manchas rojas y sin contenido de saponina. Epispermo castaño rojizo. Consumida como harina tostada similar al tradicional Kañihuaco.
8. Morada o Guinda	Cuchiwila	Airampu	Quinuas tolerantes a heladas y a la radiación solar. Pericarpio granate o guinda. Epispermo negro, castaño o blanco. Cultivares dulces o poco contenido de saponina, los cuales se usa para elaboración de bebidas fermentadas. Se utiliza para kispíño en ceremonias.
9. Chaucha	Phurejja	Chawcha	Quinuas precoces, epicarpio y epispermo blanco, castaño
10. Silvestre	Áara	Ayara	Quinuas silvestres que aparecen, en forma espontánea, en campos de cultivo de quinua. Resistentes a variaciones climáticas extremas como sequías, helada, granizo y a enfermedades y a plagas, debido a sus características fisiológicas y morfológicas. Perigonio adherido a la semilla, Pericarpio, epispermo de colores negro, castaño a castaño-rojizo. Los campesinos lo recolectan para alimentar a niños, enfermos, ancianos y a madres gestantes/lactantes, en forma de mazamorra con cal, pasteles (kispíño) y/o torrejias.

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, y “Contribución del conocimiento tradicional para el desarrollo de propuestas tecnológicas en la quinua, en Puno” por Canahua *et al.* (2019).

Considerando la heterogeneidad socioeconómica, cultural y climática; es decir, la presencia de diferentes estratos económicos entre las familias de una comunidad y de productores individuales así como entre las comunidades y las diferentes zonas de producción como la zonas agroecológicas se puede señalar que no existen soluciones técnicas y económicas válidas únicas para todos los productores; por lo tanto es necesario desarrollar tecnologías adaptadas a las diferentes condiciones locales (ALT-PNUD 2001).

3.6.5. Ecorregiones o regiones ecológicas

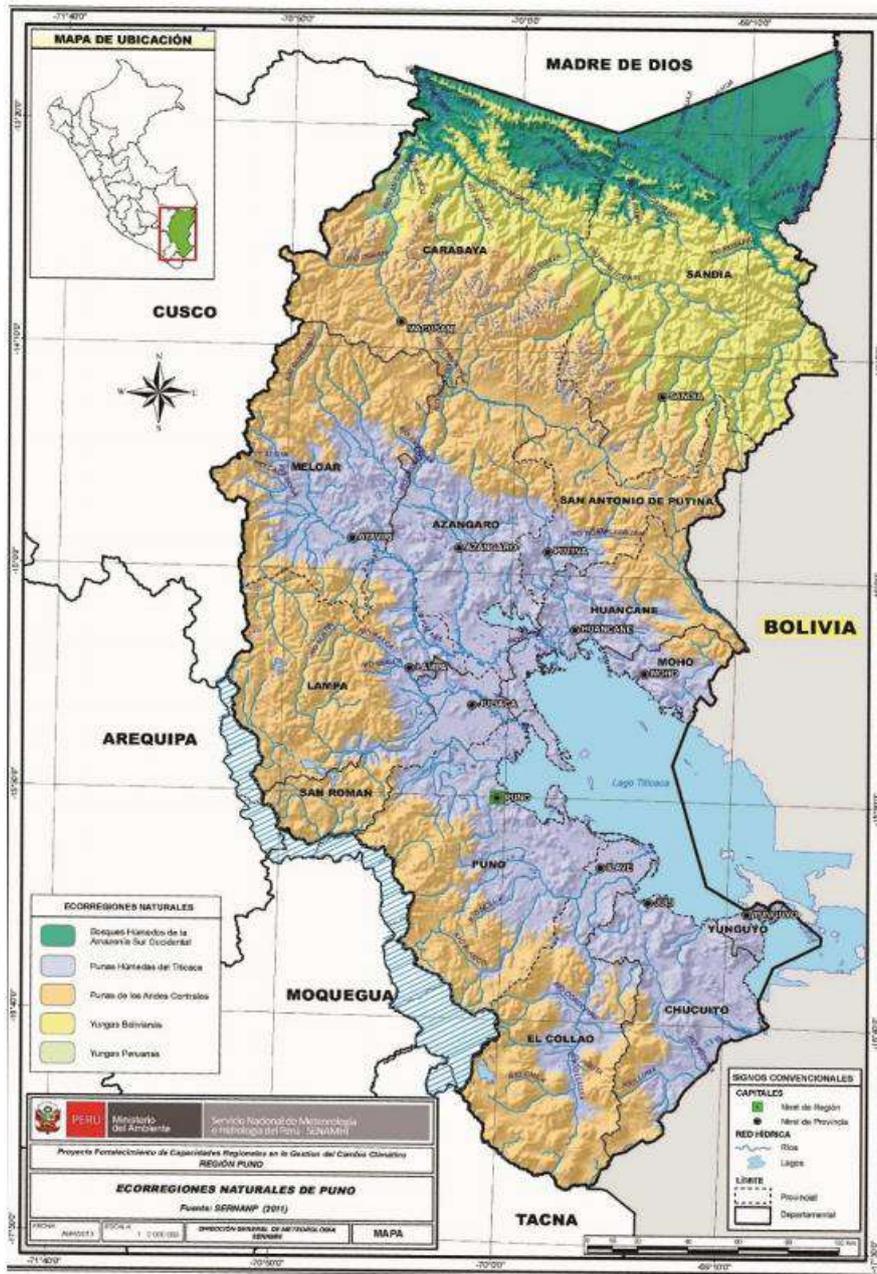


Figura 9: Mapa de ecorregiones en el Departamento de Puno

En la Figura 9 se muestra las ecorregiones en el Departamento de Puno, cuya característica es ser un área biogeográfica que se distingue por el carácter único de su ecología, clima, geomorfología, suelos, hidrología, flora y fauna.

A continuación, se muestra la clasificación:

Yungas bolivianas

Se ubica entre la Selva amazónica y el Altiplano boliviano (incluye una pequeña parte del

Perú, corresponde a una pequeña zona de la provincia de Sandía que tiene continuidad con los Yungas de Bolivia, que incluye los pisos altitudinales entre 200 y 3500 m s. n. m. (Gobierno Regional de Puno 2015).

Yungas peruanas

Los "bosques montanos de la vertiente oriental de los Andes peruanos", que en promedio está a una altura entre 800 -1000 hasta los 3500-3600 m s. n. m. (Gobierno Regional de Puno 2015).

Punas húmedas del Titicaca

Se refiere de dos áreas discontinuas una extensa franja en la parte central del Perú y otra área desde las cabeceras de cuencas amazónicas del Apurímac y el Ucayali hasta las zonas circundantes al lago Titicaca en Bolivia (Gobierno Regional de Puno 2015).

Punas de los Andes centrales

Tiene dos regiones discontinuas: las cabeceras de cuenca suroccidentales del pacífico peruano y algunas de las del río Pampas, y una segunda región en las estribaciones andinas bolivianas y argentinas (Gobierno Regional de Puno 2015).

Bosques húmedos de la Amazonía Sur occidental

Predominan los bosques primarios, es una porción relativamente grande de territorio que contiene un conjunto de comunidades naturales que comparten una porción de sus especies, procesos y condiciones ambientales (Gobierno Regional de Puno 2015).

El 70 por ciento del territorio se configuran en las ecorregiones de Punas Húmedas del Titicaca y las Punas de los Andes Centrales, comprendiendo las zonas circundantes del Titicaca y nacientes de las cuencas hidrográficas que descienden hacia el oriente, occidente y hacia el mismo lago Titicaca. Mientras el 30 por ciento corresponde a las zonas de selva de las ecorregiones de: Yungas Bolivianas, Yungas Peruanas y Bosques Húmedos de la Amazonia Sur Occidental.

En la Tabla 18 se presenta un cuadro comparativo de las ecorregiones y los ecosistemas.

Tabla 18: Ventajas y desventajas del análisis

Tipo de Clasificación	Ventajas	Desventajas
Por región natural (ecorregiones)	Son sólo cinco zonas. El menor grado de fragmentación del territorio.	Divide el espacio que podría analizarse como un todo.
Por Ecosistemas	Se puede adaptar un esquema de intervención para cada clima.	Excesivo número de categorías (16), fragmenta el territorio más que cualquier otra alternativa.

3.7. AGRICULTURA FAMILIAR

3.7.1. Agricultura familiar de subsistencia

En el CENAGRO en el ámbito nacional el 88 por ciento de agricultores, los cuales tiene menos de dos hectáreas de tierras; agricultura familiar de subsistencia (AFS), en su mayoría, no cuentan con riego en ninguna de sus parcelas, ni hacen uso de semillas certificadas (MINAGRI 2015a) .

3.7.2. Agricultura familiar intermedia

la agricultura familiar intermedia (AFI) representa el diez por ciento (217 961 agricultores familiares), quienes cuentan entre dos y cinco hectáreas, Los AFI con menor potencial, no tienen potencial tecnológico (semilla certificada y riego), pero tienen entre dos y cinco hectáreas, los AFI con mayor potencial, usan al menos una de las dos tecnologías (alrededor del 52 por ciento de agricultores utiliza semilla certificada, y 27 por ciento riego), no obstante, tienen dificultades para mayor capitalización debido al rango de tierras que no superan las cinco hectáreas.

3.7.3. Agricultura familiar consolidada

La agricultura familiar consolidada representa el 2 por ciento (45 565) de los agricultores familiares), que tienen más de cinco y no superan las diez hectáreas agricultura familiar consolidada (AFC) utilizan al menos una tecnología (57 por ciento agricultores utiliza semilla certificada, y 93 por ciento riego) y tienen mayores posibilidades de capitalización por el rango de tierras.

3.8. TRANSICIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE QUINUA 2010 AL 2017

En el 2013, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) declaró ese año como *Año Internacional de la Quinoa* mediante la resolución 66° de la Asamblea General de las Naciones Unidas. En reconocimiento al valor nutritivo, a su capacidad de prosperar en condiciones marginales de suelo y clima y ser una alternativa valiosa para disminuir los efectos negativos del cambio climático en diversas partes del mundo. Las actividades realizadas por la FAO y el MINAGRI, dieron a conocer la quinoa y las propiedades nutritivas al mundo. Se promovió actividades vinculadas al desarrollo rural y la seguridad alimentaria. Consecuentemente, se marcó un antes y un después en la demanda y desarrollo de este grano de oro.

3.8.1. Producción, extensión y rendimiento de la quinoa

La Figura 10 muestra el volumen de la producción de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) creció de manera sostenida hasta el 2014. Entre el 2000 y 2008 alrededor de 29 mil toneladas en promedio. A partir de 2008, los volúmenes de producción aumentaron rápidamente, con una cosecha masiva entre 2013 y 2014, con un aumento del 120 por ciento en la cantidad producida, llegando a cerca de 115 mil toneladas (SIICEX 2020).

Perú se posiciona como el primer productor mundial de quinoa a partir del 2014 superando largamente a Bolivia y Ecuador en la producción de quinoa.

Durante el 2020 la producción de quinoa no ha sido afectada por la ocurrencia la crisis sanitaria por el coronavirus SARS-CoV-2, debido a que las cosechas se inician en el segundo trimestre, es por eso que se registró un incremento de 11,9 por ciento respecto al año 2019.

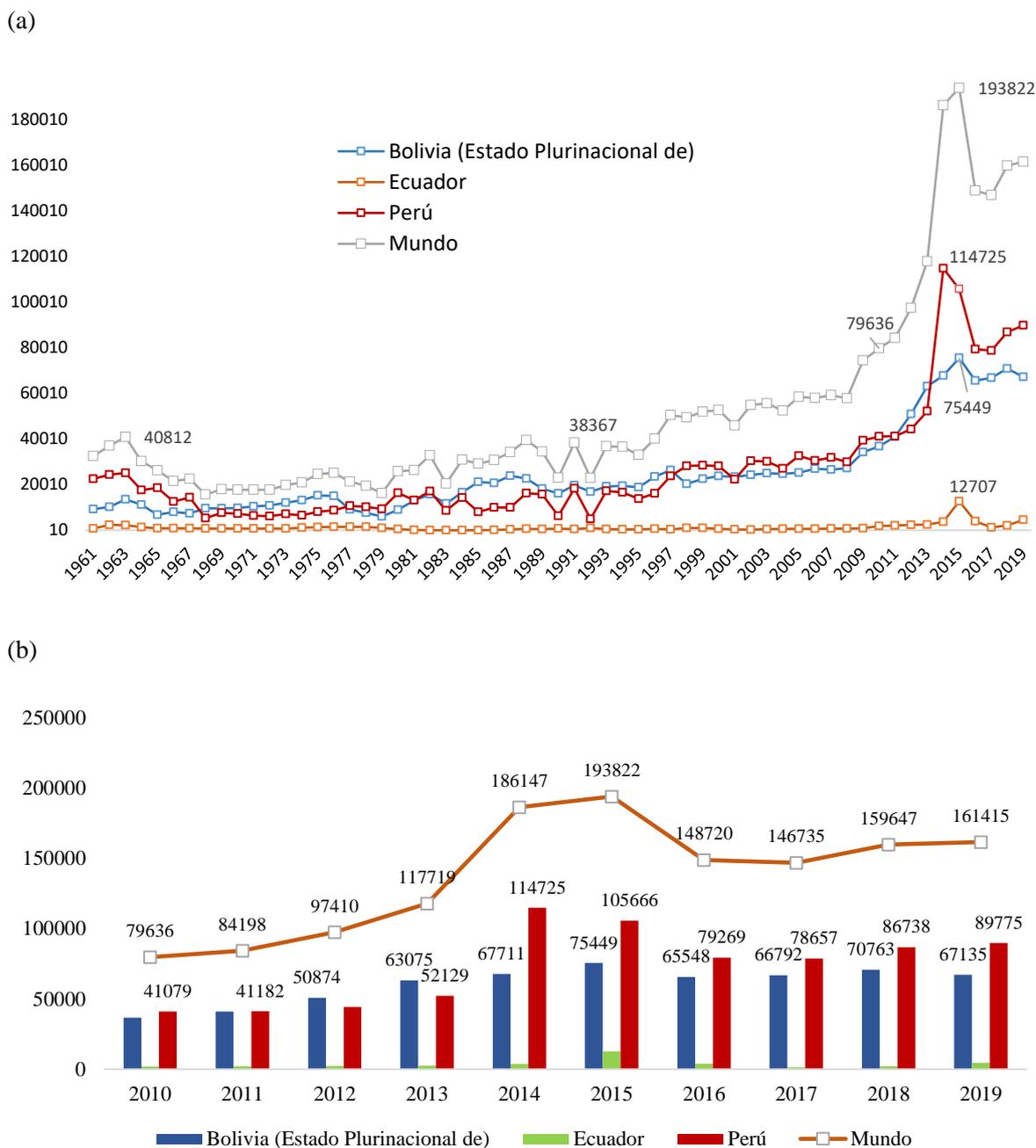


Figura 10: Mundo, países seleccionados: producción de quinua periodo 1961 al 2019 (en toneladas)

Fuente: Elaborado a partir de los datos de FAOSTAT. (a) La figura representa la evolución de la producción de quinua de los principales países productores durante el periodo de 1961 al 2019, en toneladas. (b) Representa la comparación de la producción durante el 2010 al 2019 en toneladas.

Respecto al área cultivada entre el 2013 y 2014 también incrementó el 52 por ciento alcanzando poco más de 68 000 ha (SIICEX 2020), según Bedoya-Perales y otros (2018)

esta área cultivada habría sido un 43 por ciento más pequeña sin el *boom* de la quinua. Cabe destacar que Ecuador tiene rendimientos mayores por hectárea (un ritmo de 9,2 por ciento); mientras en Perú es muy lento (2,1, por ciento).

La producción en valor bruto en 1998 hasta el 2013 tuvo valores constantes; por ejemplo, entre 2004 y 2006 alcanzó a 28 528 y 33 636 millones de dólares respectivamente, solo en el año 2014 logró duplicar el valor y volumen de la producción (74 025 millones de dólares y una producción de 114 725 toneladas) (FAOSTAT 2017).

Esta espectacular expansión fue en parte el resultado de iniciativas nacionales, como las del Gobierno peruano exigiendo la inclusión de la quinua en los programas de ayuda alimentaria y a una explosión de la demanda mundial del producto que provocó un incremento significativo de las exportaciones de quinua, la que aumentó casi 600 veces, de poco más de 61 toneladas en 1995 a más de 36 000 toneladas en 2014 (SIICEX 2020).

Entre el 2000 y 2008 el crecimiento de las exportaciones fue de 6 por ciento al año, mientras que durante el 2009 al 2018, se tuvo un crecimiento acelerado de 9 por ciento anual.

En la Tabla 19 se muestra que principal mercado de exportación de quinua. En 2020, EE. UU. es el primer socio comercial y su participación en el 2020 comparado al 2019 se ha reducido en el 10 por ciento. Mientras que en el 2012 concentró el 66,8 por ciento de participación. Otros países importantes son Canadá, Países Bajos e Italia.

Tabla 19: Principales mercados de la quinua

Mercado	% Var 2020-2019	% Part. 2020	FOB-2020 (miles US\$)
Estados Unidos	-10 %	36 %	44 776,99
Canadá	25 %	10 %	12 009,96
Países Bajos	33 %	7 %	9400,50
Italia	27 %	5 %	6902,77
Francia	-33 %	4 %	4778,01
España	-21 %	4 %	4679,63
Chile	10 %	3 %	4022,21
Reino Unido	-33 %	3 %	3965,35
Israel	13 %	2 %	2882,16
Otros Países (68)	--	26 %	32 706,39

Fuente: Elaborado a partir de la base de datos de SIICEX <https://www.siicex.gob.pe>.

Es preciso, señalar que, en los países de Canadá, Países Bajos, Italia, Chile e Israel se ha incrementado su participación en el valor FOB (ver Figura 11).

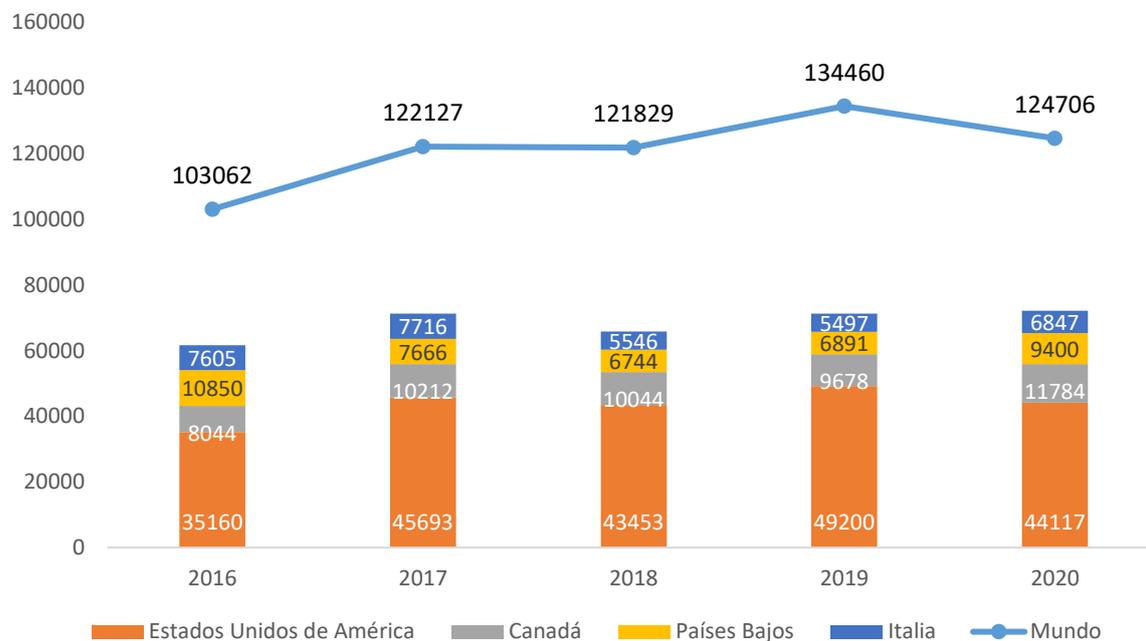


Figura 11. Exportaciones de quinua al mundo y principales países periodo 2016-2020

Fuente: Elaborado a partir de TradeMap <https://www.trademap.org/>.

Al mismo tiempo, el consumo de quinua per cápita aumentó de 1,12 kg/per/año en el 2012 a 2,4 kg/per/año en el 2014 y 2,3 kg/per/año en el 2018 (MINAGRI 2015b), se estima que el consumo siga creciendo llegando el 2021 a 3,5 kg/per/año.

En Perú, la quinua se cultiva en 19 de 24 departamentos. Se destaca el Departamento de Puno como el mayor productor de quinua, con la mayor demanda de quinua en los mercados internacionales, su cultivo se ha expandido en otras regiones tradicionales de cultivo e incluso a regiones donde no se había cultivado anteriormente, principalmente en la costa peruana durante el *boom* de la quinua. Un ejemplo es la región de Arequipa, en la que, el área de cultivo de quinua aumentó en un 481 por ciento entre 2013 y 2014.

En la Tabla 20, se muestra la distribución anual desde el 2015 hasta el 2020. El Departamento de Puno con 45,2 por ciento de participación, seguido de los departamentos

de Ayacucho, Apurímac, Cusco, Junín, Arequipa-, asimismo en menor magnitud, Cusco y Junín.

Tabla 20: Perú, producción de la quinua en las principales zonas, 2015-2020, en toneladas

Región	2015	2016	2017	2018	2019	2020 (a oct)	Participación 2020	Var % ene-oct 20/19
Puno	38 221	35 166	36 610	38 858	39 539	39 618	45,2 %	0,2 %
Ayacucho	14 630	16 657	15 615	21 213	15 832	23 150	18,0 %	47,2 %
Apurímac	5785	6394	7335	9262	11 308	11 877	12,9 %	5 %
Cusco	4290	3937	3675	4242	4218	6758	4,8 %	60,2 %
Arequipa	22 379	6206	3104	3942	8461	6117	8,0 %	-12,4 %
Junín	8518	3802	2761	3074	3470	4233	4,0 %	22 %
La Libertad	3187	2900	2006	1756	1489	1242	1,7 %	-14,7 %
Huancavelica	1078	1189	1589	1305	1934	2002	2,2 %	3,6 %
Cajamarca	581	751	841	908	1059	496	1,2 %	-53,2 %
Huánuco	1428	661	550	560	553	626	0,6 %	13,2 %
Resto	5568	1606	1570	891	1551	938	1,5 %	-27,1 %
Total	105 666	79 269	78 657	86 011	89 414	97 057	100,0 %	10,9 %

Fuente: Elaborado a partir de “Análisis de mercado de la quinua 2015 - 2020” por el MINAGRI (2020).
Unidad de Inteligencia Comercial.

En la Figura 12 se muestra la producción de quinua en toneladas en el ámbito de las provincias del Departamento de Puno, la producción promedio de quinua es de 9,73 toneladas. Azángaro, San Román, Melgar, Puno y El Collao, en conjunto producen el 86 por ciento de la producción de quinua. Se destaca Azángaro como el mayor productor de la provincia (18,30 toneladas). En las dos primeras provincias se concentra el 41 por ciento de la producción. Es importante señalar que el calendario de siembra y cosecha en Puno es de acuerdo con sus pisos agroecológicos y, también, debido a las tecnologías de producción que aplica, en este caso la siembra es secano.

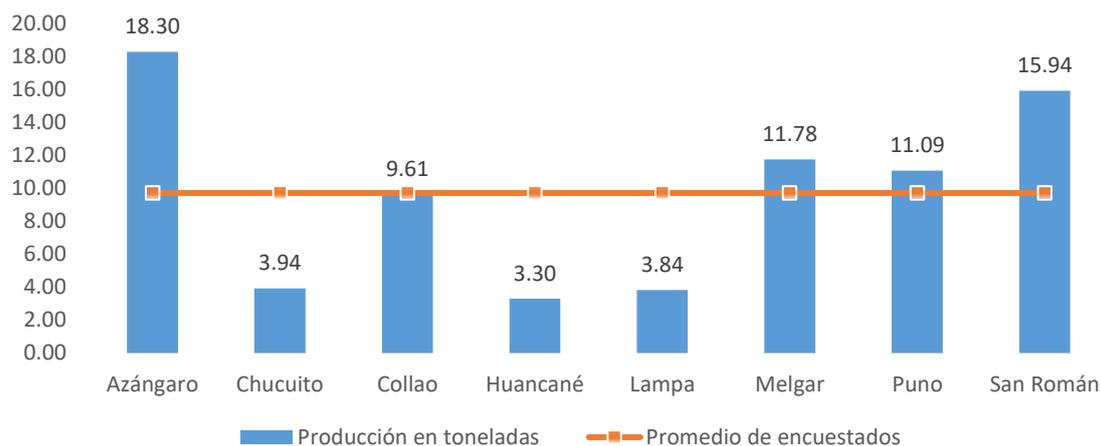


Figura 12: Ocho provincias de Puno, producción de la quinua, periodo 2017

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

En el Departamento de Puno, se registra el mes de mayor siembra en octubre de cada año. En dicho periodo se instala el 68 por ciento del cultivo de la quinua, mientras que las cosechas se realizan un poco más del 64 por ciento durante el mes de abril. Se muestra una alta concentración de siembra y cosecha en dos meses. El 92, 2 por ciento de la superficie sembrada se concentra en los meses de setiembre y octubre en promedio, el 96 por ciento de la superficie cosechada se obtiene durante el periodo de abril y mayo del siguiente año, tal como se muestra en la Figura 13.

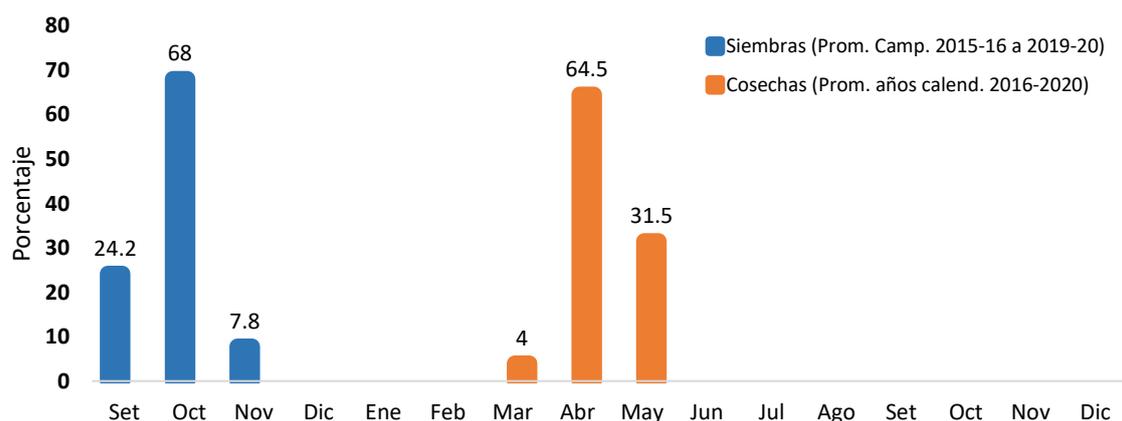


Figura 13: Departamento de Puno, calendario de siembras y cosechas, en porcentajes, periodo 2015-2020

Fuente: Elaborado a partir del “Observatorio de las siembras y perspectivas de la producción de quinua” por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego -SIEA (2021).

Según los resultados del INEI (2013) como se muestra en la Figura 14, los productores agrícolas en el Departamento de Puno en promedio conducen entre 0,5 ha a 4,9 ha (52 por ciento); seguido de productores con menos de 0,5 ha (21 por ciento) como muestra las provincias de Yunguyo y Moho (66 por ciento de unidades agropecuarias con menos de 0,5 ha). En contraste, la provincia de Melgar cuenta con productores con mayor extensión o superficie cultivada (13 por ciento de unidades agropecuarias de 50 a más ha) (INEI 2013) lo que determina la capacidad de producción y el tipo de agricultor. En el caso de pequeños productores, estos se ven obligados a alquilar otros campos para expandir la superficie cultivada.

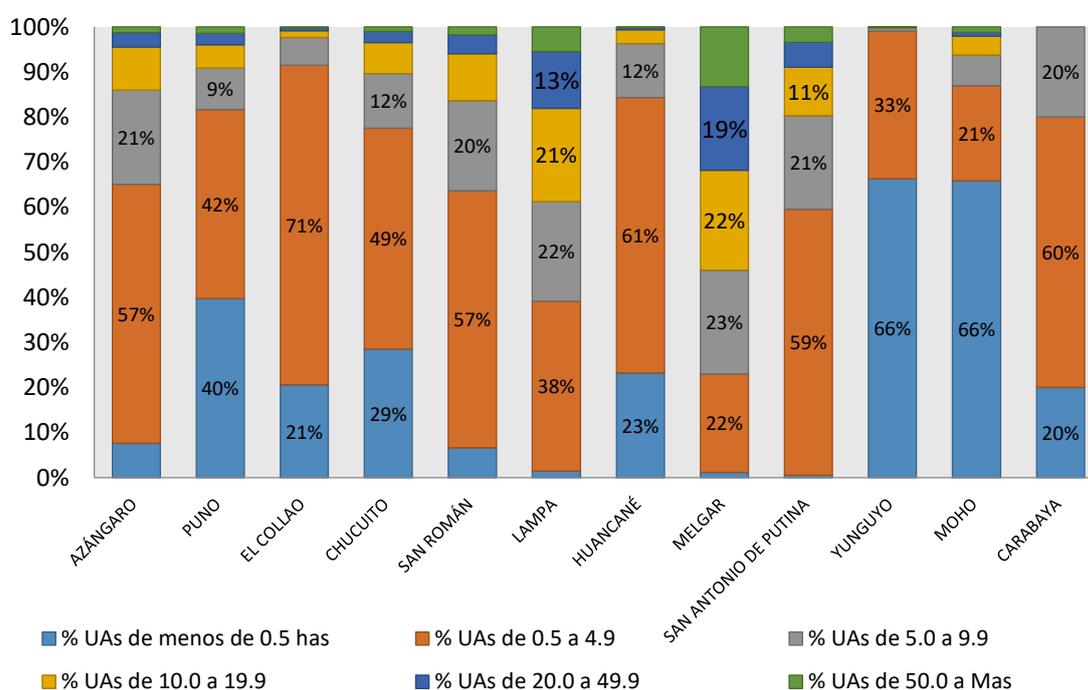


Figura 14: Provincias de Puno, extensión cultivada de los productores de quinua, en porcentaje y hectáreas, 2012

Fuente: Elaborado a partir del “IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Resultados definitivos” por el INEI (2013).

Además, en el Departamento de Puno todas las provincias tienen superficies sembradas con quinua, siendo la provincia Azángaro la de mayor superficie (3952 ha), a diferencia de la provincia de Carabaya con al menos una ha sembrada (Figura 15).

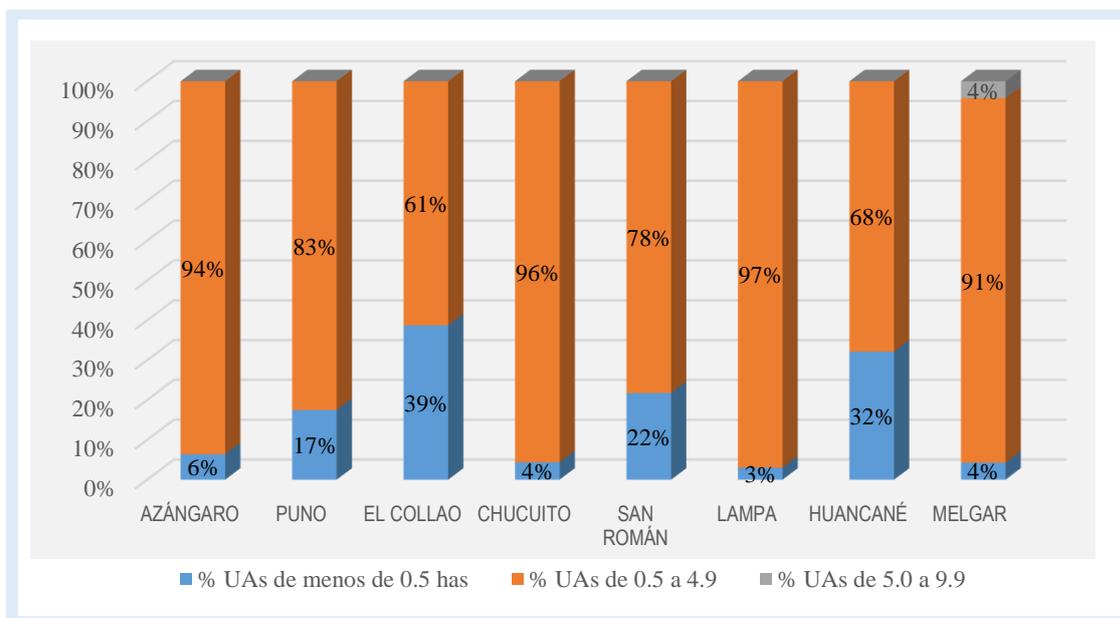


Figura 15: Ocho provincias de Puno, extensión cultivada de los productores de quinua, en porcentaje y hectáreas, 2017

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

En la Figura 16 se muestra el rendimiento de la quinua por hectárea en el Departamento de Puno, el cual se ha incrementado a una tasa interanual de 2,1 por ciento. Durante el 2011 se registró un rendimiento de 1198 de kg por ha, en el 2016 se registra una caída del rendimiento a 985 kg por ha y en el 2020 se recupera y llega a 1102 kg por ha. Las fluctuaciones responden al comportamiento del clima, ya que en términos de la “regularidad” secular el cultivo de la quinua se considera sensible. Si bien, no necesita mucha agua, pero tampoco soporta poca agua.

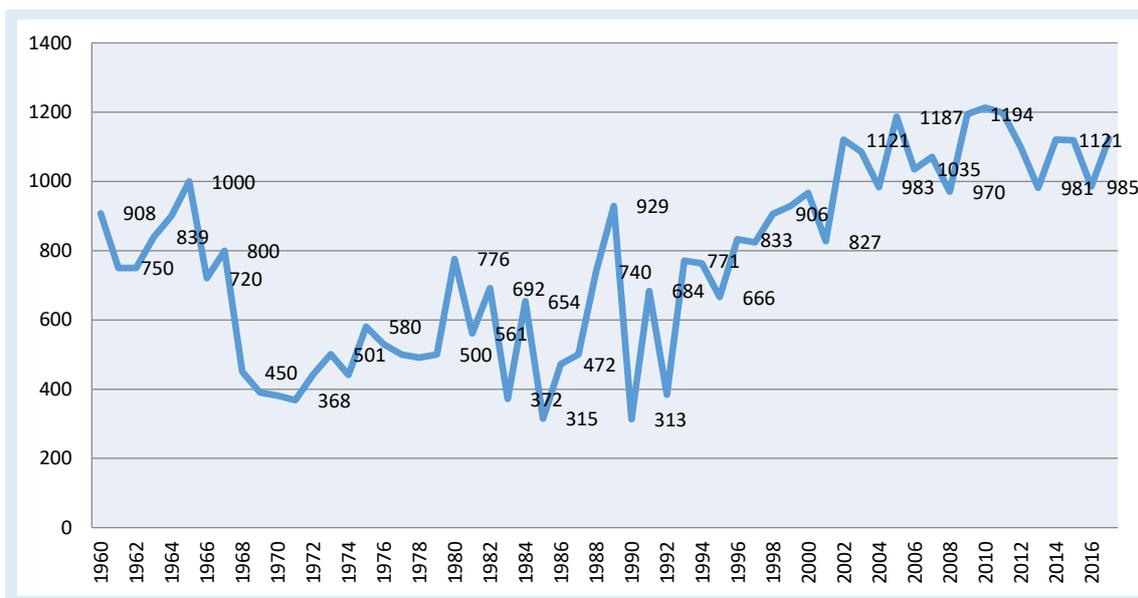


Figura 16: Departamento de Puno, rendimiento de quinua en kilogramos por hectárea, periodo 1960 al 2017

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego.

En la Figura 17, se observa un rendimiento mayor en las provincias del El Collao, Huancané y Azángaro.

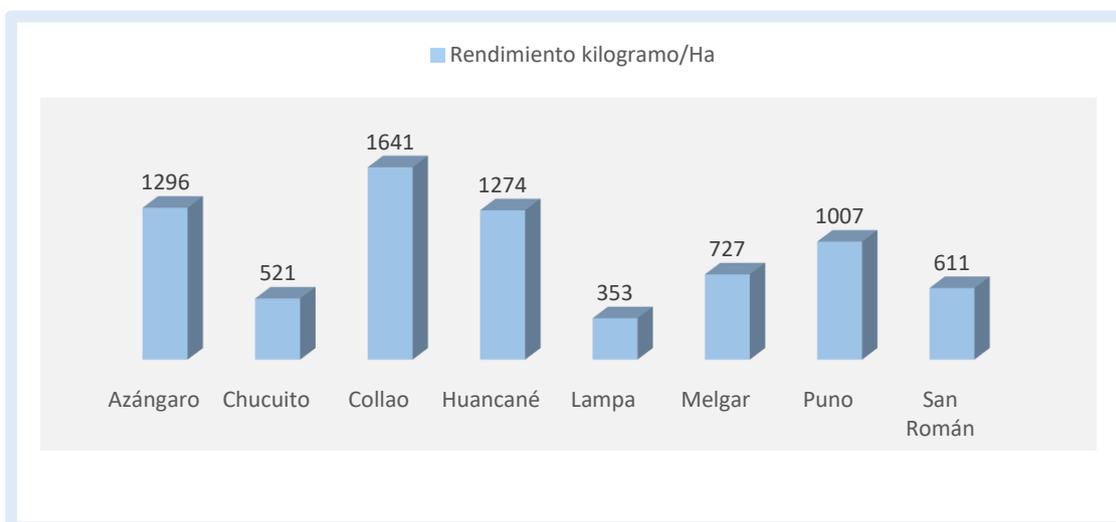


Figura 17: Ocho provincias de Puno, rendimientos de quinua en kilogramo por hectárea, encuestada - 2017

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

3.8.2. Precio y mercado de la quinua

En la Figura 18, se muestra los precios en chacra de la quinua en el Departamento de Puno, se presenta datos históricos y se observa una tasa de crecimiento hasta el 2008. Con un incremento significativo en el 2014, donde los productores recibieron S/9,58 por kg, influido por la campaña del *Año internacional de la quinua* en la que hubo apoyo de la FAO y del Gobierno en la promoción de los granos andinos lo que se ve reflejados en un aumento del precio.

No obstante, el precio en chacra cayó abruptamente en el 2015 y tocaron su punto más bajo en el 2017, ya que el precio recibido por los productores de quinua en Puno fue de S/3,57 por kg, como consecuencia del deterioro de precios en el mercado internacional. A partir del 2018 los precios han empezado a recuperarse. En el 2019 se evidencia un aumento en 24 por ciento respecto el 2018, relacionado con el precio de exportación; sin embargo, durante el 2020, debido la pandemia de la COVID-19 se ha presentado una contracción de la demanda y el precio promedio nacional de la quinua sufrió una ligera disminución de 1,4 por ciento.

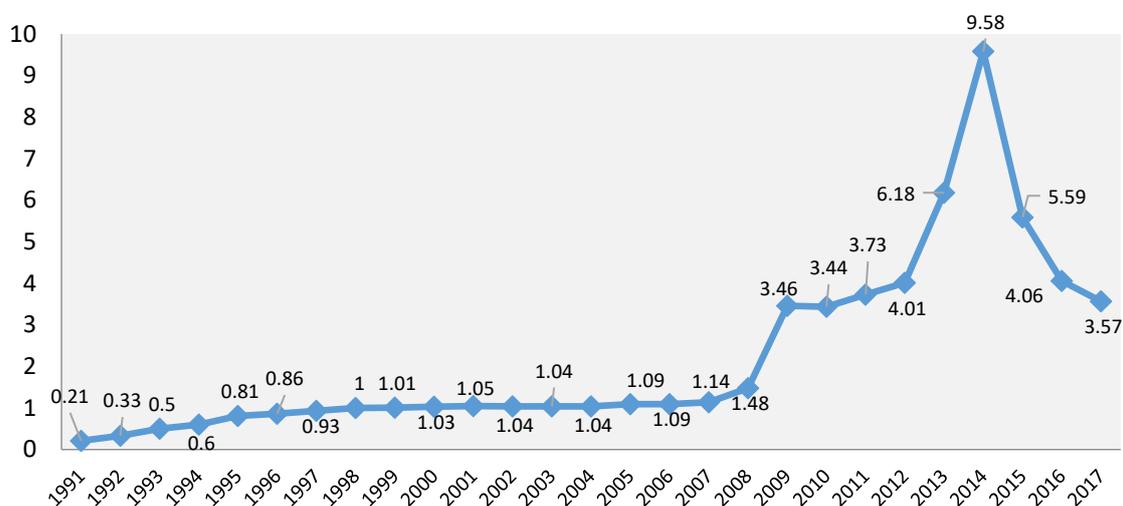


Figura 18: Departamento de Puno, precio en chacra de quinua en soles por kilogramo, periodo 1991 al 2017

Fuente: Elaborado a partir de “Quinua peruana. Situación actual y perspectivas en el mercado nacional e internacional al 2015” por el Ministerio de Agricultura y Riego (2015b) y “Análisis económico de la producción nacional de la quinua - Diciembre” por el MINAGRI (2017).

De 3,31 millones de kilos de la quinua (año 2007) pasó a 31 millones de kilos (en el año 2013). Esto significó también un cambio en el precio pasando de 4,5 dólares en el 2005 a 8 dólares en el 2011 (FAO 2018) y después decayó a 2,43 dólares en el 2018 (Torras 2017).

Tabla 21: Ocho provincias de Puno, precio venta de quinua en soles por kilogramo, según encuestados

Azángaro	Chucuito	Collao	Huancané	Lampa	Melgar	Puno	San Román
3,71	3,01	3,18	3,25	3,59	3,45	3,62	3,84

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

Según las entrevistas e intervenciones a los productores del Departamento de Puno (Tabla 21), la producción de quinua estuvo orientado “producir para alimentarse” y que ocasionalmente los remanentes se venden en mercados con precios que permiten ganancias suficientes para cubrir algunas necesidades. Sin embargo, la creciente popularidad de la quinua puede ser incentivo para que los productores vendan su producción y reducir o eliminar su uso en la alimentación de sus hogares (The Economist 2012).

En contraste, desde una perspectiva de futuro es poco probable que aumente los precios ya que los bolivianos y peruanos perdieron su poder de fijación de precios y, por otro lado, más de 50 países alrededor del mundo vienen cultivando este grano, la única forma de que los productores recuperen su nicho es identificarse como auténticos productores originales de la quinua (The Economist 2016).

3.8.3. Características y prácticas agrarias

Semillas y variedades

La quinua que crece en el Altiplano se encuentra alrededor del lago Titicaca, y se caracteriza por la tolerancia a las heladas (FAO-ALADI 2014). La mayor parte de las variedades son de porte bajo, carecen de ramas y tienen un corto periodo de crecimiento. Según Apaza *et al.* (2013) el Altiplano concentra la mayor variedad de quinua entre las comerciales y nativas (Tabla 22). De allí, la importancia de su conservación. Tapia *et al.*

(2014) refiere al Altiplano como el centro de origen y conservación de los granos andinos. La cantidad de la diversidad no es exacta, pero Toro (1968) refieren 40 variedades cultivadas (Tabla 22).

Tabla 22: Variedades de quinua comerciales y nativas del Altiplano

Variedad	Color de planta/grano	Tolerancia al frio
Nativa		
Blancas, janko o yurac	Blanca/blanco	Mediana
Chulpi o hialinas	Blanca/transparente	Buena
Witullas, coloreadas, wariponcho	Rojo/rojo, purpura	Alta
Q'oitu	Blanca o plomo/plomizo, marrón	Buena
Pasankallas	Plomo/rojo, vino	Alta
Cuchi willa	Rojo/negro	Alta
Comerciales		
INIA 431 Altiplano	Grande	Altiplano, Costa
INIA 420 Negra Collana	Pequeño	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
INIA 415 Pasankalla	Mediano	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
Illpa INIA	Grande	Altiplano
Salcedo INIA	Grande	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
Blanca de Juli	Pequeño	Altiplano
Cheweca	Mediano	Altiplano
Kankolla	Mediano	Altiplano
Rosada de Taraco	Grande	Altiplano

Fuente: Elaborado a partir de “Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú” por Apaza et al. (2013) y “Gestión sostenible de la agrobiodiversidad y recuperación de ecosistemas vulnerables en la región Andina del Perú a través del Enfoque de Sistemas importantes del patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM)” por el FAO (2014).

Los granos de la quinua contienen ocho aminoácidos esenciales que el hombre requiere. Este hecho hace que la quinua sea un alimento muy completo y de fácil digestión (Geisler 2014).

Por ejemplo, en la zona El Collao se encuentran los siguientes grupos de quinua: 1) Blancas o jank'ó, 2) Chullpi o hialinas, 3) Witullas, coloreadas, 4) Wariponcho, 5) Kcoito, y 6) Pasancallas.

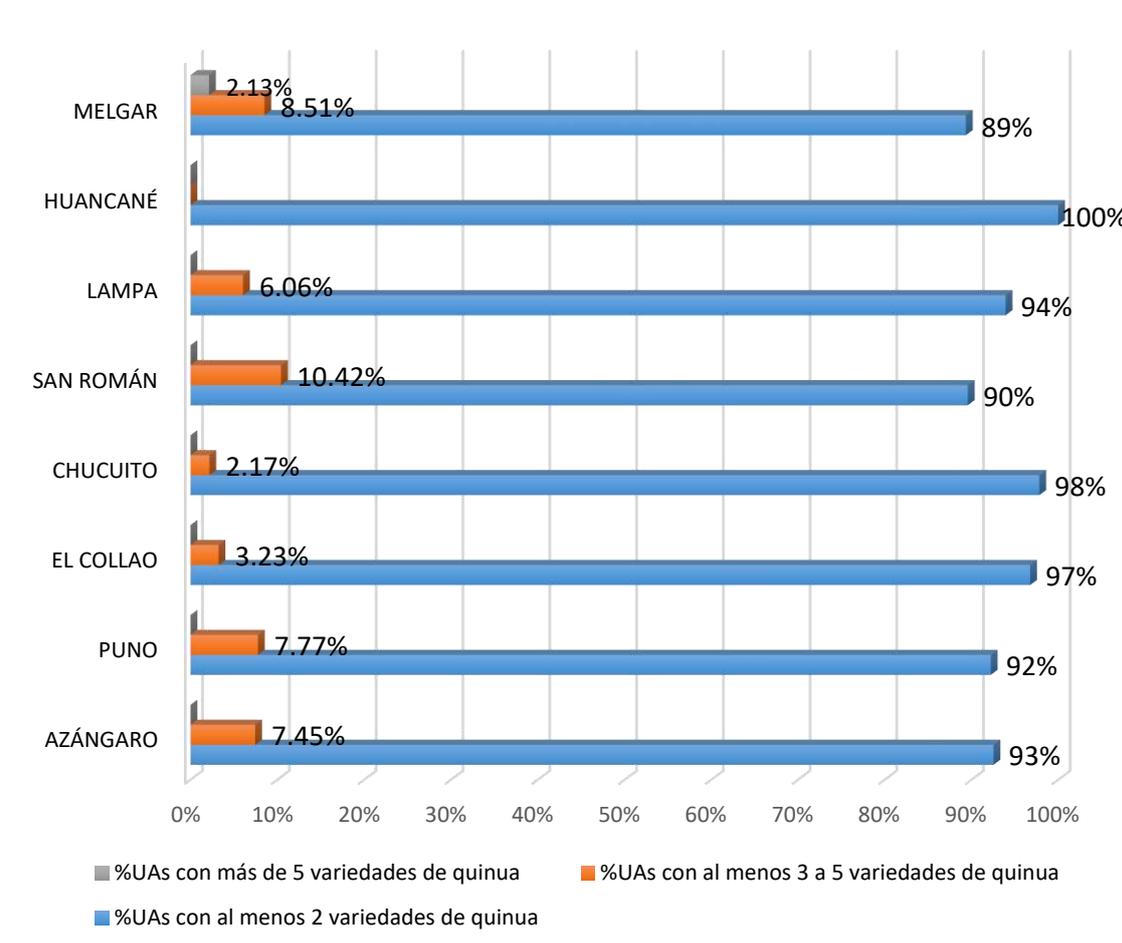


Figura 19: Ocho provincias de Puno, variedades de quinua, según unidad agrícola, en porcentaje, 2017

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

El origen de las semillas de la variedad que cultivan proviene de la cosecha anterior. Aducen que no compran por lo que desconocen el precio. Por otro lado, el mayor número de variedades de quinua se encuentran en los alrededores del lago Titicaca en Puno, según la Figura 19 las provincias del Departamento de Puno tienen más de dos variedades e incluso se identifica a la provincia de Melgar como la que alberga más de cinco variedades.

Por otro lado, la quinua tiene una ventaja comparativa que es un producto seco lo que permite periodos de almacenamiento prolongados, esto favorece en caso se destine al mercado, ya que permite vender la producción en la temporada que consideren apropiado.

Sistema de riego

De ellos, el 99 por ciento utiliza únicamente el agua que proviene de la lluvia y el otro uno por ciento es regado con sistemas de riego o canales (INEI 2013). En general, la quinua se siembra en condiciones de secano (sin riego) y es considerada un cultivo tolerante a la sequía. De hecho, en la mayoría de las zonas donde se cultiva hay problemas de estrés hídrico. Sin embargo, un estudio comparativo demostró que la quinua aumenta su rendimiento en 180 por ciento bajo condiciones óptimas de riego (Figura 20).

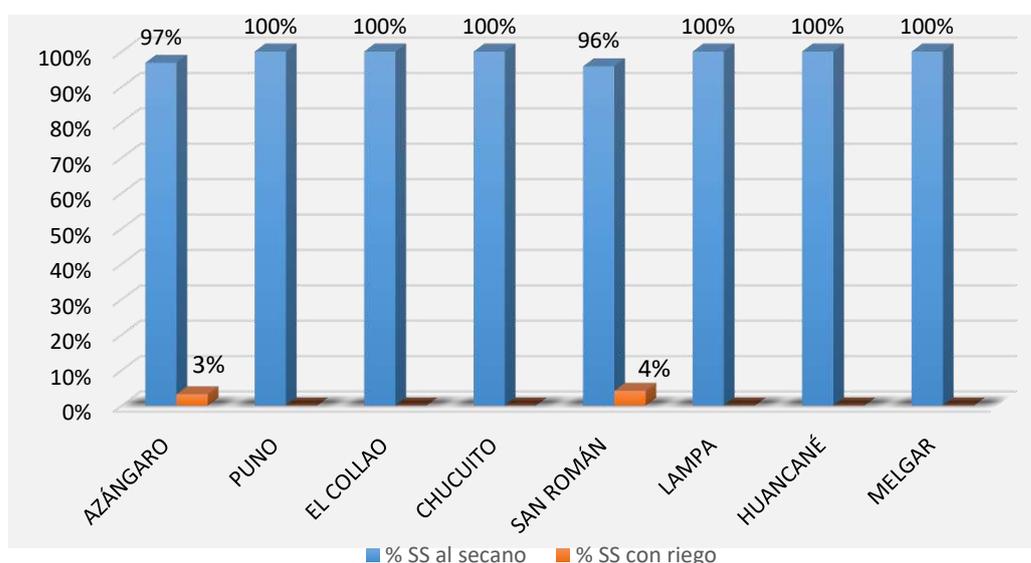


Figura 20: Ocho provincias de Puno, sistema de riego y secano de las unidades agrícolas de quinua, en porcentaje, 2017

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

El estudio WWF Perú (2013) determinó que la huella hídrica promedio nacional para la quinua para el periodo 2001-2012 fue de 3841,47 m³/t, considerando un rendimiento promedio nacional de 1,19 t/ha. Del total, se estimó que la huella hídrica verde corresponde a 3067 m³/t (80 por ciento), la huella hídrica gris 535 m³/t (14 por ciento) y la azul 211 m³/t (6 por ciento) (WWF Perú 2013). Sin embargo, al contrastar los resultados

con la altura a la que se cultiva la quinua se determinó que los mínimos de agua están entre los 2500 y 4100 m s. n. m., donde generalmente se cultiva bajo el sistema de secano. Esto se debe a que el agua almacenada en el suelo proveniente de la lluvia suele ser suficiente para cubrir las demandas hídricas de la quinua, sin embargo, esto hace que la quinua sea un cultivo muy vulnerable a cambios en la precipitación.

Financiamiento

Se necesita financiamiento para el soporte de gastos correspondientes a la cosecha, el trillado y el proceso de la quinua. En el Departamento de Puno entre 2010 y 2015, los créditos colocados crecieron en 13,2 por ciento en promedio anual (vs. 14,9 por ciento en el ámbito nacional) (INEI 2013). Sin embargo, solo el 6 por ciento de los productores de quinua, en el 2012, accedió a un crédito, entre ellos destacan los productores de las provincias de Chucuito, Carabaya y San Román que registran un 10 por ciento de los productores que lograron invertir en los cultivos de quinua (INEI 2013) (Figura 21).

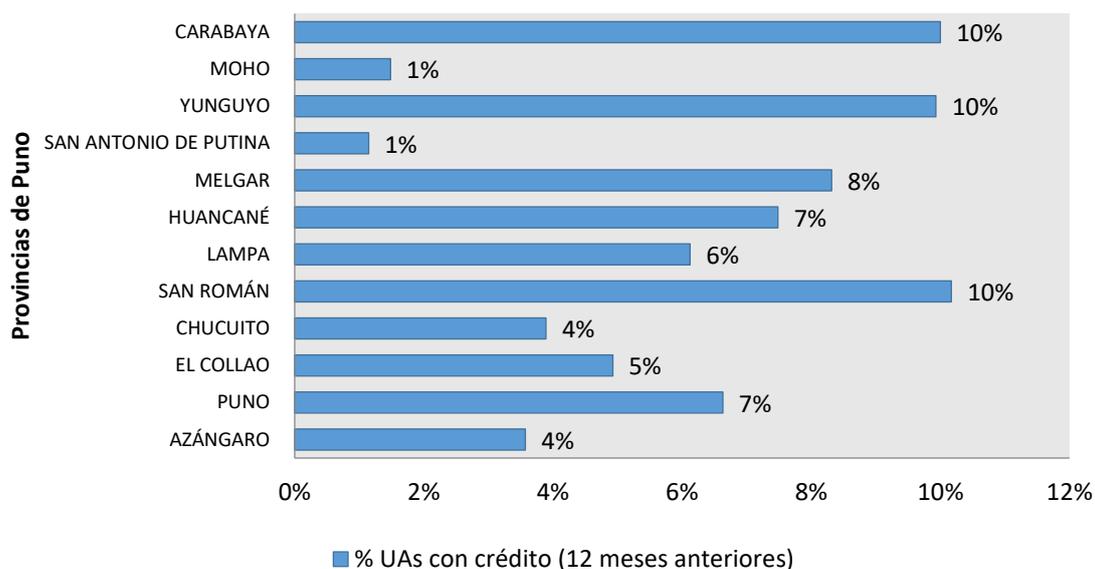


Figura 21: Provincias de Puno, acceso al financiamiento de los productores de quinua, durante los últimos 12 meses, en porcentaje, 2012

Fuente: Elaborado a partir del “IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Resultados definitivos” por el INEI (2013).

En la encuesta aplicada el 2017 destaca a la provincia de Melgar con mayor acceso a financiamiento; en contraste, las provincias de Huancané y Puno tienen productores no

financiados. Una de las razones es la aversión al riesgo; la minimización de los riesgos productivos, del mercado y económicos en general, los cuales, al mismo tiempo, son una estrategia de los productores de escala económica cercana a los límites en muchos casos de sobrevivencia.

Pese a ello, el productor asume voluntariamente riesgos determinando una especie de seguro que le permite controlar el riesgo, pero no eliminarlo. Esta actitud puede constituir en el corto plazo y para ciertas innovaciones tecnológicas obstáculos al cambio tecnológico (ALT-PNUD 2001) (Figura 22).

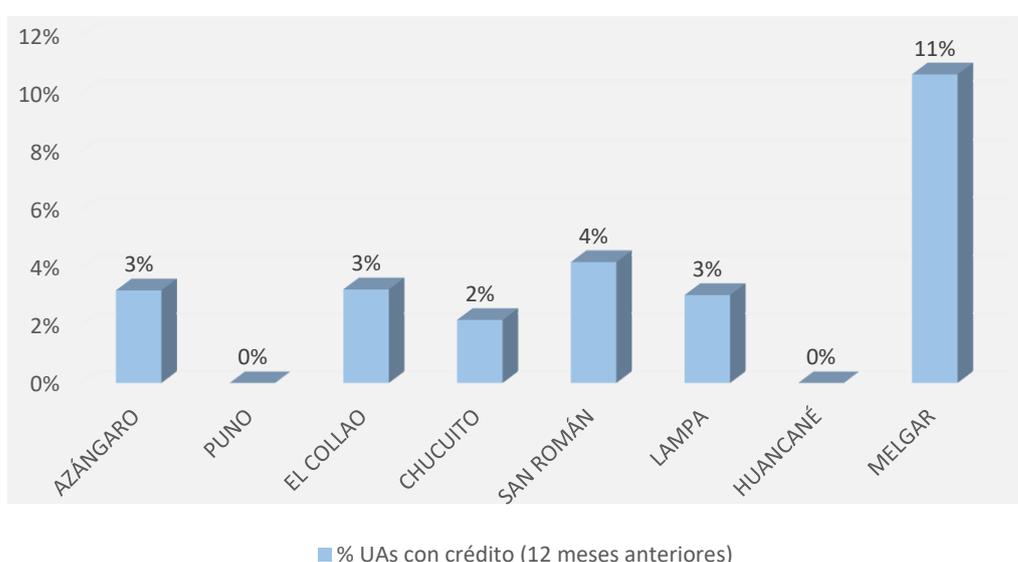


Figura 22: Ocho provincias de Puno, acceso al financiamiento de los productores de quinua, durante los últimos 12 meses, en porcentaje, 2017

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

La limitada participación en el acceso al financiamiento, se debe a diferencia entre el uso del capital en una producción capitalista; es decir la necesidad sobre el capital y su acumulación es un atributo central. En cambio, para definir el beneficio para la producción campesina no es tan sencilla.

El campesino dirige la unidad agropecuaria como una casa, no como una empresa (Ellis 1993). Es decir, se tienen problemas para distinguir las ganancias de los retornos al trabajo familiar dada la naturaleza dual de producción y consumo del hogar campesino. La compra

de insumos de capital por parte del hogar puede tener aspectos tanto de producción como de consumo. Un ejemplo sería la compra de un tractor utilizado tanto con fines productivos (arar, accionar una bomba de agua o molino de granos, etc.) como con fines de consumo (transporte familiar, acarreo de leña, etc.). La ausencia de una categoría sistemática de tasa de rendimiento del capital, en tales casos, distingue aún más a los hogares campesinos de las empresas capitalistas.

Asociatividad

Por otro lado, el nivel de asociatividad, el 99,4 por ciento de los agricultores en el Perú tienen la condición jurídica de persona natural y el 0,6 por ciento tienen personería jurídica (INEI 2013) esta característica depende del destino de su producción, en un contexto de mercado el nivel organizativo es relevante para el poder de negociación y comercialización que luego impacta en los ingresos económicos de las familias.

En la Figura 23 se muestra que la producción de quinua en el Departamento de Puno según provincias es generada por agricultores independientes, solo el 0,01 por ciento cuenta con personería jurídica, sin gestión empresarial y la mayoría no pertenece a ningún tipo de asociación (94,3 por ciento) (INEI 2013).

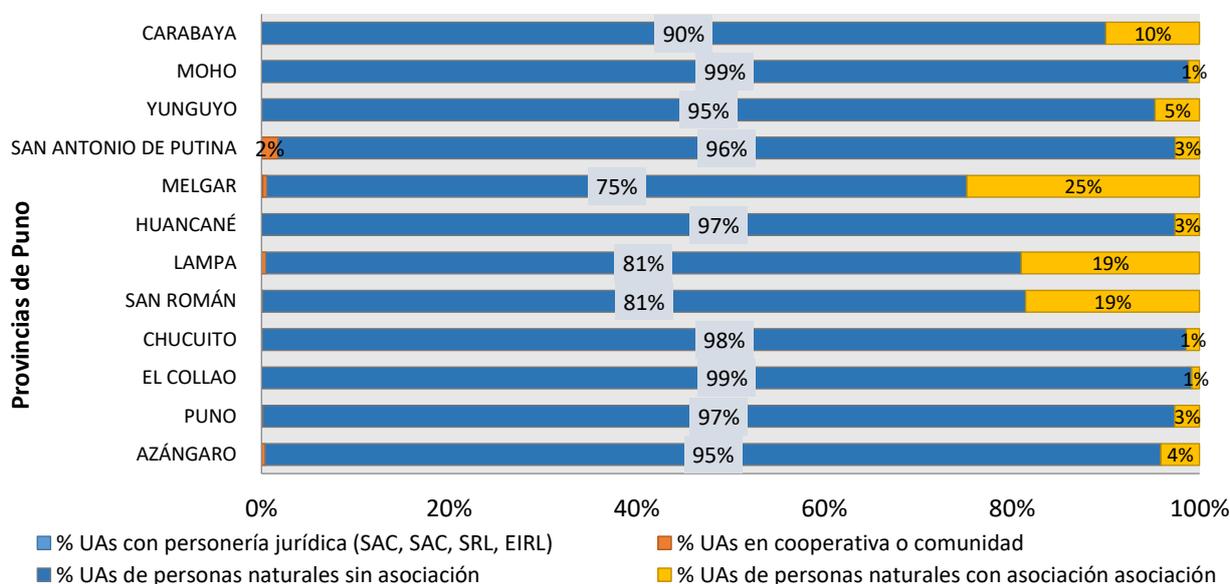


Figura 23: Provincias de Puno, tipo de asociatividad de los productores de quinua, en porcentajes, 2012

Fuente: Elaborado a partir del “IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Resultados definitivos” por el INEI (2013).

Esta situación expone al productor de Puno a una condición de debilidad en la articulación de mercado, ya que al no estar asociado su volumen de producción es bajo, la información que recibe será aislada, tendrá pocas alternativas de procesamiento, baja capacidad de negociación, precio aceptante y pocas opciones de financiamiento.

En la Figura 24 los productores reconocen que están en alguna asociación. La provincia de Melgar y San Román tienen más agricultores asociados (en promedio 13 por ciento). En Azángaro representa un 14 por ciento. Esto influye en el acceso a mercado como lo menciona el IPE (2015) en Puno no existe asociatividad en los sectores agrícolas, lo que limita el acceso a mercados internacionales.

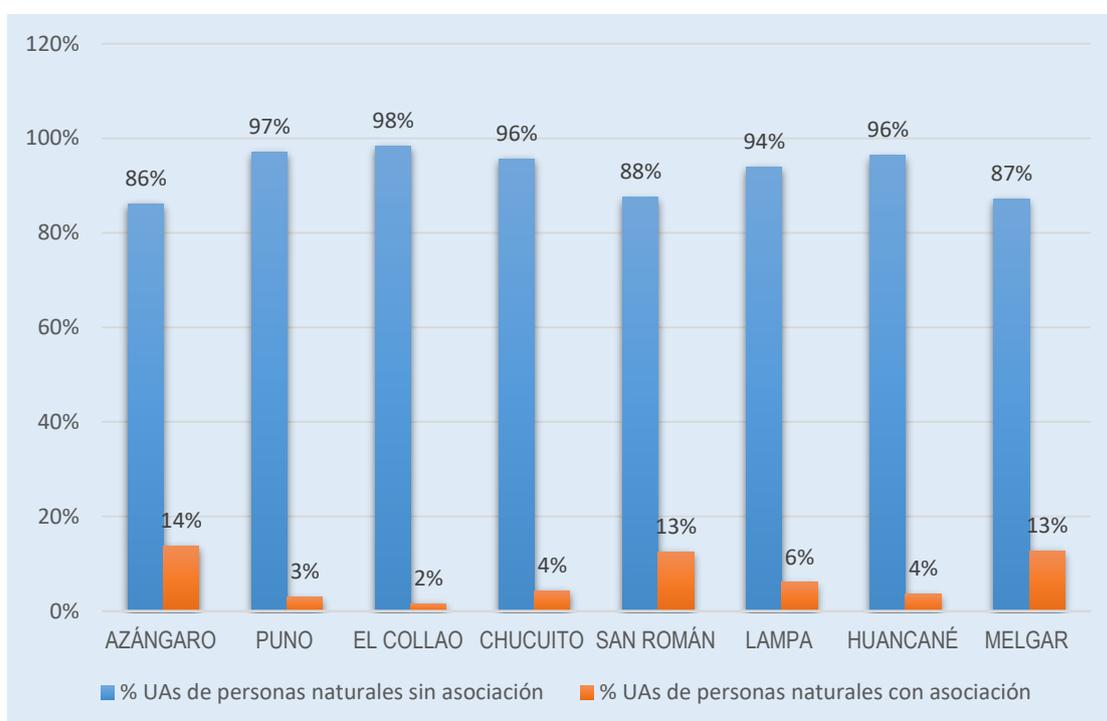


Figura 24: Ocho provincias de Puno, tipo de asociatividad de los productores de quinua, en porcentajes, 2017

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

Tecnología

La tecnología depende de la característica de región natural, es decir, en la sierra en el 2012 el 21,7 por ciento hacía uso de tractor, mientras en el 1994 solo el 15,9 por ciento

(INEI 2013) (Figura 25). En el Departamento de Puno el 81 por ciento utiliza tractor y nueve de cada diez productores en las provincias de San Román y El Collao (Figura 26).

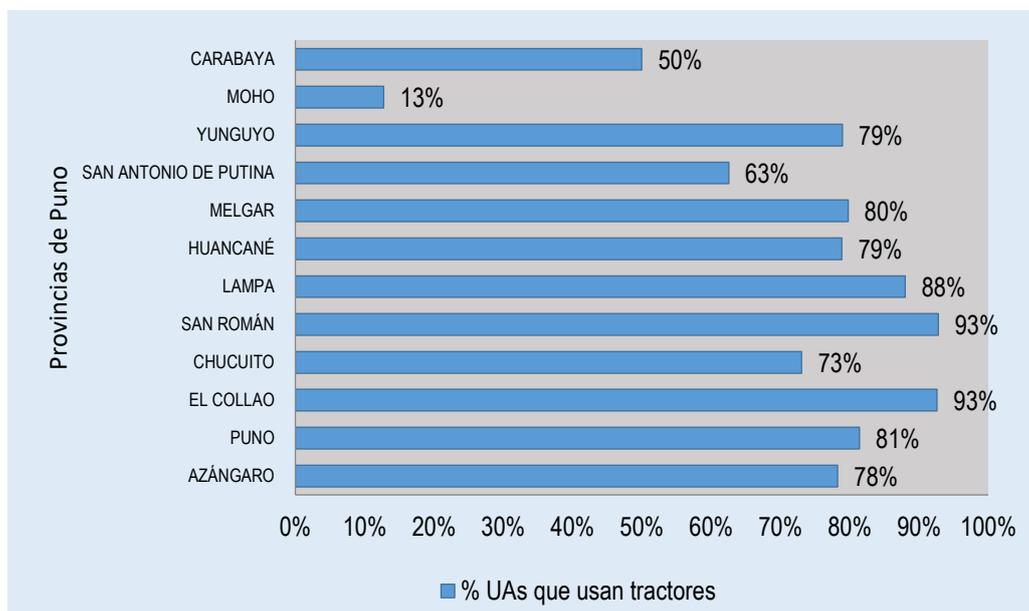


Figura 25: Provincias de Puno, uso de tractores de los productores de quinua, en porcentajes, 2007

Fuente: Elaborado a partir del “IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Resultados definitivos” por el INEI (2013).



Figura 26: Ocho provincias de Puno, uso de tractores de los productores de quinua, en porcentajes, 2012

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

Uso de fertilizantes

Algunos productores pueden ser eficientes en sus prácticas y registrar mayor producción, pero por el uso de fertilizantes químicos. Aunque el 62 por ciento de agricultores peruanos declare el uso de abono orgánico existen alrededor de 971 200 (43,9 por ciento) que utilizan fertilizantes químicos en el ámbito nacional habiéndose incrementado de 39,5 por ciento en 1994 a 43,9 por ciento en el 2012 según el informe de resultado del INEI (2013) (Figura 27).

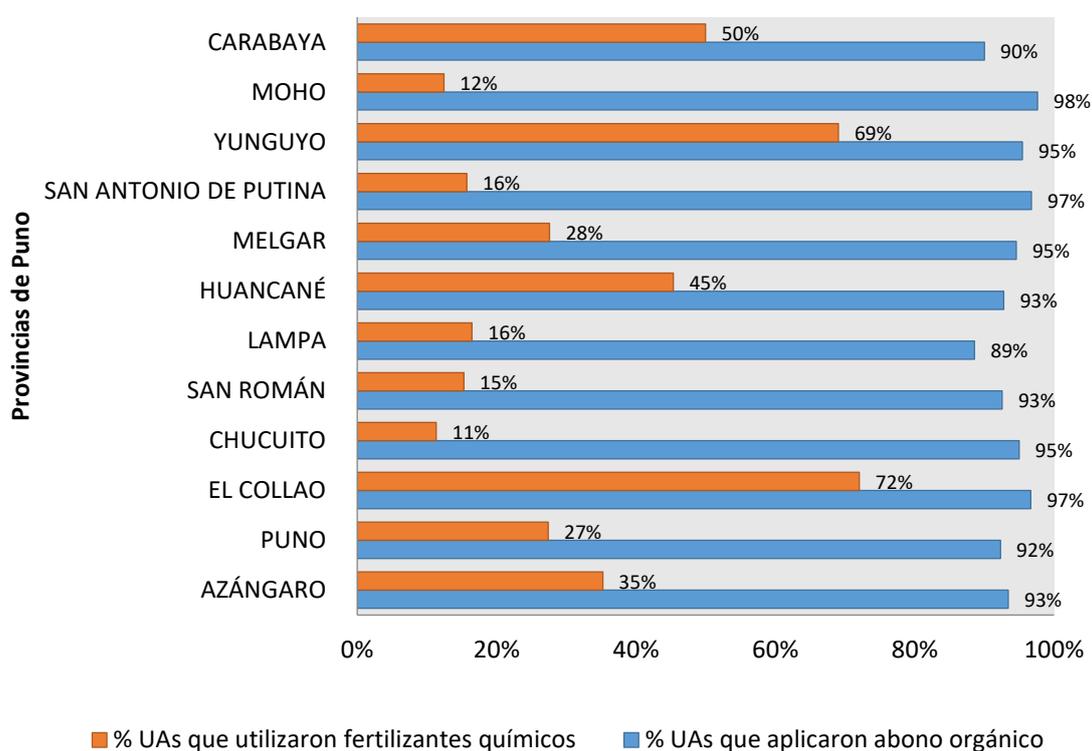


Figura 27: Provincias de Puno, uso de fertilizante químicos o abonos orgánicos de los productores de quinua, en porcentajes, 2012

Fuente: Elaborado a partir del “IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Resultados definitivos” por el INEI (2013).

En el ámbito de provincias de Puno en su mayoría aplican abono orgánico o estiércol (Figura 28).

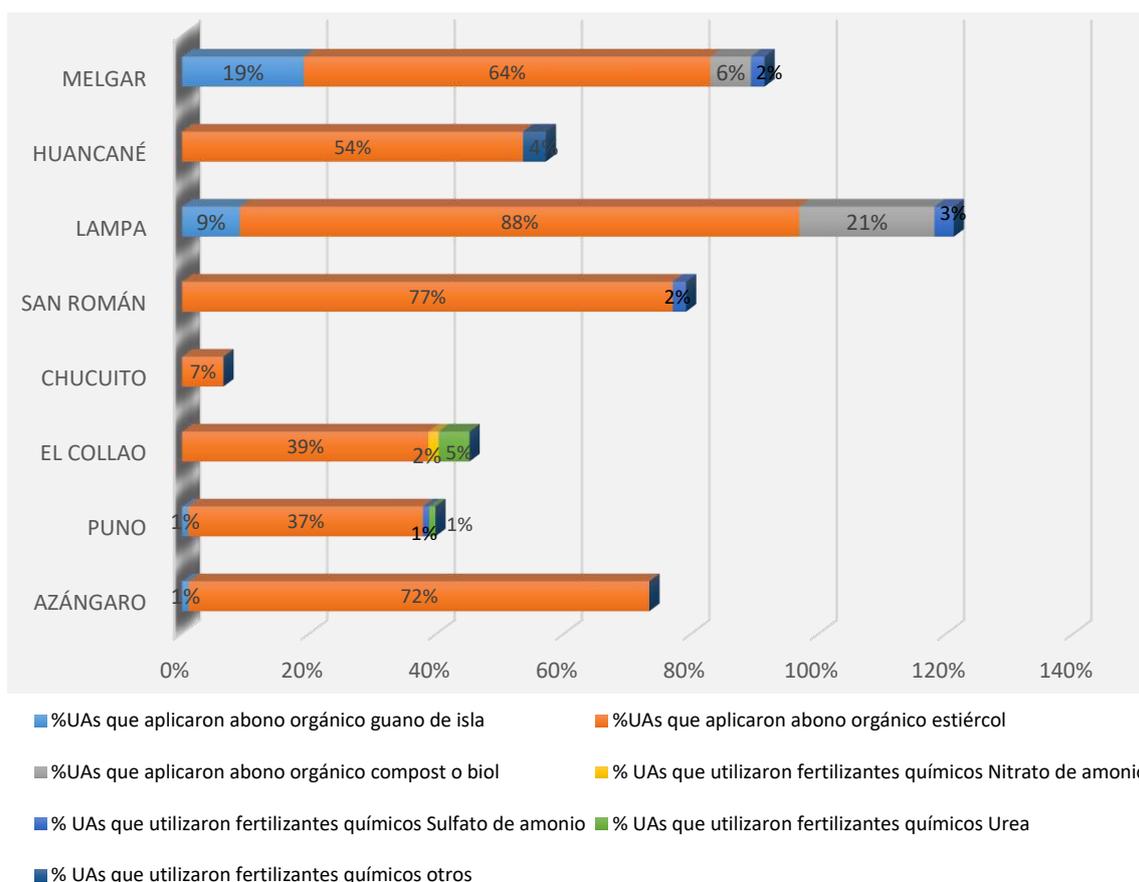


Figura 28: Ocho provincias de Puno, uso de fertilizante químicos o abonos orgánicos de los productores de quinua, en porcentajes, 2017

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

Gestión de residuos

La gestión de residuos sólidos del Departamento de Puno es deficiente respecto al resto de los departamentos. Según las cifras del MINAM, en el año 2017, solo el 8,2 por ciento de los hogares del ámbito urbano disponían adecuadamente de sus residuos sólidos domésticos³⁰, lo cual sitúa al Departamento de Puno como el cuarto departamento con el peor indicador de gestión integral de residuos sólidos, por debajo de los departamentos de San Martín (10,5 por ciento) y Ayacucho (12,4 por ciento). No obstante, los datos

³⁰ Se entiende que la disposición de los residuos es adecuada si: (i) se dispone en la calle o vía pública para su recojo, (ii) se espera y entrega al recolector de basura, (iii) se vende, (iv) se utiliza para alimentar animales (en el caso de residuos orgánicos), (v) se regala, o (vi) se dispone en un contenedor comunal.

históricos denotan un aumento del indicador de casi 4 por ciento respecto al año 2014, lo cual es un indica una ligera mejora de esta variable en los últimos años.

Según los encuestados, los residuos son destinados parcialmente y según su naturaleza como alimentos de animales y el resto es quemado. Estas acciones influyen en la huella ecológica (Figura 29).

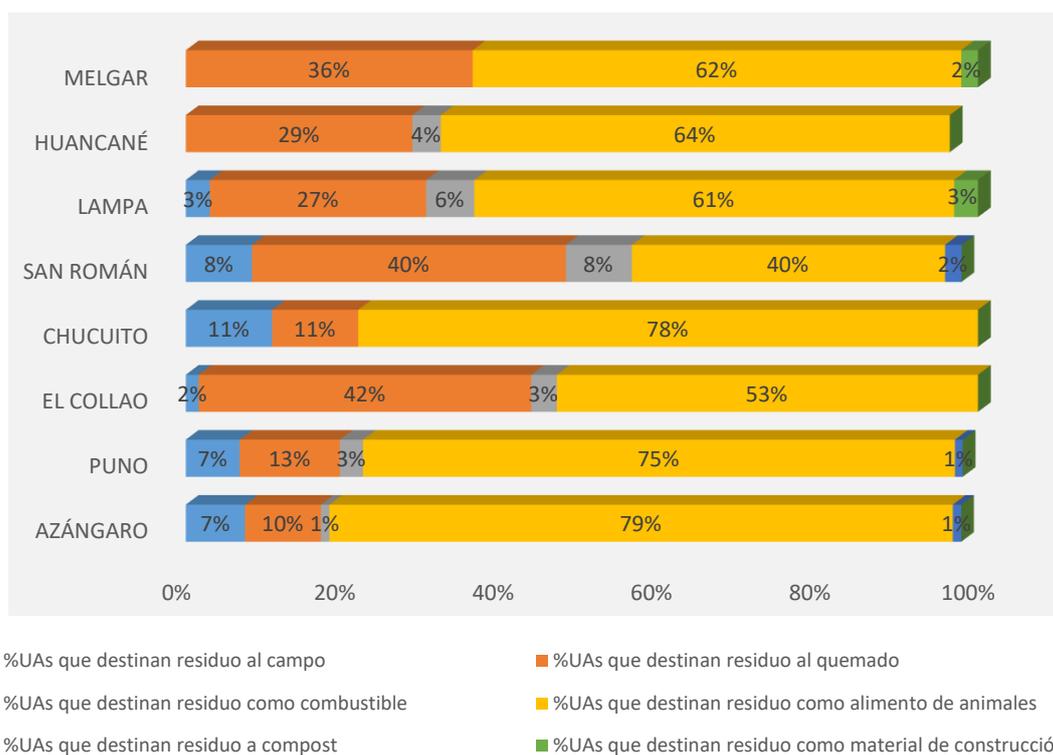


Figura 29: Provincias de Puno, destinos de residuos sólidos de los productores de quinua, en porcentajes, 2012

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

En ese sentido, la huella ecológica departamental per cápita se ha incrementado en 0,52 hag en el periodo comprendido entre los años 2007 y 2016, incremento que sitúa al Departamento de Puno a 0,27 hag de diferencia con respecto a la biocapacidad máxima del planeta calculada en el año 2007 (1,78 hag) (MINAM 2012).

Por otro lado, la disposición de residuos se realiza en cielo abierto, tal es así que estos se esparcen en los terrenos; en consecuencia, se contamina los suelos, el subsuelo y mantos

acuíferos (Gobierno Regional de Puno 2015). La degradación de los suelos producto de la contaminación afecta en forma negativa a la biodiversidad asociada, especialmente a los microorganismos del suelo (INIA 2016).

Aunque la quinua es capaz de adaptarse a las variadas condiciones agroclimáticas en los diferentes niveles ecológicos (altitudes) en el Perú, requiere grandes cantidades de nutrientes (Mujica y Jacobsen 2001). Por lo tanto, las prácticas adecuadas de manejo del suelo son vitales para su producción sostenible.

3.8.4. Características del productor

Alrededor de 67 574 agricultores se dedican a la siembra y cosecha de quinua en el Departamento de Puno (INEI 2013), destacándose como el departamento con el mayor número de productores.

Ingresos

Los ingresos de los productores aumentaron con el *boom* de la quinua, incluso aquellos que no la cultivaban. Los productores de quinua con mayores recursos compraban más bienes y servicios favoreciendo de manera indirecta al Departamento de Puno (The economist 2017). En la Figura 30 se muestra, en general recibieron menos de 600 soles con excepción de Chucuito con productores que recibieron más de 1200 soles de ingresos (35 por ciento).

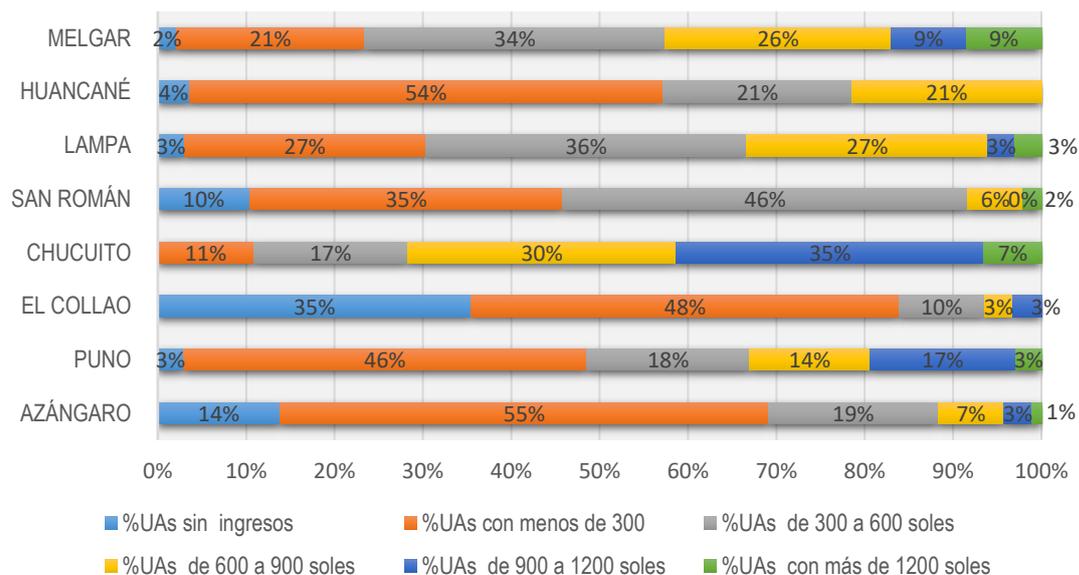


Figura 30: Ocho provincias de Puno, destinos de residuos sólidos de los productores de quinua, en porcentajes, 2017

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

Villalobos *et al.* (2017) señalaron que la implementación de la innovación agraria les dio mejores oportunidades e ingresos a aquellos grupos de productores más numerosos y con mayor necesidad en el mundo rural. Sin embargo, los hogares campesinos no solo se dedican a la agricultura. Los miembros del hogar participan en muchas actividades no agrícolas, algunas de las cuales son tareas ajenas al mercado (recolección de leña, recolección de agua) y otras dependen de los mercados laborales (producción de artesanías para la venta, trabajo asalariado fuera de la unidad productiva) (Ellis 1993).

Mano de obra en la agricultura

La mano de obra que se emplea en la agricultura es de los hombres (66,7 por ciento), de ellos el 81,2 por ciento se dedican a esta actividad de manera permanente (INEI 2013) (Figura 31). Además, en el departamento de Puno solo el 24 por ciento de productores considera la actividad agropecuaria como ingreso suficiente para la alimentación (INEI 2013) mientras el resto se tiene que dedicar a actividades adicionales como la ganadería.

En la Figura 31 se muestra que la actividad agropecuaria genera ingresos suficientes para la alimentación para los productores de San Antonio de Putina y para un tercio de los productores del resto de las provincias.

No obstante, los agricultores señalaron que la producción de quinua requiere ocho meses de trabajo y que los ingresos no justifican el esfuerzo; ya que obtienen S/ 960 por hectárea en promedio, pero continúan con el cultivo por las pocas alternativas agrícolas en el altiplano y sobre todo por ser un bien de autoconsumo.

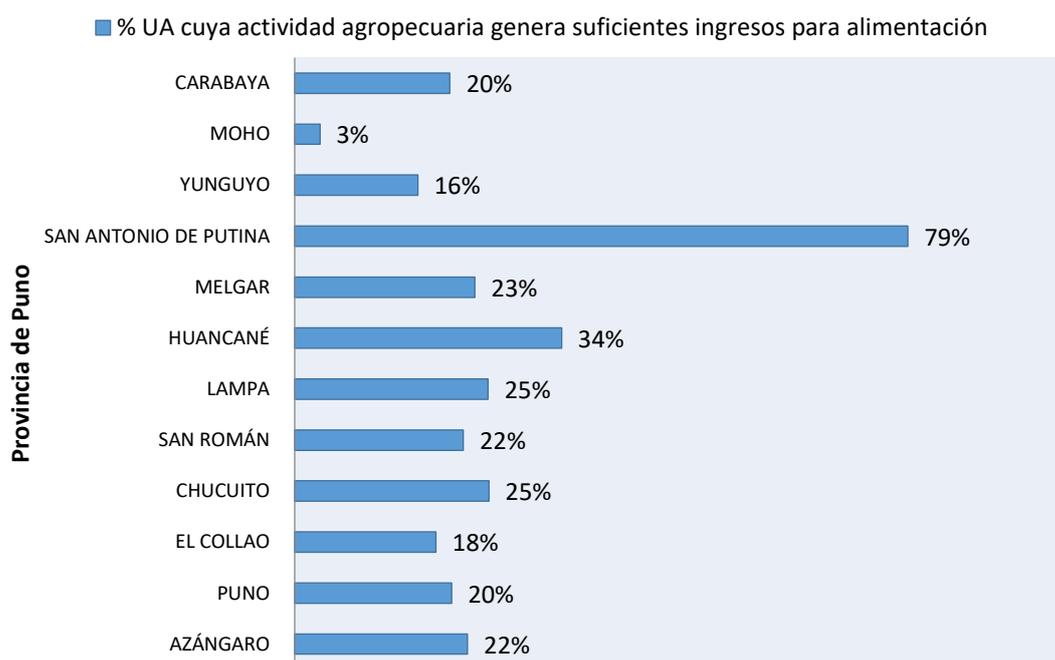


Figura 31: Provincias de Puno, actividad agropecuaria que genera suficientes ingresos para alimentación de los productores de quinua, en porcentajes, 2012

Fuente: Elaborado a partir del “IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Resultados definitivos” por el INEI (2013).

Por otro lado, es importante señalar que no se cuenta con información estadística que evidencia la brecha entre mujeres y hombres participantes en la agricultura familiar. La encuesta aplicada en el Departamento de Puno permitió determinar las unidades agropecuarias dirigidas por mujeres, lo que permite inferir la situación de la mujer dentro de la agricultura familiar.

Destacan tres provincias ubicadas en el Departamento de Puno donde mujeres presenta participaciones superiores al 20 por ciento. Así, en la provincia de Melgar el 25 por ciento de mujeres conduce unidades agropecuarias (Figura 32).

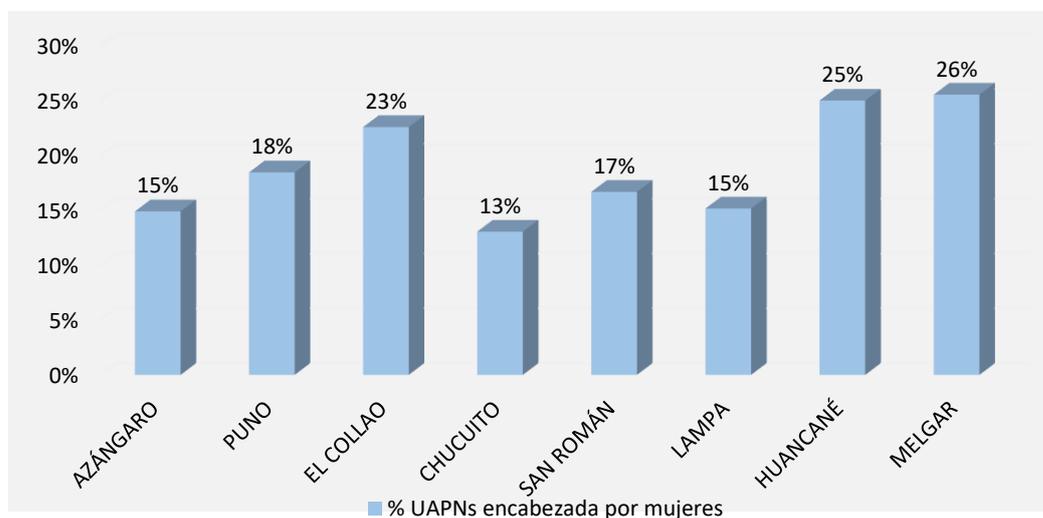


Figura 32: Ocho provincias de Puno, actividad agropecuaria que genera suficientes ingresos para alimentación de los productores de quinua, en porcentajes, 2017

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

Asimismo, los menores de edad también participan en las actividades agrícolas, aunque no se tuvo un cuestionario concreto, se pudo apreciar que muchos de ellos son expuestos a trabajos pesados y largas jornadas lo que afecta su asistencia a la escuela.

Educación del agricultor

La calidad de la educación en el Departamento de Puno es buena en comparación con el promedio nacional. Al año 2016, casi 47 de cada 100 estudiantes de segundo grado de primaria alcanzaron niveles satisfactorios en comprensión lectora en la Evaluación Censal de Estudiantes (ECE), mientras que la cifra en razonamiento matemático alcanzó el valor de casi 39 por ciento. Ello sitúa a Puno como el décimo tercero departamento con mejores resultados en comprensión lectora, y la octava con mejores resultados en razonamiento matemático (MINEDU 2016).

La capacidad de manejo de tierra muchas veces se ve influida por el nivel de conocimiento 29 por ciento los productores en el Departamento de Puno tienen al menos educación secundaria y el 86 por ciento sabe leer y escribir (Figura 33 y Figura 34).

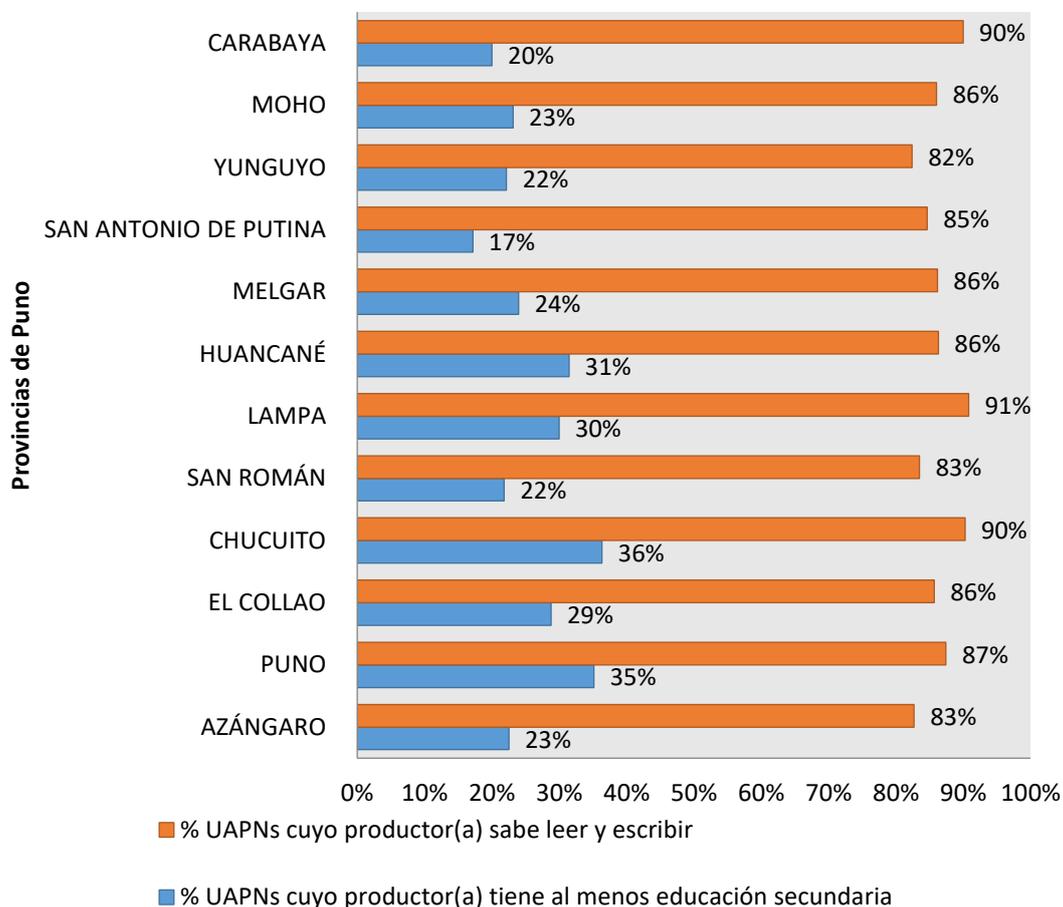


Figura 33: Provincias de Puno, nivel educativo de los productores de quinua, en porcentajes, 2012

Fuente: Elaborado a partir del “IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Resultados definitivos” por el INEI (2013).

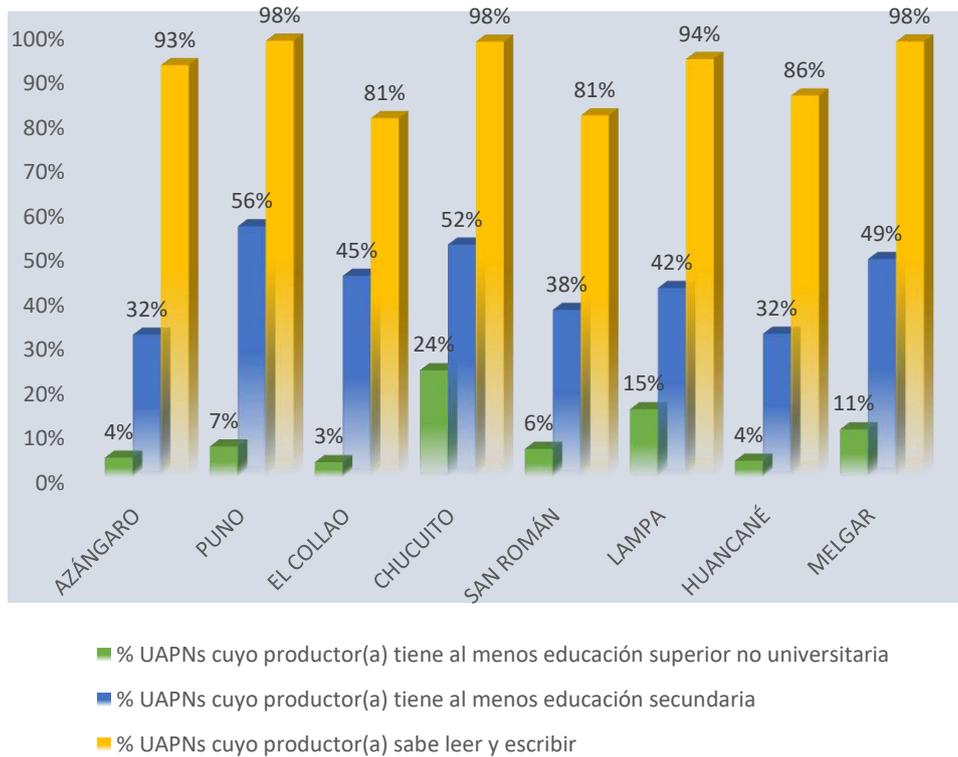


Figura 34: Ocho provincias de Puno, nivel educativo de los productores de quinua, en porcentajes, 2012

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

Los factores culturales son rasgos distintivos que hacen diferentes a un grupo humano dentro de un mismo espacio geográfico y social. Aspectos como el lenguaje influyen en la acción de los agricultores en el contexto de su actividad. Permite a los agricultores compartir sus experiencias entre sí y transmitir complejos conocimientos a las generaciones más jóvenes. En las Figuras 35 y 36 se muestran que más del 90 por ciento conoce un idioma nativo.

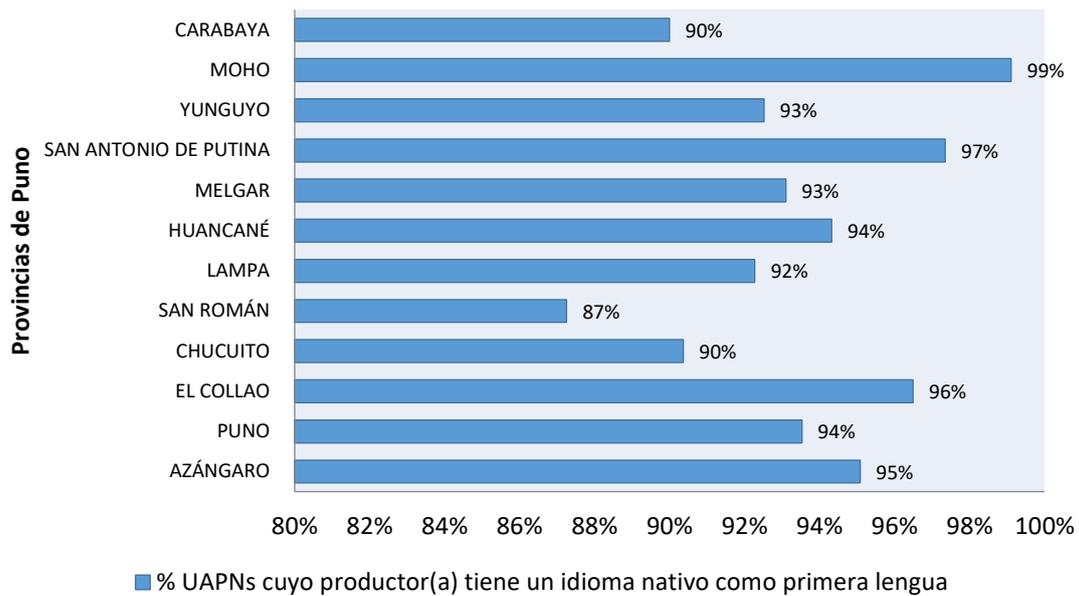


Figura 35: Provincias de Puno, según idioma nativo de los productores de quinua, en porcentajes, 2012

Fuente: Elaborado a partir del “IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Resultados definitivos” por el INEI (2013).

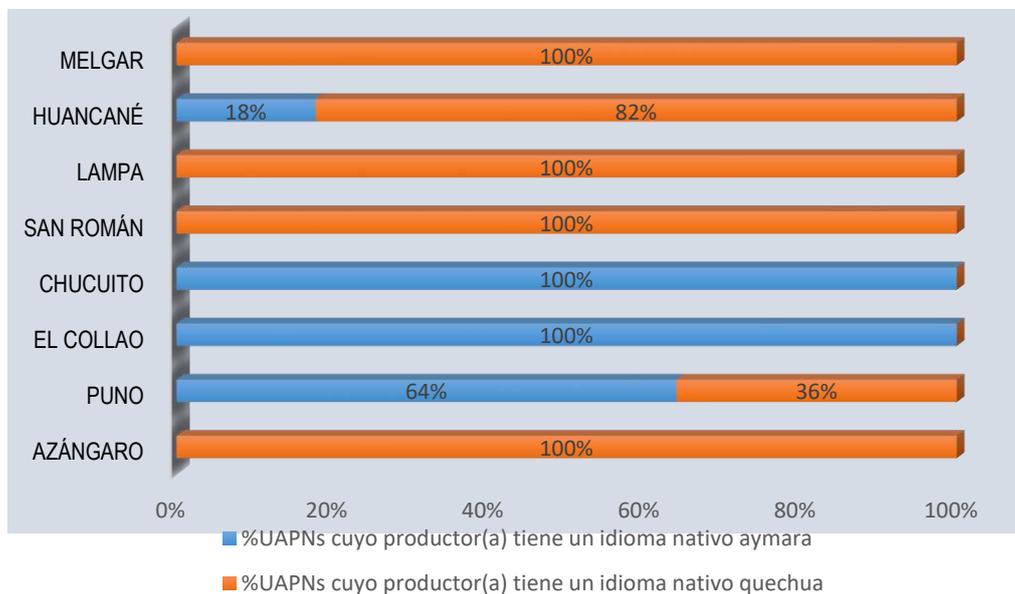


Figura 36: Ocho provincias de Puno, según idioma nativo de los productores de quinua, en porcentajes, 2017

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

Las condiciones de vida de la población en el departamento Puno son desfavorables en comparación con otras regiones. Al año 2018, casi 37 de cada 100 personas se encontraban en situación de pobreza, es decir, que sus gastos per cápita del hogar no eran suficientes para satisfacer sus necesidades básicas, siendo de esta manera el cuarto departamento con un mayor índice de pobreza monetaria, seguida por Pasco (35,0 por ciento) y Amazonas (33,5 por ciento).

Asimismo, si bien este índice se ha reducido significativamente en 23 por ciento entre los años 2007 y 2015, en los subsiguientes años, esta tendencia se fue desacelerando en concordancia con la variación negativa del ingreso real per cápita y el incremento sostenido del costo real de la canasta básica de consumo, es decir la línea de pobreza (Figura 37). Incluso en 2018 se observa un incremento de casi cinco por ciento en los niveles de pobreza, lo cual se relaciona directamente con la disminución del ingreso y gasto per cápita de los hogares en ese año.

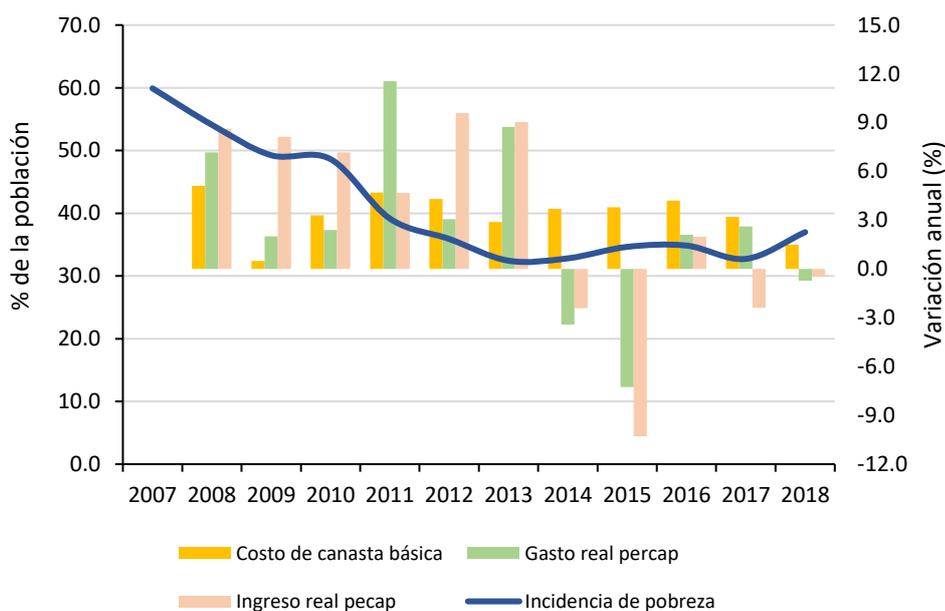


Figura 37: Departamento de Puno, evolución de la incidencia de la pobreza monetaria total (eje izquierdo) y de la variación anual del ingreso y gasto real per cápita, y el costo de la canasta básica de consumo nacional (eje derecho).

Fuente. Elaboración a partir de los datos del INEI.

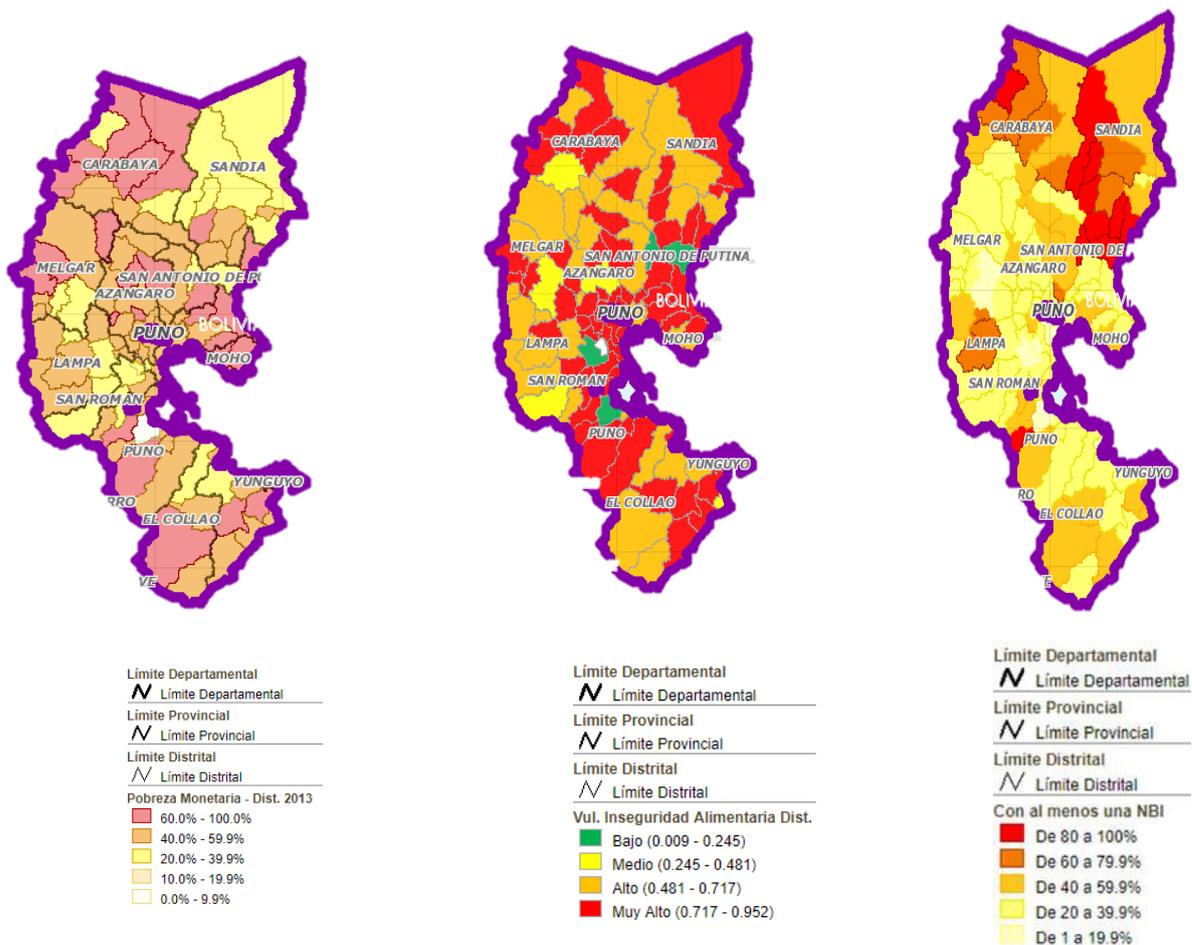


Figura 38: Departamento de Puno, necesidades básicas insatisfechas, pobreza e inseguridad alimentaria

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos Sayhuite.

Al año 2018, el 67,7 por ciento de niños y niñas de 6 a 35 meses de edad del Departamento de Puno padecía de anemia total, es decir de niveles de hierro en la sangre insuficientes para el desarrollo adecuado de sus capacidades, lo cual representa una disminución en su incidencia de casi ocho puntos porcentuales respecto al año 2017 (Figura 38). Asimismo, el 15 por ciento de niños y niñas de menos de cinco años sufrieron de desnutrición crónica, siendo su incidencia menor en 1,1 puntos porcentuales respecto al año anterior. Respecto a los niveles nacionales, la salud infantil de este departamento es relativamente peor, ubicándose como el departamento con mayor incidencia de anemia infantil y el número doce con mayor índice de desnutrición crónica infantil.

Al respecto, en función a los datos disponibles del INEI al año 2018, se puede observar en la Figura 39 que las regiones que poseen un mayor nivel de incidencia de pobreza tienen una mayor tasa de desnutrición crónica asociada. Por lo tanto, el alto nivel de

incidencia de pobreza monetaria en el Departamento de Puno es un factor importante en la prevalencia de altos niveles de desnutrición crónica, debido a que las familias que se encuentran en situación de pobreza tienen menor capacidad adquisitiva para gastar en alimentación, lo cual afecta la nutrición a lo largo de toda la vida y en un amplio espectro de manifestaciones tales como una mayor propensión a contraer enfermedades, menor capacidad productiva e intelectual, entre otros (Peña y Bacallao 2002).

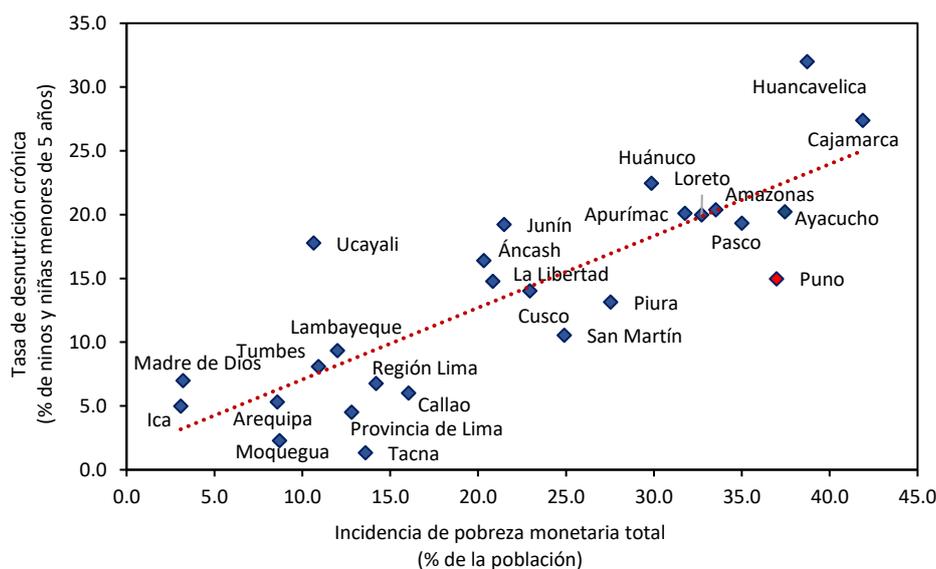


Figura 39: Relación entre la incidencia de pobreza monetaria total y la tasa de desnutrición crónica, 2018

Fuente. Región Lima engloba las provincias de Barranca, Cajatambo, Canta, Cañete, Huaral, Huarochirí, Huaura, Oyón y Yauyos. Elaboración a partir de los datos del INEI.

Consumir quinua ayudaría a reducir la desnutrición; sin embargo, The Economist (2016) señala que los jóvenes peruanos están más dispuestos a disfrutar de sus propias modas alimenticias —por más comida occidental— que a atiborrarse de los alimentos básicos de sus ancestros.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se presentan los resultados; primero se presente la eficiencia técnica, seguida de la eficiencia económica.

4.1. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Los productores de quinua en el Departamento de Puno presentan diferentes niveles de ET y EE que obedecería tanto a las prácticas productivas y la localización de los cultivos, así como a la biodiversidad de la quinua y el destino final del producto, siendo que la eficiencia técnica tiende a ser mayor que la eficiencia económica.

La ET es la capacidad de una empresa para conseguir la máxima producción a partir de un conjunto de insumos. La medida de varía entre cero y uno. Un valor de uno indica que la ET de la empresa es completamente eficiente y opera en la frontera de producción. Un valor menor que uno refleja que la empresa opera por debajo de la frontera.

4.1.1. Prueba de hipótesis específica 1

$H_0: \beta_0 = \beta_1 = 0$ *La producción de quinua tiene diferentes niveles de eficiencia técnica que no obedece a las prácticas productivas y culturales, la agrobiodiversidad regional y las zonas agroecológicas del territorio.*

$H_1: \beta_0 \neq \beta_1 \neq 0$ *La producción de quinua tiene diferentes niveles de eficiencia técnica que obedece a las prácticas productivas y culturales, la agrobiodiversidad regional y las zonas agroecológicas del territorio.*

Los resultados de la estimación de esta función se observan en la Tabla 23, donde se ve que el modelo a nivel general es estadísticamente significativo, es decir, se rechaza la hipótesis nula de que todos los parámetros estimados mediante la función de verosimilitud sean iguales a cero ($\beta_i=0$); el test que valida esta afirmación se observa en la parte superior del cuadro donde $\text{Prob} > \chi^2 = 0,000$, lo que quiere decir que la probabilidad de rechazar la hipótesis nula de que todos los coeficientes sean iguales a cero cuando esta es verdadera

es extremadamente baja y menor al nivel de significancia con el que se trabajó que es el 0.

Tabla 23: Resultados de la estimación de la Función Frontera Estocástica para la función de producción de la quinua

Stoc. frontier normal/half-normal model	Number of obs	=	458
Log likelihood = -250.89401	Wald chi2(5)	=	319.54
	Prob > chi2	=	0.0000

lprodc	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
areaqlog	.3918726	.0640618	6.12	0.000	.2663137	.5174314
semlog	.3596012	.0568249	6.33	0.000	.2482264	.470976
maqlog	.004051	.0103126	0.39	0.694	-.0161613	.0242632
molog	.013829	.0587042	0.24	0.814	-.1012292	.1288872
ferlog	.0039782	.0056327	0.71	0.480	-.0070617	.0150181
_cons	-.5639909	.4773343	-1.18	0.237	-1.499549	.371567
/lnsig2v	-2.6093	.1696695	-15.38	0.000	-2.941846	-2.276753
/lnsig2u	-1.203919	.1522332	-7.91	0.000	-1.502291	-.9055477
sigma_v	.2712675	.0230129			.2297134	.3203386
sigma_u	.5477372	.0416919			.4718258	.6358619
sigma2	.3736021	.0387735			.2976074	.4495968
lambda	2.019177	.0592479			1.903054	2.135301

LR test of sigma_u=0: chibar2(01) = 32.46	Prob >= chibar2 = 0.000
--	-------------------------

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Stata*.

Validación de la frontera estocástica

La manera de validar el modelo de Frontera estocástica y confirmar si es correcta la suposición de un término de error con dos componentes (una con distribución normal y otra con una semi-normal) se realiza a través del test en la parte inferior de la

Tabla 23 donde el $Prob \geq \text{chibar} = 0,000$, esta prueba se interpreta que la hipótesis nula de que la desviación estándar del término de ineficiencia es igual a cero ($\sigma_u = 0$ ó $\lambda = 0$) o como el programa econométrico denota como $\text{sigma}_u = 0$ es rechazada, ya que la probabilidad de que de que la desviación estándar sea igual a cero es de 0,000 y es menor y/o igual al nivel de significancia (0,00).

De forma individual se observa que extensión de terreno dedicada a la quinua (areaqlog) y cantidad de semillas (semlog) son significativos estadísticamente; asimismo los signos positivos que presentan los coeficientes de estas variables muestran que sus niveles de

uso se encuentran en niveles adecuados, ya que un incremento en ellos permitirá un aumento también en los niveles de producción, en ese sentido si se llega usar 1 por ciento más de terreno dedicado a la quinua, manteniendo todos lo demás constante el incremento del rendimiento por hectárea se incrementará en un 0,39 por ciento; mayores son los niveles de importancia en la producción que tiene la utilización de semillas, ya que al aumentar su uso en 1 por ciento y manteniendo los otros insumos constantes los rendimientos crece en 0,35 por ciento.

En la Tabla 24, se observa que los niveles de ET con un promedio de 68,83 por ciento, lo cual indica que los productores de quinua podrían obtener mejores rendimientos si lograrán combinar adecuadamente sus insumos, en ese sentido se puede decir que para que un productor promedio llegue a los niveles de los productores más eficientes debería incrementar su productividad.

Tabla 24: Niveles de eficiencia técnica

Mean estimation	Number of obs = 458		
	Mean	Std. Err.	[95% Conf. Interval]
efitec	.6883354	.0066885	.6751914 .7014794

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Stata*.

Los niveles de ET que se han obtenido da una idea del potencial que tiene el Departamento de Puno para el desarrollo del cultivo de la quinua, ya que se podría incrementar la producción con los mismos insumos que se vienen utilizando, esto en una coyuntura favorable al cultivo crea una opción de desarrollo para los agricultores y que habitan en localidades donde existe una carencia de recursos, dándoles una oportunidad de incrementar sus ingresos para que puedan acceder a servicios de mejor calidad y por ende obtener un incremento es su bienestar (Figura 40).

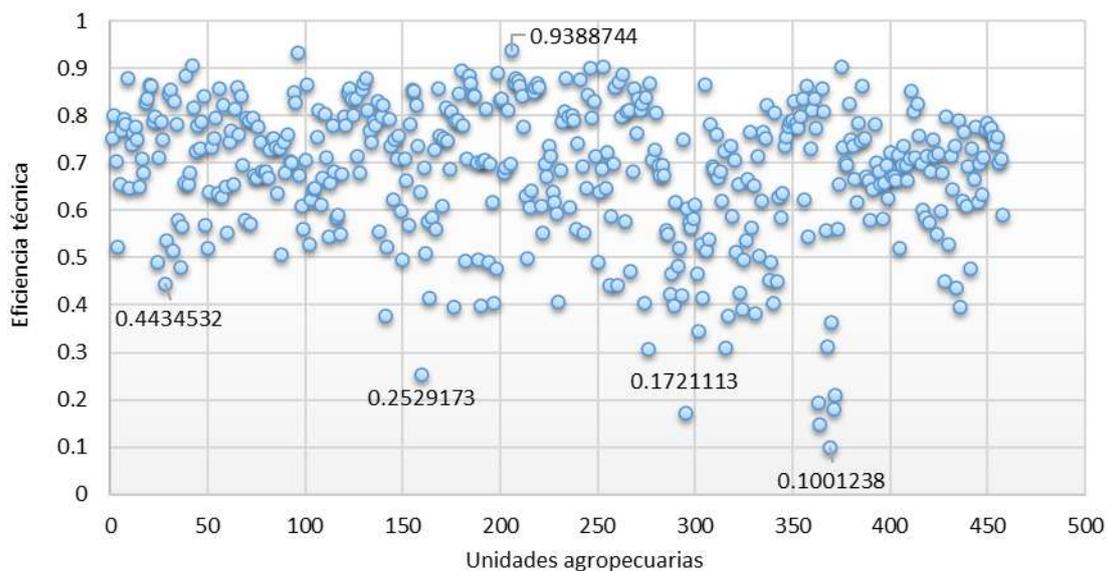


Figura 40: Departamento de Puno, representación de los niveles de eficiencia técnica (en índice)

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Excel*. La medida de varía entre 0 y 1. Un valor de 1 indica que la ET del productor de quinua es completamente eficiente y opera en la frontera de producción. Un valor menor que 1 refleja que el productor de quinua opera por debajo de la frontera. La diferencia entre 1 y el valor observado mide la ineficiencia técnica.

4.1.2. Prueba de hipótesis específica 2

$H_0: \beta_0 = \beta_1 = 0$ *La producción de quinua tiene diferentes niveles de eficiencia económica que no obedece a las prácticas productivas y culturales, la agrobiodiversidad regional y las zonas agroecológicas del territorio.*

$H_1: \beta_0 \neq \beta_1 \neq 0$ *La producción de quinua tiene diferentes niveles de eficiencia económica que obedece a las prácticas productivas y culturales, la agrobiodiversidad regional y las zonas agroecológicas del territorio.*

Eficiencia económica

Al igual que en el caso de la ET el modelo es su conjunto es significativo estadísticamente, es decir que por lo menos algún parámetro es distinto de cero, esto se puede corroborar en la parte superior de la Tabla 25 donde la probabilidad de que todos los parámetros sean iguales a cero es muy baja y menor al nivel de significancia ($\text{Prob} > \chi^2 = 0,0000$).

Tabla 25: Resultados de la estimación de la Función Frontera Estocástica para una función de costos

Stoc. frontier normal/half-normal model	Number of obs	=	461
Log likelihood = 321.54411	Wald chi2(4)	=	3243.54
	Prob > chi2	=	0.0000

ctl	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
lprod	.0143546	.0087375	1.64	0.100	-.0027706 .0314797
pmolog	.8848352	.0158111	55.96	0.000	.8538459 .9158245
pseml	.001955	.0053036	0.37	0.712	-.0084398 .0123498
pferl	-.114564	.018813	-6.09	0.000	-.1514368 -.0776912
_cons	.4195773	.0841704	4.98	0.000	.2546064 .5845482
/lnsig2v	-4.232918	.0659398	-64.19	0.000	-4.362158 -4.103678
/lnsig2u	-14.06515	160.8533	-0.09	0.930	-329.3318 301.2015
sigma_v	.1204574	.0039715			.1129196 .1284983
sigma_u	.0008827	.0709892			3.07e-72 2.54e+65
sigma2	.0145108	.0009591			.012631 .0163905
lambda	.0073275	.0712868			-.132392 .1470471

LR test of sigma_u=0: chibar2(01) = 0.00	Prob >= chibar2 = 1.000
---	-------------------------

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Stata*.

En la Tabla 25 se evalúa la hipótesis nula sobre la existencia de ineficiencias $\sigma_u = 0$, es una hipótesis nula que no es rechazada, en ese sentido se puede concluir que no existe un término de error que capture las ineficiencias de costos, lo que significa que el modelo terminaría siendo un modelo de regresión simple.

Al análisis de las variables de forma individual, se puede observar que la variable Pmolog (costo de mano de obra) y Pfert (costo de los fertilizantes) son significativas; la primera tiene un coeficiente de 0,88 lo que significa que si el costo de la mano de obra se incrementa en un 1 por ciento el costo total aumentará en 0,88 por ciento; y la segunda tiene un coeficiente de -0,11, es decir, que un aumento de 1 por ciento en el costo de los fertilizantes usados, equivaldría a una reducción de 0,11 por ciento.

Si bien la prueba de hipótesis dice que el término de error que captura las ineficiencias no es significativo, de igual forma se presenta en el Tabla 26 los niveles de eficiencia de costos que se obtuvieron producto de la estimación.

4.2. EFICIENCIA TÉCNICA EN LA PRODUCCIÓN DE QUINUA CONSIDERANDO LA AGROBIODIVERSIDAD

4.2.1. Eficiencia según prácticas culturales (aimara y quechua)

Se analiza dos prácticas culturales en el Departamento de Puno, según el MINAGRI (2015) el 80 por ciento de los sistemas agrícolas de quinua están agrupados en 1303 comunidades campesinas aimaras y quechuas (Alvarado *et al.* 2016). Se caracterizan por una serie de creencias y prácticas ancestrales vinculadas a manifestaciones materiales e inmateriales de su cultura.

Aimara

El primero, los aimaras cuentan con un sistema de producción de rotación conocido como *aynoca o laymis* que consiste alternar periodos de cultivos con la papa, leguminosas, cereales y la quinua. Se identifican periodos de descanso y pastoreo y se estiman tiempo de cinco a diez años, todo ello, en consenso comunal.

En las actividades agrícolas y ganaderas se puede encontrar diferencias de género, pues son los varones quienes se encargan de la roturación y preparación de la tierra, el aporque y la cosecha de la producción; mientras que las mujeres se dedican a la siembra, la selección, la preparación y el procesamiento de los alimentos para diversos usos. En la ganadería el hombre realiza la esquila de ganado, mientras que la mujer se encarga del pastoreo.

Por otro lado, autores como Mujica y Jacobsen (2006) señalan que la mayor diversidad de los parientes silvestres de la quinua se encuentra en las aynokas, es decir en la zona aimara del Departamento de Puno, como Chucuito y El Collao.

Quechua

El segundo, son los quechuas donde predomina los sistemas agrícolas tradicional que se caracteriza con complejo sistema de producción agrícola, con formas de transformación del suelo (camellones, pozas), con sistemas de irrigación y de rotación de cultivos, asociados al descanso regulado (Morlon 1996). Las culturas quechuas tradicionales están asociados a tipos específicos de labranza (*chuki, t'aya, wachu*) y a herramientas propias, propias de zonas de altura y de pequeña extensión.

Entre las herramientas quechuas se cuenta como la más característica la chaquitaqlla o arado de pie. Supone un trabajo en equipo para arar y roturar la tierra.

Los quechuas y aimaras realizan el cultivo de la quinua una vez al año, la época de la lluvia es la que define el calendario de la siembra, función a ello, siembran la quinua. La Figura 42 muestra el área de estudio según las prácticas culturales identificadas.



Figura 42: Áreas de estudio según prácticas culturales

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.

Análisis de frontera estocástica

Tabla 27: Resultados de la estimación de la Función Frontera Estocástica para la función de producción de la quinua de la zona aimara

```

Stoc. frontier normal/half-normal model      Number of obs   =      235
                                              Wald chi2(4)    =      252.71
Log pseudolikelihood = -74.904528           Prob > chi2     =      0.0000
    
```

lprod	Robust		z	P> z	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
areaqlog	.6013494	.052386	11.48	0.000	.7040241	.4986748
semlog	.2780316	.0780897	3.56	0.000	.1249786	.4310845
maqlog	.0245052	.0152778	1.60	0.109	-.0054388	.0544492
ferlog	.0058569	.0064067	0.91	0.361	-.0067	.0184139
_cons	5.60251	.3166833	17.69	0.000	4.981822	6.223197
/lnsig2v	-2.544101	.3354476	-7.58	0.000	-3.201566	-1.886636
/lnsig2u	-2.407978	.7906697	-3.05	0.002	-3.957662	-.8582939
sigma_v	.2802564	.0470057			.2017385	.3893339
sigma_u	.2999951	.1185985			.1382307	.6510642
sigma2	.1685407	.049261			.0719909	.2650905
lambda	1.070431	.161802			.7533049	1.387557

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Stata*.

Los resultados de la estimación de esta función se observan en la Tabla 27, donde se ve que el modelo a nivel general es estadísticamente significativo, es decir, se rechaza la hipótesis nula de que todos los parámetros estimados mediante la función de verosimilitud sean iguales a cero ($\beta_i=0$); el test que valida esta afirmación se observa en la parte superior del cuadro donde $\text{Prob} > \text{chi}^2 = 0,000$, lo que quiere decir que la probabilidad de rechazar la hipótesis nula de que todos los coeficientes sean iguales a cero cuando esta es verdadera es extremadamente baja y menor al nivel de significancia con el que se trabajó que es el 0.

La manera de validar el modelo de Frontera estocástica y confirmar si es correcta la suposición de un término de error con dos componentes (una con distribución normal y otra con una semi-normal) se realiza a través del test en la parte inferior de la Tabla 27 donde el $\text{Prob} \geq \text{chibar} = 0,000$, esta prueba se interpreta que la hipótesis nula de que la desviación estándar del término de ineficiencia es igual a cero ($\sigma_u = 0$ ó $\lambda = 0$) o como el programa econométrico denota como $\text{sigma}_u = 0$ es rechazada, ya que la probabilidad de que de que la desviación estándar sea igual a cero es de 0,000 y es menor y/o igual al nivel de significancia (0,00).

De forma individual se observa que extensión de terreno dedicada a la quinua (areaqlog) y cantidad de semillas (semlog) son significativos estadísticamente; asimismo los signos positivos que presentan los coeficientes de estas variables muestran que sus niveles de uso se encuentran en niveles adecuados, ya que un incremento en ellos permitirá un aumento también en los niveles de producción, en ese sentido si se llega a usar 1 por ciento más de terreno dedicado a la quinua, manteniendo todos lo demás constante el incremento del rendimiento por hectárea se incrementará en un 0,60 por ciento; mayores son los niveles de importancia en la producción que tiene la utilización de semillas, ya que al aumentar su uso en 1 por ciento y manteniendo los otros insumos constantes los rendimientos crece en 0,27 por ciento.

En la Tabla 28, se observa que los niveles de eficiencia técnica con un promedio de 79,97 por ciento, lo cual indica que los productores de quinua podrían obtener mejores rendimientos si logran combinar adecuadamente sus insumos, en ese sentido se puede decir que para que un productor promedio llegue a los niveles de los productores más eficientes debería incrementar su productividad (Figura 43).

Tabla 28: Eficiencia promedio de los productores de la zona aimara

Mean estimation		Number of obs = 235		
	Mean	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
efitec	.7997265	.004782	.7903053	.8091478

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Stata*.

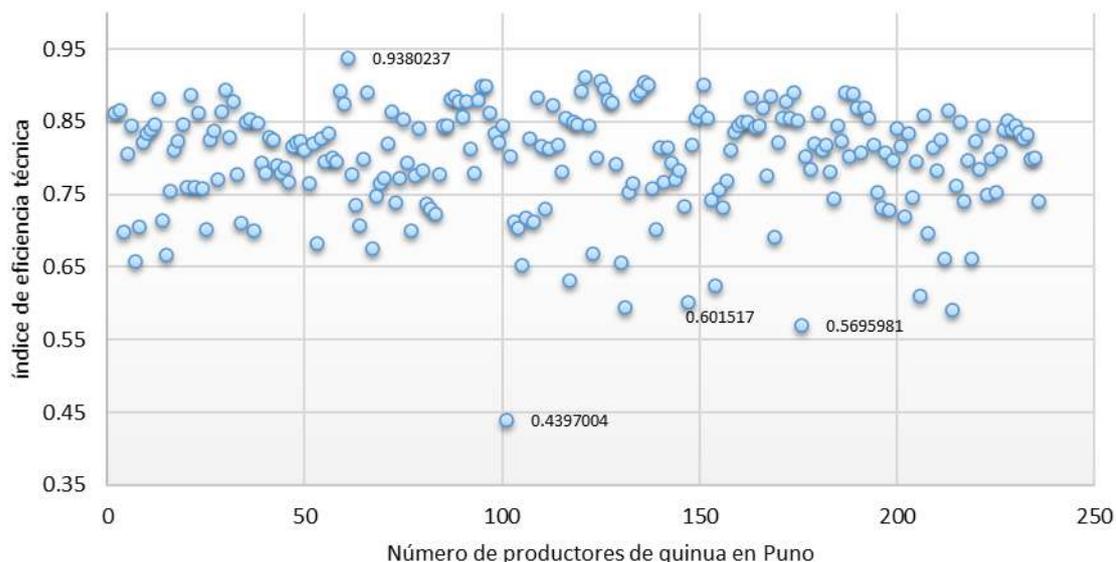


Figura 43: Niveles de eficiencia técnica en la zona aimara (en índice)

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Excel*. La medida de varía entre 0 y 1. Un valor de 1 indica que la ET del productor de quinua es completamente eficiente y opera en la frontera de producción. Un valor menor que 1 refleja que el productor de quinua opera por debajo de la frontera. La diferencia entre 1 y el valor observado mide la ineficiencia técnica.

Frontera de producción en zona quechua

Tabla 29: Resultados de la estimación de la Función Frontera Estocástica para la función de producción de la quinua de la zona aimara de la zona quechua

Stoc. frontier normal/half-normal model		Number of obs = 177				
Log pseudolikelihood = -75.379788		Wald chi2(5) = 80.46				
		Prob > chi2 = 0.0000				
lprod	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
areaqlog	.6488158	.1019894	6.36	0.000	.8487113	.4489203
semlog	.2673286	.0904195	2.96	0.003	.0901096	.4445475
molog	.0509063	.0819534	0.62	0.534	-.2115319	.1097193
maqlog	.0004452	.0134404	0.03	0.974	-.0258975	.0267878
ferlog	.0014029	.0082144	0.17	0.864	-.0146971	.0175029
_cons	6.256971	.6673433	9.38	0.000	4.949002	7.564939
/lnsig2v	-2.6501	.3354684	-7.90	0.000	-3.307607	-1.992594
/lnsig2u	-1.655683	.4362316	-3.80	0.000	-2.510681	-.8006851
sigma_v	.2657896	.044582			.1913209	.3692442
sigma_u	.4369915	.0953147			.2849787	.6700905
sigma2	.2616057	.0635666			.1370174	.3861939
lambda	1.644125	.1360908			1.377392	1.910858

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Stata*.

Los resultados de la estimación de esta función se observan en el Tabla 29, donde se ve que el modelo a nivel general es estadísticamente significativo, es decir, se rechaza la hipótesis nula de que todos los parámetros estimados mediante la función de verosimilitud sean iguales a cero ($\beta_i=0$); el test que valida esta afirmación se observa en la parte superior del cuadro donde $\text{Prob} > \chi^2 = 0,000$, lo que quiere decir que la probabilidad de rechazar la hipótesis nula de que todos los coeficientes sean iguales a cero cuando esta es verdadera es extremadamente baja y menor al nivel de significancia con el que se trabajó que es el 0.

La manera de validar el modelo de Frontera estocástica y confirmar si es correcta la suposición de un término de error con dos componentes (una con distribución normal y otra con una semi-normal) se realiza a través del test en la parte inferior de la Tabla 29 donde el $\text{Prob} \geq \chi = 0,000$, esta prueba se interpreta que la hipótesis nula de que la desviación estándar del término de ineficiencia es igual a cero ($\sigma_u = 0$ ó $\lambda = 0$) o como el programa econométrico denota como $\sigma_u = 0$ es rechazada, ya que la probabilidad de que de que la desviación estándar sea igual a cero es de 0,000 y es menor y/o igual al nivel de significancia (0,00).

De forma individual se observa que extensión de terreno dedicada a la quinua (areaqlog) y cantidad de semillas (semlog) son significativos estadísticamente; asimismo los signos positivos que presentan los coeficientes de estas variables muestran que sus niveles de uso se encuentran en niveles adecuados, ya que un incremento en ellos permitirá un aumento también en los niveles de producción, en ese sentido si se llega usar 1 por ciento más de terreno dedicado a la quinua, manteniendo todos lo demás constante el incremento del rendimiento por hectárea se incrementará en un 0,64 por ciento; mayores son los niveles de importancia en la producción que tiene la utilización de semillas, ya que al aumentar su uso en 1 por ciento y manteniendo los otros insumos constantes los rendimientos crece en 0,26 por ciento.

En la Tabla 30, se observa que los niveles de eficiencia técnica con un promedio de 72,78 por ciento, lo cual indica que los productores de quinua podrían obtener mejores rendimientos si logran combinar adecuadamente sus insumos, en ese sentido se puede

decir que para que un productor promedio llegue a los niveles de los productores más eficientes debería incrementar su productividad (Figura 44).

Tabla 30: Eficiencia promedio de los productores de la zona quechua

Mean estimation		Number of obs = 177	
	Mean	Std. Err.	[95% Conf. Interval]
efitec	.7278381	.0090715	.7099351 .745741

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Stata*.

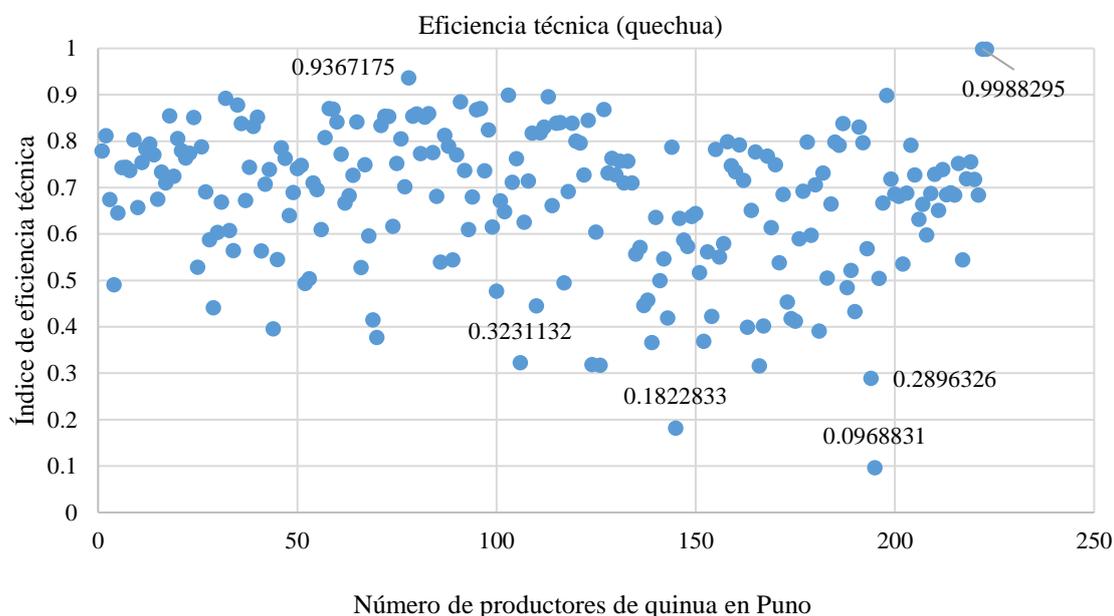


Figura 44: Niveles de eficiencia técnica en la zona quechua, en índice

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Excel*. La medida de varía entre 0 y 1. Un valor de 1 indica que la ET del productor de quinua es completamente eficiente y opera en la frontera de producción. Un valor menor que 1 refleja que el productor de quinua opera por debajo de la frontera. La diferencia entre 1 y el valor observado mide la ineficiencia técnica.

Análisis comparativo

Ambos grupos (quechua y aimara) se aproximan a ser eficientes según el indicador cercano a 1, cabe destacar que tanto los aimaras y quechuas preservan la cultura e historia, además gestionan sistemas tradicionales del cultivo de quinua mediante un manejo

ecológico de suelos, así como un sistema tradicional de control de enfermedades y plagas. Esto se explica por un sistema de producción de frontera estocástica que permiten realizar la comparación de los factores de producción según sus métodos econométricos y distinguir los niveles de eficiencia en la Figura 45.

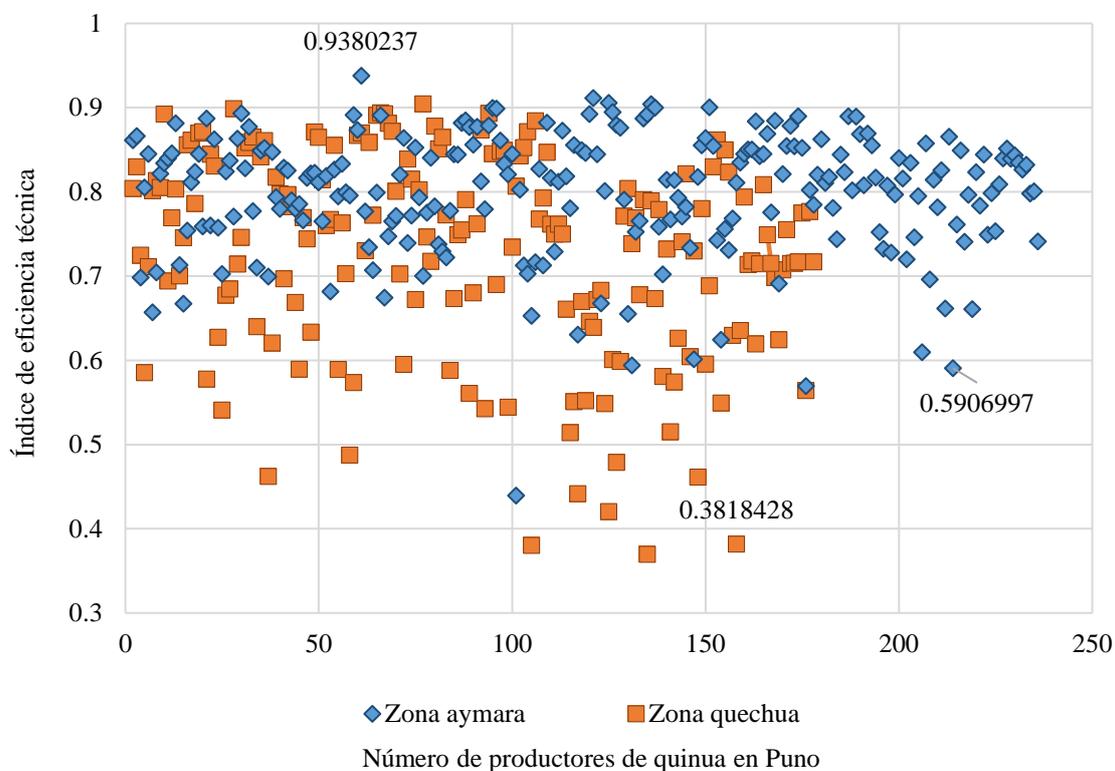


Figura 45: Análisis comparativo de eficiencia técnica de la producción de quinua según prácticas culturales.

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Excel*. La medida de varía entre 0 y 1. Un valor de 1 indica que la ET del productor de quinua es completamente eficiente y opera en la frontera de producción. Un valor menor que 1 refleja que el productor de quinua opera por debajo de la frontera. La diferencia entre 1 y el valor observado mide la ineficiencia técnica.

4.2.2. Eficiencia según zonas agroecológicas

Zona agroecológica Circunlacustre

Los resultados de la estimación de esta función se observa en el Tabla 31, donde se ve que el modelo a nivel general es estadísticamente significativo, es decir, se rechaza la hipótesis nula de que todos los parámetros estimados mediante la función de verosimilitud sean iguales a cero ($\beta_i=0$); el test que valida esta afirmación se observa en la parte superior

del cuadro donde $\text{Prob} > \chi^2 = 0,000$, lo que quiere decir que la probabilidad de rechazar la hipótesis nula de que todos los coeficientes sean iguales a cero cuando esta es verdadera es extremadamente baja y menor al nivel de significancia con el que se trabajó que es el 0.

Tabla 31: Resultados de la estimados de la Función de Fronteras Estocástica para una función de producción de la quinua en la zona agroecológica Circunlacustre

Stoc. frontier normal/half-normal model		Number of obs = 35				
Log likelihood = -5.6689713		Wald chi2(4) = 2.35e+10				
		Prob > chi2 = 0.0000				
lprod	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
areaqlog	-.9140871	7.51e-06	-1.2e+05	0.000	-.9141019	-.9140724
semlog	.260244	9.45e-06	2.8e+04	0.000	.2602255	.2602625
molog	-.2968396	8.29e-06	-3.6e+04	0.000	-.2968559	-.2968234
ferlog	.0373401	8.40e-07	4.4e+04	0.000	.0373385	.0373418
_cons	8.412948	.0000441	1.9e+05	0.000	8.412861	8.413034
/lnsig2v	-36.32031	319.2391	-0.11	0.909	-662.0175	589.3768
/lnsig2u	-1.127642	.2390457	-4.72	0.000	-1.596163	-.6591206
sigma_v	1.30e-08	2.07e-06			1.8e-144	9.6e+127
sigma_u	.5690308	.0680122			.4501919	.7192399
sigma2	.323796	.077402			.1720908	.4755012
lambda	4.39e+07	.0680122			4.39e+07	4.39e+07

LR test of $\sigma_u=0$: $\text{chibar2}(01) = 12.56$ Prob >= $\text{chibar2} = 0.000$

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Stata*.

La manera de validar el modelo de Frontera estocástica y confirmar si es correcta la suposición de un término de error con dos componentes (una con distribución normal y otra con una semi-normal) se realiza a través del test en la parte inferior de la Tabla 31 donde el $\text{Prob} \geq \text{chibar} = 0,000$, esta prueba se interpreta que la hipótesis nula de que la desviación estándar del término de ineficiencia es igual a cero ($\sigma_u = 0$ ó $\lambda = 0$) o como el programa econométrico denota como $\sigma_u = 0$ es rechazada, ya que la probabilidad de que de que la desviación estándar sea igual a cero es de 0,000 y es menor y/o igual al nivel de significancia (0,00).

De forma individual se observa que extensión de terreno dedicada a la quinua (areaqlog), la fuerza laboral (molog), cantidad de semillas (semlog) y el uso de fertilizantes (ferlog) son significativos estadísticamente; asimismo los signos positivos que presentan los coeficientes de estas variables muestran que sus niveles de uso se encuentran en niveles adecuados, ya que, un incremento en ellos permitirá un aumento también en los niveles de producción, en ese sentido si se llega usar 1 por ciento más de terreno dedicado a la

quinua, manteniendo todos lo demás constante se dará una reducción del rendimiento por hectárea se incrementará en un -0,91 por ciento; mayores son los niveles de importancia en la producción que tiene la utilización de semillas, ya que al aumentar su uso en 1 por ciento y manteniendo los otros insumos constantes los rendimientos crece en 0,26 por ciento.

En la Tabla 32, se observa que los niveles de eficiencia técnica con un promedio de 68,00 por ciento, lo cual indica que los productores de quinua podrían obtener mejores rendimientos si lograran combinar adecuadamente sus insumos, en ese sentido se puede decir que para que un productor promedio llegue a los niveles de los productores más eficientes debería incrementar su productividad.

Tabla 32: Niveles de eficiencia técnica en la zona agroecológica Circunslacustre

Mean estimation		Number of obs = 35		
	Mean	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
efitec	.6800196	.0357567	.6073533	.7526858

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Stata*.

Zona agroecológica Suni (alta y baja)

Los resultados de la estimación de esta función se observan en el Tabla 33, donde se ve que el modelo a nivel general es estadísticamente significativo, es decir, se rechaza la hipótesis nula de que todos los parámetros estimados mediante la función de verosimilitud sean iguales a cero ($\beta_i=0$); el test que valida esta afirmación se observa en la parte superior del cuadro donde $\text{Prob} > \chi^2 = 0,000$, lo que quiere decir que la probabilidad de rechazar la hipótesis nula de que todos los coeficientes sean iguales a cero cuando esta es verdadera es extremadamente baja y menor al nivel de significancia con el que se trabajó que es el 0.

Tabla 33: Resultados de la estimados de la Función de Fronteras Estocástica para una función de producción de la quinua en la zona agroecológica Suni.

Stoc. frontier normal/half-normal model		Number of obs = 35				
Log likelihood = -5.6689713		Wald chi2(4) = 2.35e+10				
		Prob > chi2 = 0.0000				
lprod	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
areaqlog	-.9140871	7.51e-06	-1.2e+05	0.000	-.9141019	-.9140724
semlog	.260244	9.45e-06	2.8e+04	0.000	.2602255	.2602625
molog	-.2968396	8.29e-06	-3.6e+04	0.000	-.2968559	-.2968234
ferlog	.0373401	8.40e-07	4.4e+04	0.000	.0373385	.0373418
_cons	8.412948	.0000441	1.9e+05	0.000	8.412861	8.413034
/lnsig2v	-36.32031	319.2391	-0.11	0.909	-662.0175	589.3768
/lnsig2u	-1.127642	.2390457	-4.72	0.000	-1.596163	-.6591206
sigma_v	1.30e-08	2.07e-06			1.8e-144	9.6e+127
sigma_u	.5690308	.0680122			.4501919	.7192399
sigma2	.323796	.077402			.1720908	.4755012
lambda	4.39e+07	.0680122			4.39e+07	4.39e+07

LR test of sigma_u=0: $\chi^2(01) = 12.56$ Prob >= $\chi^2 = 0.000$

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Stata*.

La manera de validar el modelo de Frontera estocástica y confirmar si es correcta la suposición de un término de error con dos componentes (una con distribución normal y otra con una semi-normal) se realiza a través del test en la parte inferior de la Tabla 33 donde el $\text{Prob} \geq \chi^2 = 0,000$, esta prueba se interpreta que la hipótesis nula de que la desviación estándar del término de ineficiencia es igual a cero ($\sigma_u = 0$ ó $\lambda = 0$) o como el programa econométrico denota como $\text{sigma}_u = 0$ es rechazada, ya que la probabilidad de que de que la desviación estándar sea igual a cero es de 0,000 y es menor y/o igual al nivel de significancia (0,00).

De forma individual se observa que extensión de terreno dedicada a la quinua (areaqlog), la fuerza laboral (molog), cantidad de semillas (semlog) y el uso de fertilizantes (ferlog) son significativos estadísticamente; asimismo los signos positivos que presentan los coeficientes de estas variables muestran que sus niveles de uso se encuentran en niveles adecuados, ya que un incremento en ellos permitirá un aumento también en los niveles de producción, en ese sentido si se llega usar 1 por ciento más de terreno dedicado a la quinua, manteniendo todos lo demás constante se dará una reducción del rendimiento por hectárea se incrementará en un -0,91 por ciento; mayores son los niveles de importancia en la producción que tiene la utilización de semillas, ya que al aumentar su uso en 1 por

ciento y manteniendo los otros insumos constantes los rendimientos crece en 0,26 por ciento.

En la Tabla 34, se observa que los niveles de eficiencia técnica con un promedio de 74,00 por ciento, lo cual indica que los productores de quinua podrían obtener mejores rendimientos si lograran combinar adecuadamente sus insumos, en ese sentido se puede decir que para que un productor promedio llegue a los niveles de los productores más eficientes debería incrementar su productividad.

Tabla 34: Niveles de eficiencia técnica en la zona agroecológica de Suni

Mean estimation		Number of obs = 228		
	Mean	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
efitec	.7438106	.007562	.72891	.7587112

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Stata*.

Zona agroecológica Puna (húmeda y seca)

Tabla 35: Resultados de la estimados de la Función de Fronteras Estocástica para una función de producción de la quina en la zona agroecológica Puna

Stoc. frontier normal/half-normal model		Number of obs = 32				
Log likelihood = -10.424259		Wald chi2(4) = 160.18				
		Prob > chi2 = 0.0000				
lprod	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
areaqlog	-.7159786	.0865637	-8.27	0.000	-.8856403	-.546317
semlog	-.0415947	.1849902	-0.22	0.822	-.4041687	.3209794
molog	.1980944	.1310613	1.51	0.131	-.0587809	.4549698
ferlog	.0053836	.016349	0.33	0.742	-.0266597	.037427
_cons	6.626901	1.039901	6.37	0.000	4.588733	8.665069
/lnsig2v	-3.344958	.8562348	-3.91	0.000	-5.023147	-1.666768
/lnsig2u	-1.450791	.542032	-2.68	0.007	-2.513155	-.3884282
sigma_v	.187781	.0803923			.0811405	.4345761
sigma_u	.4841329	.1312078			.2846265	.8234816
sigma2	.2696464	.1080484			.0578754	.4814174
lambda	2.578179	.1961266			2.193777	2.96258

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Stata*.

Los resultados de la estimación de esta función se observa en el Tabla 35, donde se ve que el modelo a nivel general es estadísticamente significativo, es decir, se rechaza la

hipótesis nula de que todos los parámetros estimados mediante la función de verosimilitud sean iguales a cero ($\beta_i=0$); el test que valida esta afirmación se observa en la parte superior del cuadro donde $\text{Prob} > \chi^2 = 0,000$, lo que quiere decir que la probabilidad de rechazar la hipótesis nula de que todos los coeficientes sean iguales a cero cuando esta es verdadera es extremadamente baja y menor al nivel de significancia con el que se trabajó que es el 0.

La manera de validar el modelo de Frontera estocástica y confirmar si es correcta la suposición de un término de error con dos componentes (una con distribución normal y otra con una semi-normal) se realiza a través del test en la parte inferior de la Tabla 35 donde el $\text{Prob} > \chi^2 = 0,000$, esta prueba se interpreta que la hipótesis nula de que la desviación estándar del término de ineficiencia es igual a cero ($\sigma_u = 0$ ó $\lambda = 0$) o como el programa econométrico denota como $\sigma_u = 0$ es rechazada, ya que la probabilidad de que de que la desviación estándar sea igual a cero es de 0,000 y es menor y/o igual al nivel de significancia (0,00).

De forma individual se observa que extensión de terreno dedicada a la quinua (areaqlog) es significativo estadísticamente; asimismo los signos positivos que presentan los coeficientes de estas variables muestran que sus niveles de uso se encuentran en niveles adecuados, ya que un incremento en ellos permitirá un aumento también en los niveles de producción, en ese sentido si se llega usar 1 por ciento más de terreno dedicado a la quinua, manteniendo todos lo demás constante se dará una reducción del rendimiento por hectárea se incrementará en un -0,71 por ciento.

En la Tabla 36, se observa que los niveles de eficiencia técnica con un promedio de 71,06 por ciento, lo cual indica que los productores de quinua podrían obtener mejores rendimientos si logran combinar adecuadamente sus insumos, en ese sentido se puede decir que para que un productor promedio llegue a los niveles de los productores más eficientes debería incrementar su productividad.

Tabla 36: Niveles de eficiencia técnica en la zona agroecológica de Puna

Mean estimation		Number of obs = 32		
	Mean	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
efitec	.71069	.0267796	.6560726	.7653074

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Stata*.

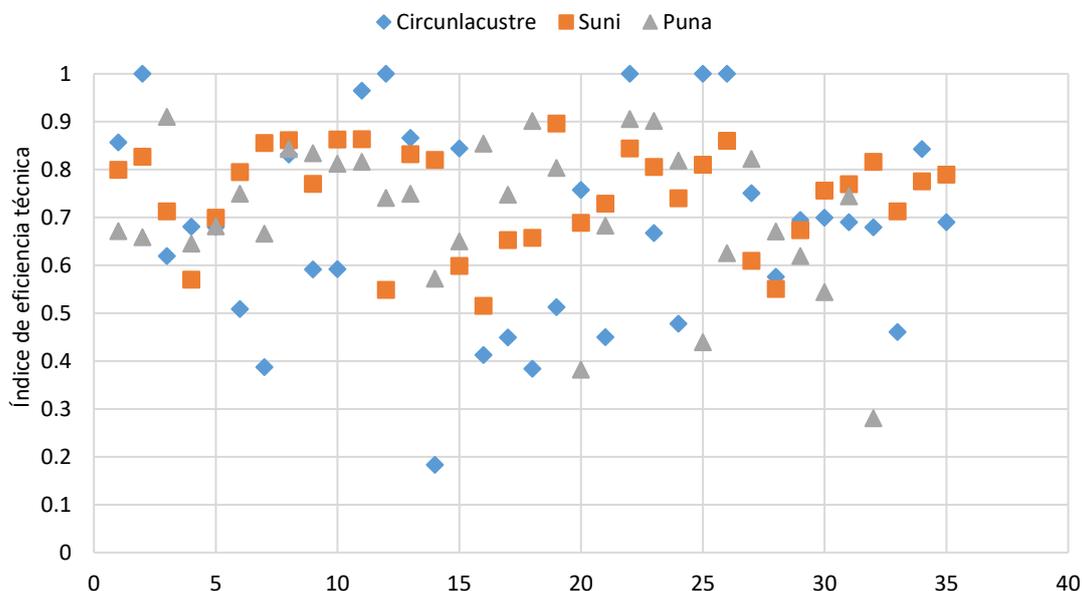


Figura 46: Análisis comparativo de eficiencia técnica de la producción de quinua según zonas agroecológicas, en índice

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017, en el laboratorio de la UNALM con el *software Stata*. La medida de varía entre 0 y 1. Un valor de 1 indica que la ET del productor de quinua es completamente eficiente y opera en la frontera de producción. Un valor menor que 1 refleja que el productor de quinua opera por debajo de la frontera. La diferencia entre 1 y el valor observado mide la ineficiencia técnica.

En la Figura 45 se muestra el comportamiento en la zona circunlacustre es variable, pero más eficiente, seguido de Puna que también es variable, pero menos eficiente. En el caso de la zona Suni su eficiencia es estable e intermedia entre Puna y Circunlacustre.

4.2.3. Análisis de suelo

El resultado del análisis de las muestras, se ha realizado según el capítulo de materiales y métodos. Se muestra en la Tabla 37.

Tabla 37: Resultados del análisis de suelos en los productores de quinua en cuatro provincias de Puno

Macronutrientes	Azángaro				San Román			Puno			El Collao		
	M1- Azángaro	M2 – San Juan de	M3 - Samán	M4 Caracoto	M5 Cabana	M6 Cabana	M7 Ácora	M8 Ácora	M9 Ácora	M10 Ilave	M11 Ilave	M12 Ilave	
Materia orgánica	2,70	2,30	1,66	5,20	0,75	1,77	0,87	1,61	2,11	1,38	3,06	1,10	
Fósforo	7,80	8,80	10,00	32,70	6,90	7,90	26,90	12,60	8,10	8,00	19,40	7,50	
Potasio	72	246	170	1026	123	232	286	169	142	148	247	134	
Calcio	1,70	1,65	2,28	8,72	2,37	1,99	3,27	2,12	3,40	2,67	3,25	5,11	
Resultados de macronutrientes	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Bajo

Fuente: Elaborado sobre la base al análisis de suelo aplicada a productores de quinua en cuatro provincias de Puno en octubre 2017.

En la Tabla 37 presenta resultados los cuales se interpretan de la siguiente manera:

- M1. Es un suelo con ciertas deficiencias para el cultivo de quinua, ya que posee un pH muy ácido, bajo nivel de CIC, Clase Textural adecuado. Sin embargo, se recomienda utilizar altos niveles de fertilizantes pues según el análisis reportado está bajo en macronutrientes y agregar tal vez cal agrícola para elevar el pH.
- M2. Es un suelo apropiado para el cultivo de quinua, ya que posee un pH adecuado, nivel medio de CIC y clase textural adecuado. Asimismo, se exhorta utilizar niveles medios de fertilizantes a base de fósforo y potasio, pues según el análisis reportado está en nivel medio los macronutrientes.
- M3. Es un suelo apropiado para el cultivo de quinua, ya que posee un pH adecuado, nivel medio de CIC y clase textural adecuado. Asimismo, se exhorta utilizar niveles medios de fertilizantes a base de fósforo y potasio, pues según el análisis reportado está en nivel medio los macronutrientes.
- M4. Es un suelo excelente para el cultivo de quinua. Pues el pH ligeramente alcalino está dentro del rango permitido, alto nivel de CIC, Clase Textural conveniente, alto nivel de materia orgánica y alto contenido de macronutrientes (P y K).

- M5. Es un suelo con moderada deficiencia para el cultivo de quinua. Por motivos de que posee un pH moderadamente ácido, bajo nivel de CIC, bajo contenido de materia orgánica y bajos niveles de macronutrientes; pero la clase textural es adecuada. Para tratar de compensar las deficiencias vertidas, se recomienda utilizar altos niveles de fertilizantes en base a macronutrientes.
- M6. Es un suelo moderadamente adecuado para el cultivo de quinua, en vista de que posee un pH bueno, nivel medio de CIC, bajo contenido de materia orgánica y niveles escasos de macronutrientes. Pero la clase textural es adecuada. Sin embargo, se recomienda utilizar altos niveles de fertilizantes que contengan fósforo y potasio y nitrogenados.
- M7. Es un suelo crítico para el cultivo de quinua. Por poseer pH fuertemente ácido, bajo nivel de CIC, materia orgánica baja. Pero la clase textural es adecuada y buena presencia de fósforo y potasio. Sería conveniente agregar Cal agrícola para elevar el pH y mejorar el CIC.
- M8. Es un suelo con muchas insuficiencias para el cultivo de quinua, pues posee un pH fuertemente ácido, bajo nivel de CIC, bajo contenido de materia orgánica y contenidos medios de fósforo y potasio. La textura del suelo es adecuada. Por lo tanto, se aconseja emplear altos niveles de fertilizantes a nivel de macronutrientes y adicionar tal vez cal agrícola para elevar el pH.
- M9. Es un suelo moderadamente adecuado para la quinua. Pues el pH es fuertemente ácido; nivel medio de CIC, materia orgánica, y macronutrientes; la clase textural adecuado. Por ello, se recomienda recurrir a altos niveles de fertilizantes a bases de fósforo, potasio y nitrógeno, además adicionar la cal agrícola para elevar el pH.
- M10. Es un suelo moderadamente adecuado, pues contiene nivel medio del CIC, baja presencia de materia orgánica y macronutrientes en nivel medio. Sin embargo, contiene un buen pH y la textura del suelo apropiado. Para equilibrar el contenido nutricional adicionar fertilizantes a base de fósforo, potasio y nitrógeno.
- M11. Es un suelo con buenas condiciones para el cultivo de quinua, pues contiene nivel medio de CIC, clase textural adecuado, altos niveles de materia orgánica,

fósforo y potasio. Sin embargo, el pH es fuertemente ácida y sería recomendable agregar algo de cal agrícola para elevar la acidez del suelo.

- M12. Es un suelo moderadamente adecuado para el cultivo de quinua, ya que posee un pH neutro, nivel medio de CIC, bajo contenido de materia orgánica y bajos niveles de macronutrientes. Por tanto, es recomendable emplear altos niveles de fertilizantes que contenga macronutrientes.

Los resultados de la valoración del balance de nutrientes muestran niveles medio-bajos en el nivel de macronutrientes. Asimismo, la eficiencia de uso de los nutrientes no es sinónimo de manejo efectivo de los nutrientes. En efecto, aplicaciones reducidas de fertilizantes pueden dar origen a eficiencias elevadas, pero que no generan los mejores rendimientos del cultivo para que simultáneamente contribuyan a mantener la fertilidad de los suelos que garanticen poder mantener cultivos los subsiguientes años.

Por otro lado, según las encuestas, en los agricultores familiares con agrobiodiversidad, la sostenibilidad también implica mantener la productividad de los recursos a largo plazo, incluso entre las generaciones actuales y futuras.

Asimismo, ellos gestionan los recursos ambientales como el suelo, el agua, los árboles y los pastos, dado que estos recursos representan corrientes de consumo actual y futuro para el hogar y las comunidades.

Por tanto, los agricultores altoandinos son usuarios racionales de los recursos naturales, al igual que en otras esferas de la toma de decisiones, utilizan los recursos de forma de garantizar su reproducción futura, siendo así, en circunstancias normales, los agricultores no cultivan con fuerte uso de insumos externos, a fin de que no se genere incerteza sobre los rendimientos en los años sucesivos.

4.3. DISCUSIÓN

Se estima que para el 2025, más de dos tercios de la población mundial sufrirá de una grave escasez física de agua durante al menos un mes al año; y para 2050, se espera que un 57 por ciento de población mundial este expuesta a un estrés hídrico severo (Boretti y Rosa 2019; WBCSD 2020). En contraste, la eficiencia que ha demostrado la producción de quinua considerando la agrobiodiversidad proporciona la adaptación al cambio climático (Kahane *et al.* 2013), resistente a las plagas y enfermedades (Bioversity

International 2018). El Departamento de Puno ha sido capaz de domesticar varias especies de cultivo, entre ellos la quinua en entorno de gran altitud y fluctuaciones climáticas extremas (temperatura extrema, sequías prolongadas y fenómenos naturales) (Jacobsen *et al.* 2003), soportado por técnicas agrícolas ancestrales como el waru-waru (pantanos artificiales) y campos elevados (D’Achille 1996). Por lo tanto, su implementación y reconocimiento terminarían ser una respuesta a los problemas que enfrente el mundo.

En la actualidad los países en desarrollo usan la diversidad de cultivos por aversión al riesgo con fines de resguardar sus ingresos y asegurar el consumo (Baumgärtner y Quaas 2010; Birol *et al.* 2006); es decir, emplean mayor nivel de agrobiodiversidad ante escenarios de incertidumbre por sentirse más seguros. Sin embargo, en el Perú los agricultores tienden a diversificar los cultivos como estrategia de subsistencia (Kahane *et al.* 2013). Por lo tanto, la diversidad puede ser implementada con intencionalidad como los recientes pagos por servicios de conservación de la agrobiodiversidad impulsado por *Bioversity International* (Bioversity International 2018) implementado en Perú³¹, Bolivia e India (Kahane *et al.* 2013) o en su defecto, con fines de autoconsumo.

El Gobierno por su parte, ha introducido variedades de quinua con ventajas de mayor rendimiento, una mejor respuesta a condiciones agroclimáticas y tolerabilidad de enfermedades (MINAGRI 2015a); sin embargo, los resultados serían contraproducentes en el largo plazo, ya que reduciría la diversidad de la quinua (FAO 2018). Este efecto, también ha sido generado por el mercado, ya que la preferencia de algunas variedades de quinua, estimula a los productores a reducir su diversidad.

Más allá de eso, es pertinente estudiar el comportamiento de los productores biodiversos ya sea por sistemas productivos, zonas agroecológicas, ecorregiones o tipo de agricultura, si bien existe una preocupación generalizada de que la pérdida de agrobiodiversidad se pueda exacerbar aún más con la introducción de nuevas variedades mejoradas, como las variedades transgénicas (Holt-Giménez y Altieri 2013), es preferible conciliar mejorar las eficiencias manteniendo y enriqueciendo la biodiversidad en todas sus dimensiones (gestión de la diversidad y ecosistemas).

³¹ Cabe indicar que el cultivo estudiado en Perú fue la quinua, clasificado como cultivo agrobiodiverso.

Por lo tanto, las preocupaciones por la eficiencia en la gestión de la agrobiodiversidad siguen siendo un desafío a pesar de las más de dos décadas de esfuerzos de desarrollo para mejorar la agricultura. Es probable que este desafío se intensifique debido a la mayor incidencia negativa de la variabilidad climática y en el contexto de las rápidas transiciones sociales y económicas que tienen lugar en las sociedades agrarias del Perú.

La mayoría de los estudios publicados en el Perú abordan la eficiencia con indicadores parciales, sin tomar en cuenta la combinación de insumos, las características culturales y las condiciones agroecológicas o aspectos ambientales, cuyo análisis resulta relevante, ya que muestra que existe un bajo nivel de desarrollo competitivo, centrando sus limitaciones horizontales en el nivel tecnológico, principalmente semillas certificadas, riego, y rango de tierras (como restricción), pudiendo presentar limitaciones en el acceso a recursos naturales, mano de obra, capital, destino de la producción, productividad, otros.

Por lo que, muchos de los productores no operan en la frontera de producción eficiente, sin embargo, se evidencia un comportamiento ambiental menor en la forma de producción considerando aspectos de la agrobiodiversidad. En efecto, el comportamiento ineficiente confirma la postura de Hicks (1935) que sostiene que el mercado con un grado de insuficiente competencia disminuye los incentivos para alcanzar la máxima eficiencia. Sin la presión competitiva, la vida de los que dirigen las unidades agrícolas se torna relativamente tranquila. Lo que llevaría a la holgura organizacional.

Otro hallazgo de esta investigación es que los estudios que se han analizado sobre eficiencia técnica, se encuentran, como era de esperar, que la ineficiencia técnica abunda en empresas agrícolas. Estas dificultades derivan de un problema lógico inherente al concepto neoclásico, donde las unidades agrícolas (UA): (a) poseen la misma tecnología de producción, (b) enfrentan los mismos precios de insumos y productos, y (c) siguen un comportamiento de maximización de ganancias, entonces todas las UA operarían con idénticamente los mismos insumos y productos. No habría variación entre las UA a partir de las cuales se podría estimar una función de producción.

En el caso de la presente investigación, la existencia de variación al estimar una función de producción implica que las UA de la muestra no cumplen con una o más de las tres condiciones anteriores. Es decir, la premisa de que los agricultores familiares con agrobiodiversidad son eficientes en un sentido neoclásico puro de maximización de

ganancias, no está probada. La maximización de beneficios de los agricultores familiares con agrobiodiversidad está sujeta a (a) compensaciones entre la maximización de beneficios y otras metas del hogar, (b) limitaciones de recursos y (c) el funcionamiento de los mercados (fallas del mercado en los mercados de tierra, trabajo y crédito).

Asimismo, sus orientaciones de producción de los hogares agrícolas con agrobiodiversidad pueden tener cuenta el riesgo y la incertidumbre. Es decir, son reacios al riesgo. Esto da como resultado niveles ineficientes de uso de recursos a nivel de las UA. La aversión al riesgo da como resultado prácticas agrícolas, como la diversificación espacial de parcelas y cultivos mixtos, que están diseñadas para aumentar la seguridad alimentaria familiar en lugar de maximizar las ganancias. En otras palabras, se realiza una compensación entre la seguridad de los medios de vida y la eficiencia.

Considerando las premisas anteriores, entonces, la eficiencia no es algo que pueda definirse aisladamente y sostenerse como si tuviera un carácter propio. La eficiencia tiene un contexto en el espacio y el tiempo, y es relativa a la intensidad de las presiones competitivas.

Asimismo, la eficiencia económica es su conjunto es significativo estadísticamente (parámetros diferentes a cero). Sin embargo, no existe términos de error que capturen las ineficiencias de los costos. En ese sentido, se afirma que los niveles de eficiencia económica no obedecen a las prácticas productivas, culturales, la agrobiodiversidad y las zonas agroecológicas.

Esto es posible, ya que su orientación o motivación de producción no es la maximización de beneficios económicos, para lo cual está hecho la herramienta (en referencia a la eficiencia económica), sino incide los factores culturales ligados a la priorización de consumo, saberes ancestrales y conocimientos tradicionales. A esto se suma, que tienen un bajo nivel de integración vertical en la cadena de valor (actividades de producción básica, procesamiento básico de productos, productos con valor agregado, comercialización directa de producción, exportación, distribución, brindar servicios, producir insumos, Investigación + Innovación + Desarrollo, y tener presencia productiva internacional).

Esta situación no sólo impacta a los agricultores familiares, a nivel vertical y horizontal, sino también a la dinamización de la cadena de valor que incluye a actores como, a los

agricultores no familiares (grandes agroexportadores). Esto confirmaría lo señalado por Ellis (1993) el campesinado actual no apuntaría a un objetivo de ganancia, sino más bien a asegurar su supervivencia, dentro de cualquier modo de producción. A menudo esto implica la venta de mano de obra familiar, convirtiéndose alguno de sus miembros en mano de obra asalariada.

El modelo de maximización de beneficios ignora un aspecto importante de la eficiencia que requiere una definición más precisa para la consideración de la eficiencia de la agricultura familiar con agrobiodiversidad. Solo se explora un único objetivo, el de maximizar los beneficios a corto plazo. Solo se permite un único responsable de la toma de decisiones, el agricultor. La disensión entre los miembros de la familia agrícola ciertamente no está permitida en esta etapa. Se ignoran las actividades no agrícolas de los miembros del hogar. Otros supuestos incluyen la maximización de beneficios es la competencia en los mercados de productos e insumos agrícolas y capital de trabajo ilimitado para la compra de insumos variables.

Sin embargo, la agricultura familiar con agrobiodiversidad está integrada parcialmente a mercados. Asimismo, se enfrenta a mercados imperfectos. Esto distingue de los agricultores con visión de mercado (o consolidados) que están plenamente integrados a los mercados.

La imperfección del mercado es un concepto relativo que se define por comparación con la competencia perfecta, que enfatiza la neutralidad del mecanismo de precios y su papel como árbitro de todas las decisiones económicas donde la competencia asegura que los productores ineficientes se vean obligados a dejar de producir mientras los más eficientes sobreviven. En el modelo de competencia perfecta no puede existir coerción, dominación o ejercicio de poder económico por parte de unos agentes económicos sobre otros.

En ese contexto, las comunidades campesinas altoandinas a menudo enfrentan mercados que difieren notablemente del ideal de competencia perfecta. En estos casos, puede que no haya mercados, o exista falla de mercado, o sean mercados incompletos para recursos tan importantes como la tierra, la mano de obra y el crédito.

Por mercados incompletos se refiere a los mercados que funcionan de forma esporádica y desconectada a lo largo de la ubicación y el tiempo. Por ejemplo, un mercado laboral estacional ocasional para cosechar una cosecha puede surgir con tasas salariales que

varían ampliamente de un lugar a otro, reflejando circunstancias únicas en cada ubicación, en lugar de un nivel salarial de mercado ampliamente aceptado.

Los mercados de insumos agrícolas y productos agrícolas a veces no funcionan bien debido al colapso económico generalizado, lo que resulta en una disponibilidad errática de insumos importados (combustibles, repuestos, fertilizantes) y falta de bienes de consumo en las zonas rurales (Ellis 1993).

En ese sentido al determinar nivel más eficiente de una variable de entrada depende de la relación entre el precio del insumo y el precio del producto. El nivel económico óptimo de insumo ocurre cuando el producto de valor marginal del insumo es igual al precio del insumo. De esta manera, diversos autores determinan eficiencia económica de los agricultores, donde se pregunta si esta relación es estadísticamente diferente para cada variable de entrada y, de ser así, en qué medida.

Asimismo, recomiendan y/o evalúan un cambio en la tecnología de producción que evidenciará combinación de insumos de menor costo. Es decir, la sustitución de factores significa un cambio en la combinación de insumos utilizados para producir el mismo nivel de producción. Bajo el supuesto habitual de maximizar de beneficios.

Sin embargo, en la agricultura familiar con agrobiodiversidad el costo del capital por cambio en la tecnología es alto y solo las unidades agropecuarias de los tamaños más grandes los utilizan por completo a costos unitarios eficientes. Asimismo, se evidencia una ausencia de servicios de tecnologías de producción. Por otro lado, se refiere que es una eficiencia temporal, ya que, con su incorporación de tecnología de producción, se puede alcanzar la frontera eficiente, pero ocasionaría una reducción sustancial en uso de la mano de obra. Por lo que, tendría que aumentarse la producción para reincorporar esta, con ello lograr el pleno empleo familiar.

Según la investigación la mayoría de los cambios tecnológicos, ya sean máquinas o variedades modernas, incitan que la agricultura familiar con agrobiodiversos transiten cada vez más en la economía de mercado y aceleran su desaparición. Sin embargo, la tecnología por sí sola, no hace posible la transición completa. Esto se debe, en parte, alto grado de imperfección del mercado. Es decir, existe desigualdades de poder y acceso que hace que la transición completa sea arriesgada para muchas familias con agrobiodiversidad.

Por otro lado, para determinar las recomendaciones para la gestión sostenible de producción de agricultores familiares biodiversos, se ha hecho referencia a la información cuantitativa del IV CENAGRO y el trabajo de campo que permitió realizar el análisis de la presente investigación.

En base al INEI (2017), el ingreso per cápita mensual del productor agrarios es el más bajo de toda la economía, alcanzando, en promedio en el período 2014 - 2017, los S/ 641 soles; es decir, 50 por ciento inferior al ingreso promedio nacional. No obstante, esta población dedicada a la agricultura tiene importancia como fuente de empleo directo y generación de ingresos de por lo menos un tercio de la población. Es así que, aun cuando un número desproporcionadamente grande de las personas pobres están empleadas en los sectores agricultura y servicios, estos dos generaron los mayores aumentos de ingresos para los pobres, en el periodo de 1990 al 2015, donde el aporte de la agricultura fue especialmente grande para la reducción de la pobreza extrema (Banco Mundial 2017).

Cabe precisar, que la presente investigación ha destacado que la mano de obra de los agricultores agrobiodiversos tiene una fuerte dependencia del trabajo familiar es una característica económica definitoria de los campesinos. Dado que la producción capitalista se define en parte por el empleo de mano de obra asalariada y la separación de la propiedad de los medios de producción del trabajo, la base del “trabajo familiar” de las unidades agrícolas campesinas es una de las características que las distingue de las empresas capitalistas. Esta característica no descarta el uso de mano de obra contratada, por ejemplo, en los períodos pico de cosecha; ni la venta por parte de los miembros del hogar agrícola de su propio trabajo fuera de la unidad agrícola sobre una base *ad hoc*; de hecho, para algunas familias campesinas esto puede ser esencial para la supervivencia.

De acuerdo con un estudio del Banco Mundial (2018) , un aspecto crítico en la reducción de la ineficiencia en la agricultura peruana es la educación; dado que, los productores mejor educados toman mejores decisiones sobre sus actividades productivas y de comercialización, y, en consecuencia, logran mejores resultados agrarios. Ello resalta la importancia de inversiones fuera del sector a fin de mejorar el alcance y calidad de los servicios educativos básicos.

En esa línea, es importante mencionar, que además del tema educativo, existe otros factores que limitan el desarrollo de la agricultura familiar e involucran a otros sectores,

tales como salud, empleo, inclusión social, transportes y comunicaciones, acceso a financiamiento, seguridad, y comercio exterior; los cuales no están suficiente articulados con el sector agrario, incidiendo en el bajo nivel de desarrollo competitivo de esta actividad productiva.

Los efectos de esta situación, se refleja en la alta migración de la población dedicada a la actividad agraria de la zona rural a urbana, en el uso no sostenible de los recursos agrarios, y por tanto en una elevada emisión de gases de efecto invernadero. Asimismo, en un incremento en la inseguridad alimentaria y nutricional, así como de la incidencia de productores en nivel de subsistencia, limitando los medios de vida para los productores agrarios.

4.4. ASPECTOS DE POLÍTICA PÚBLICA A PARTIR DE LA INVESTIGACIÓN

La implicancia política que se desprende de la presente investigación surge a partir de la discusión sobre los hogares agrícolas con agrobiodiversidad, la eficiencia técnica y económica y la maximización de ganancias.

De manera más general, las implicaciones para la política a partir de la teoría del campesino maximizador de ganancias dependen del grado de aceptación de los diversos componentes de la hipótesis de la eficiencia planteadas en la investigación, los cuales son respaldados por autores como Ellis (1993), FAO (2018), Guzman (2004) y Van de Ploeg (2010). Se puede distinguir tres líneas de conclusión de política considerando este supuesto, de la siguiente manera:

- a) Si la hipótesis se acepta en su forma pura, es decir, los campesinos que maximizan las ganancias son eficientes en los mercados competitivos, dentro de las limitaciones de su tecnología existente, entonces la única forma de lograr aumentos en la producción de la agricultura campesina es cambiar masivamente los “insumos y la tecnología”.

La propuesta de que solo cambios drásticos en la tecnología agrícola podrían transformar la agricultura campesina (el "enfoque de transformación") se manifestó en muchos programas de desarrollo rural del MINAGRI (actualmente MIDAGRI). Algunos ejemplos son proyectos de riego a gran escala, esquemas de mecanización con tractor y ambiciosos intentos de imponer "paquetes" técnicos completos

(semillas, fertilizantes, insecticidas, crédito, etc.) a los miembros de las comunidades campesinas. En términos prácticos, el sesgo se inclina hacia soluciones puramente técnicas: la "solución técnica rápida" en lugar de las limitaciones sociales o de mercado para aumentar la producción.

- b) Si la eficiencia de los campesinos se ve limitada solo por fallas del mercado, incluida la falta de conocimiento de las mejores tecnologías disponibles, entonces el énfasis de la política se desplaza hacia la mejora del funcionamiento de los mercados y la difusión de información sobre tecnologías de producción lo más ampliamente posible.
- c) Si se acepta la parte de eficiencia técnica de la hipótesis, pero se rechaza la parte de eficiencia económica, entonces existe margen para mejorar la eficiencia técnica de los hogares campesinos individuales hasta el nivel de las mejoras de la comunidad, o hasta algún otro estándar definido. El énfasis aquí está en la educación de los agricultores (mano de obra), la semilla y de extensión de cultivos como métodos de costo relativamente bajo para lograr aumentos en la eficiencia productiva. En la literatura se hace referencia a esto como el "enfoque de mejora".

Estos son los principales vínculos entre elementos de la hipótesis de eficiencia y políticas específicas, al cual las políticas se sustentan para convertir al campesino en empresas agrícolas en un sistema de mercado competitivo, como resultado, conscientes o no, no ha tenido el éxito esperado en el Perú.

En contraste, si se abandona la hipótesis estricta y se reemplaza por la noción de que en los hogares agrícolas con agrobiodiversidad maximizan beneficios de manera parcial o condicional (o consideran otros componentes para su maximización como la seguridad alimentaria), el énfasis de las políticas cambia a la identificación y eliminación de las restricciones para el logro de una mayor productividad.

En ese sentido, la búsqueda de una estrategia de desarrollo agrícola de hogares campesinos, en lugar de empresas agrícolas, lograría una mayor eficiencia social del uso de recursos en la agricultura y una mayor equidad social a través de la creación de empleo y atributos de distribución de ingresos más equitativa de las pequeñas unidades productivas agrícolas, y contribuirían a mantener la agrobiodiversidad.

Desde este punto de vista, la eficiencia no es algo que pueda definirse aisladamente y sostenerse en alto como si tuviera un carácter propio. La eficiencia siempre tiene un contexto en el espacio y el tiempo, y es relativa a la intensidad de las presiones competitivas tanto cercanas como lejanas, a la innovación y la reducción de costos en la economía capitalista más amplia.

A continuación, se presenta algunas políticas alternativas que pueden agruparse de la siguiente manera:

Peligros naturales

Irrigación

La respuesta política más obvia a la incertidumbre natural sea la irrigación como respuesta a la variabilidad de las precipitaciones. Además, puede permitir prácticas de cultivo de mayor productividad, como el cultivo múltiple (cultivo secuencial en el mismo año), con un impacto directo en el volumen de producción y los ingresos agrícolas.

En este sentido, el riego no es solo una estrategia de riesgo, sino que también tiene un impacto importante en la producción a través de su complementariedad con los cultivos múltiples y el mayor uso de fertilizantes, y semillas mejoradas.

El riego no requiere necesariamente la intervención del Estado, de hecho, una gran proporción del riego por pozos entubados es la práctica común de los hogares agrícolas individuales con agrobiodiversidad.

Estas políticas pueden implementarse a nivel de gobiernos regionales y locales, sin embargo, en las comunidades deben construir pequeñas presas, así como la modificar reservorios, o pequeñas infraestructuras rústicas (como los estanques) existentes para aumentar la capacidad del recurso hídrico.

Seguro de cosechas.

La propuesta teóricamente más coherente y completa para aliviar el impacto adverso de los peligros naturales es el seguro de cosechas. El seguro es lógico dentro de un marco neoclásico como un método para lograr la seguridad de los ingresos ante posibles desastres.

Las personas pueden pagar primas de riesgo, que representan el grado social medio de aversión al riesgo, y por lo tanto están protegidas contra la incidencia de eventos inciertos. El Estado por su parte, también ofrece protección a los agricultores vulnerable. Sin embargo, los seguros para la producción de cultivos se enfrentan a problemas prácticos. Una gran dificultad la plantea el hecho de que los desastres agrícolas tienden a ser catastróficos en un área amplia, lo que implica que un plan de seguro viable requeriría la capacidad de hacer frente a enormes fluctuaciones en las reclamaciones de un año a otro.

En ese sentido para hogares agrícolas con agrobiodiversidad, se plantea fortalecer capacidades en diversificación de los medios de subsistencia rurales para reducir los riesgos de los peligros naturales y los efectos de cambio climático.

Variedades resistentes

Es más práctico y relevante, debido al costo mucho menor en relación con los beneficios potenciales, el fitomejoramiento o la selección diseñada para resistir plagas, enfermedades y sequías, y estabilidad de los rendimientos. Es posible que el mejoramiento en estaciones de investigación de cepas resistentes a enfermedades no sea mucho más exitoso que las variedades tradicionales o las prácticas agronómicas, que lograron los mismos fines en el pasado.

Estas políticas pueden implementarse a nivel de gobiernos regionales y locales, sin embargo, requieren de subsidios públicos para zonas en pobreza.

Mercado

Estabilización de precios

La respuesta política popular a la inestabilidad de los precios del mercado es la estabilización de precios. De hecho, este es el principal argumento económico que subyace a las políticas de precios agrícolas en todo el mundo, incluso en los países industrializados.

La estabilización de precios puede tomar muchas formas, lo que implica diversos grados de intervención estatal, desde precios mínimos para productos básicos estratégicos hasta precios de producción fijos en una amplia gama de cultivos. Donde los rendimientos de

los cultivos siguen siendo muy variables, la estabilización de precios puede servir para exacerbar más que reducir la variación de ingresos.

Esto se debe a que, en el mercado, los precios suben en los años de bajo rendimiento (falta de oferta) y caen en los años de alto rendimiento (exceso de oferta), lo que resulta en una cierta suavización de los ingresos anuales. Por tanto, mediante el MIDAGRI se pueden mejorar los precios mediante la implementación de etiquetados basado en productos de agrobiodiversidad.

Información.

Cuando la ineficiencia se atribuye a información inadecuada (sobre precios, uso de insumos, semillas nuevas, etc.), la provisión de información se considera un componente útil de la política. La difusión de información a los campesinos puede tomar muchas formas: trabajo de extensión, programas de capacitación y visitas, la radio, folletos a granel, educación agrícola en las escuelas, etc. La dificultad no radica tanto en su provisión básica si no en asegurar la calidad, oportunidad y relevancia de la información.

Estas políticas pueden implementarse desde el Ministerio de Desarrollo de Agrario en el módulo del Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias y se fortalece el uso con los gobiernos regionales (Direcciones Agrarias) y locales (Gerencias y Unidades de Desarrollo Económico).

Planes de crédito subvencionados y otros

La provisión de crédito alternativo y de bajo costo a los hogares campesinos a través de esquemas de crédito estatales es otra forma de intentar alterar el equilibrio de ventaja a favor de los campesinos. El problema con estos es su alto costo de administración, el riesgo de incumplimiento de los préstamos y la imposibilidad en la práctica de controlar la distribución final. Pueden tener algún efecto mejorador en la situación de las familias campesinas pobres.

Estas intervenciones deben ser liberadas por los gobiernos locales mediante los programas como PROCOMPITE.

Participación de mujeres

El descuido de las mujeres en las políticas relacionadas con la agricultura campesina ha tendido a exacerbar la subordinación de las mujeres y disminuir el impacto de las políticas diseñadas para aumentar la producción y los ingresos de los campesinos.

Invariablemente, la cabeza de familia es masculino a quien se aborda para discutir nuevos cultivos, nuevas semillas, facilidades crediticias especiales, paquetes de insumos mejorados, etc. Los extensionistas son a menudo hombres y se relacionan exclusivamente con campesinos varones. El registro de los derechos privados sobre la tierra se realiza invariablemente con nombres masculinos.

El impacto de este sesgo masculino en la política agrícola es disminuir la condición de la mujer, aislarla cada vez más en el trabajo doméstico que han sido compartidos de manera más equitativa por los hombres, y reducen su independencia económica al tiempo que aumentan la de los hombres.

Para revertir estas tendencias, la política requiere una orientación consciente hacia las mujeres. Algunas de las principales recomendaciones de política son las siguientes:

- a) Los sistemas nacionales de recopilación de datos encargado por el MIDAGRI deben obtener mediciones más precisas de la contribución productiva de las mujeres, la división de tareas dentro de los hogares agrícolas y la interacción entre mujeres y hombres en la producción agrícola. Como en el caso de Puno, donde las mujeres contribuyen en la crianza de ganado.
- b) Las mujeres deben ser consideradas en los programas dirigidos a los agricultores desde concepción y ejecución de los programas y/o proyectos agrícolas, especialmente en regiones donde el trabajo agrícola y la toma de decisiones son en gran medida competencia de las mujeres. Lo mismo, se aplica a los programas de educación y extensión para agricultores.
- c) Muchos estudios han concluido que el bienestar de las mujeres solo puede mejorarse de manera efectiva creando condiciones en las que tengan fuentes de ingresos independientes de los hombres.

V. CONCLUSIONES

La eficiencia tiene diferentes niveles tanto técnica y económica. Según las características de la zona de estudio aun siendo el mayor productor y exportador de quinua a los mercados internacionales, los productores conducen extensiones pequeñas en promedio (0,5 ha), destacando Azángaro como la provincia con mayor superficie sembrada de quinua. Respecto al rendimiento de la quinua varía entre provincias desde 353 kg/ha (Lampa) hasta 1641 kg/ha (El Collao). El uso de la mano de obra es extensivo y tienen bajos niveles de capitalización. El sistema de riego es seco (99 por ciento). El uso de fertilizantes químicos es en menor medida (43 por ciento).

Los niveles de eficiencia técnica son mayores a la eficiencia económica, esta última no es significativa para un departamento que no maximiza sus beneficios, dado que el ingreso no es explicado por la producción de la quinua. En contraste, la producción es destinada al consumo. Asimismo, la producción de la quinua es explicados por la eficiencia técnica, el promedio de eficiencia técnica entre los productores de quinua es de 68,83 por ciento que es interpretado como un valor que no opera en la frontera de producción eficiente.

Por otro lado, la producción de quinua no es explicado por la eficiencia económica. Los valores se sobrepone al 99 por ciento en promedio, dado que los productores no cuantifican de la misma manera el costo de los procesos productivos que realizan a lo largo de la siembra y cosecha de quinua, debido a que en el caso de la mano de obra se involucran toda la familia o por *ayni* (trabajo colaborativo), en el caso de las semillas, estas no son adquiridas del mercado sino son seleccionadas de la cosecha anterior, sobre las herramientas utilizadas no son valorizadas como tal, tampoco existe reposiciones mediante depreciación de ellas, muchos de estos artefactos son elaborados por los mismo agricultores. Lo mismo, ocurre con los abonos orgánicos, que se utilizan principalmente los que ellos disponen como excrementos de animales, la descomposición de los desechos orgánicos, la rotación de la tierra productiva, entre

otros lo que dificulta una cuantificación comparable entre unidades agropecuarias.

Se determinó que el nivel de eficiencia técnica del Departamento de Puno influye en la producción de quinua. Los niveles de eficiencia técnica que se han obtenido da una idea del potencial que tiene el Departamento de Puno para el desarrollo del cultivo de la quinua, ya que se podría incrementar la producción con los mismos insumos que se vienen utilizando, esto en una coyuntura favorable al cultivo crea una opción de desarrollo para los agricultores y que habitan en localidades donde existe una carencia de recursos, dándoles una oportunidad de incrementar sus ingresos para que puedan acceder a servicios de mejor calidad y por ende obtener un incremento es su bienestar.

En ese sentido, si se llega usar 1 por ciento más de terreno dedicado a la quinua, manteniendo todos lo demás constante el incremento del rendimiento por hectárea será de incrementará en un 0,39 por ciento; mayores son los niveles de importancia en la producción la utilización de semillas, ya que al aumentar su uso en 1 por ciento y manteniendo los otros insumos constantes los rendimientos crece en 0,35 por ciento.

En ese sentido, se podría incrementar la producción con los mismos insumos que se vienen utilizando, esto en una coyuntura favorable al cultivo crea una opción de desarrollo para los agricultores y que habitan en localidades donde existe una carencia de recursos, dándoles una oportunidad de incrementar sus ingresos para que puedan acceder a servicios de mejor calidad y por ende obtener un incremento es su bienestar.

Se determinó que el nivel de eficiencia económica en el Departamento de Puno no influye en la producción de quinua a nivel general. Sin embargo, a nivel individual se puede observar que la variable costo de mano de obra y el costo de los fertilizantes son significativos; la primera tiene un coeficiente de 0,88 lo que significa que si el costo de la mano de obra se incrementa en un 1 por ciento el costo total aumentará en 0,88 por ciento; y la segunda tiene un coeficiente de -0,11, es decir, que un aumento de 1 por ciento en el costo de los fertilizantes usados, equivaldría a una reducción de 0,11 por ciento. Estos resultados afirman lo mencionado por Kahane y otros autores (2013) sobre que los pequeños agricultores tienden a diversificar los cultivos como estrategia de subsistencia.

VI. RECOMENDACIONES

La tecnología debe ser insertada para mejorar la productividad además de contrarrestar los efectos del cambio climático (sequías prolongadas), destacando el rescate de prácticas culturales como los andenes, yachachics, sukakollu o waru waru (campos elevados), camellones, las taqanas, la q'ochas o q'otas, tarazukas, q'otañas, cultivos en terraplenes, sistemas de drenaje, siembra y cosecha de agua asociados a los sistemas de manejo y conservación de los recursos naturales.

Dado que los productores no buscan maximizar sus beneficios, más por el contrario consumir su producción empleando los recursos disponibles, se plantea fortalecer los saberes respecto al uso de las semillas y los alimentos que de ellos se generen. Esto requiere un rediseño fundamental de los sistemas de producción agrícolas con características similares. El punto final de esta transición es la agrobiodiversidad (diversidad de cultivos), con ello resguardarán sus ingresos y asegurarán su consumo (Baumgärtner y Quaas 2010; Birol *et al.* 2006).

Esta investigación contribuye a distinguir a la agricultura familiar agrobiodiverso como otro tipo de producción agrícola y evitar identificar erróneamente a los campesinos con el estancamiento y la tradición. Se motiva a abarcar el hogar agrícola como unidad de análisis de interacción entre ellos; para delinear las condiciones económicas de la vida campesina que difieren analíticamente de las de otros grupos sociales o empresas agrícolas.

Se recomiendan tres estudios de investigación a partir de la presente investigación: a) Propuesta de “políticas inteligentes” para rediseñar los sistemas agrícolas eficientes, con oportunidades para adoptar un “enfoque eficiente” que sea capaz de analizar los factores que determinan la eficiencia en los sistemas agrícolas y evite repetir año tras año las mismas políticas, programas y proyectos con limitados resultados, b) Factores que determinan la relaciones entre la agrobiodiversidad, la alimentación y el ambiente para generar entorno propicio para los productores y usuarios, c) Sistema de monitoreo

de la agricultura según características homogénea, el cual debe reconocer la diversidad cultural, socioeconómica, los niveles de eficiencia y la productividad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almekinders, C., Fresco, L., & Struik, P. 1995. The need to study and manage variation in agro-ecosystems. *NJAS wageningen journal of life sciences*, 43(2), 127-142.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. 2009. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA revista de agroecología*, 5-8.
- ALT-PNUD. 2001. *Conservación de la biodiversidad en la cuenca del Lago Titicaca - Desaguadero – Poopo – Salar de Coipasa*. Autoridad Binacional del Lago Titicaca - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Alvarado, K., Hopfgartner, K., Moreno, C., & Tipula, P. 2016. *Directorio 2016 comunidades campesinas del Perú*. Instituto del bien común: Sistema de Información sobre Comunidades Campesinas del Perú (SICCAM).
- Alvarado, L. 2013. *Sustentabilidad de la innovación tecnológica en el sector agrícola: El caso de la producción cafetalera en Piura*. Tesis doctorado.
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., & Pinedo, R. 2013. *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. Lima, Perú: MINAGRI-INIA- FAO.
- Apaza, Z. 2012. Señas agroclimáticas andinas en la crianza de la agrobiodiversidad en la comunidad campesina de Koriñahui del distrito de Pukara, provincia de Lampa, región Puno - Perú. *Perspectivas Rurales Nueva Época*, 20, 115-139.
- Atici, K., & Podinovski, V. 2015. Using data envelopment analysis for the assessment of technical efficiency of units with different specialisations: An application to agriculture. *Omega*, 72-83.
- Atria, R. (Ed.). 2003. *Capital social y reducción de la pobreza en América Latina y el Caribe: en busca de un nuevo paradigma* (Vol. 71). United Nations Publications.
- Bagi, F. 1982. Relationship between farm size and technical efficiency in West Tennessee agriculture. *Journal of agricultural and applied economics*, 14(2), 139-144.

- Bagi, F. 1984. Stochastic frontier production function and farm-level technical efficiency of full-time and part-time farms in west Tennessee. *North central journal of agricultural economics*, 48-55.
- Bagi, F., & Huang, C. 1983. Estimating production technical efficiency for individual farms in Tennessee. *Canadian journal of agricultural economics*, 31(2), 249-256.
- Banco Mundial. 2018. *La pobreza y la prosperidad compartida 2018: Armando el rompecabezas de la pobreza, panorama general*. Grupo Banco Mundial. doi:<https://doi.org/10.18356/3df65d9c-es>
- Battese, G. E. 1992. Frontier production functions and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics. *Agricultural economics*, 7(3-4), 185-208.
- Battese, G., & Coelli, T. 1995. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, 325-332.
- Baumgärtner, S., & Quaas, M. 2010. Managing increasing environmental risks through agrobiodiversity and agrienvironmental policies. *Agricultural Economics*, 41(5), 483-496.
- Bedoya-Perales, N., Pumi, G., Mujica, A., Talamini, E., & Domingos, A. 2018. Quinoa expansion in Peru and its implications for land use management. *Sustainability*, 10(2), 532.
- Bernstein, H. 2010. *Class dynamics of agrarian change* (Vol. I). Kumarian Press.
- Bernstein, H. 2016. Agrarian political economy and modern world capitalism: the contributions of food regime analysis. *The Journal of Peasant Studies*, 43(3), 611-647.
- Bernstein, H., & Byres, T. 2001. From peasant studies to agrarian change. *Journal of agrarian change*, 1(1), 1-56.
- Bioversity International. 14 de junio de 2018. Recuperado el 12 de junio de 2017, de Payments for agrobiodiversity conservation services (PACS): <http://www.syngentafoundation.org/payments-agrobiodiversity-conservation-services-pacs>

- Bioversity International. 2019. *Agrobiodiversity Index Report 2019: Risk and Resilience*. Roma: Bioversity International. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10568/100820>
- Birol, E., Smale, M., & Gyovai, A. 2006. Using a choice experiment to estimate farmers valuation of agrobiodiversity on Hungarian small farms. *Environmental and Resource Economics*, 34(4), 439-469. doi:10.1007/s10640-006-0009-9
- Boretti, A., & Rosa, L. 2019. *Reassessing the projections of the world water development report*. Clear Water.
- Bravo-Ureta, B. E., & Rieger, L. 1990. Alternative production frontier methodologies and dairy farm efficiency. *Journal of Agricultural Economics*, 41(2), 215-226.
- Brookfield, H., & Padoch, C. 1994. Appreciating agrodiversity: a look at the dynamism and diversity of indigenous farming practices. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 36(5), 6-45.
- Brookfield, H., & Stocking, M. 1999. Agrodiversity: definition, description and design. *Global environmental change*, 9(2), 77-80. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(99\)00004-7](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(99)00004-7)
- Calisto, J. 2010. *Eficiencia económica de la producción de maíz blanco gigante Cusco, en las provincias de Calca y Urubamba*. Tesis pregrado, UNALM, Facultad de economía y planificación.
- Campos, F., & Oviedo, M. 2015. Extensión de los predios agrícolas y productividad. *El trimestre económico*, 82(325), 147-181.
- Canahua, A., Tapia, M., & Jacobsen, S. 2019. Contribución del conocimiento tradicional para el desarrollo de propuestas tecnológicas en la quinua, en Puno, Perú. *Congreso Mundial de la Quinua y otros granos*, (págs. 1-21). Iquique.
- CEPLAN. 2016. *Perú 2030: Tendencias 2030*. Lima.
- Cerrada, P. 2015. *Análisis de sistemas de producción agroecológica y sus implicaciones económicas en explotaciones campesinas de la Región Sierra de Ecuador*. Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de economía y ciencias sociales, Valencia.

- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- Chayanov, A. V. 1974. *La organización de la unidad económica campesina*.
- CONCYTEC. 2016. *Programa Nacional Transversal de Ciencia, Tecnología e Innovación tecnológica de valorización de la biodiversidad 2015-2021* (Segunda ed.). Lima, Perú.
- Coras, N. 2014. *Caracterización y eficiencia económica de los productores de quinua en el Valle del Mantaro - Junín*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Economía y Planificación, Lima.
- D'Achille, B. 1996. *Kuntursuyo: El territorio del cóndor*. Ediciones Peisa.
- Di Falco, S. D., Adinolfi, F., Bozzola, M., & Capitanio, F. 2014. Crop insurance as a strategy for adapting to climate change. *Journal of Agricultural Economics*, 65(2), 485-504.
- Dufumier, M. 1988. La investigación para el desarrollo: el papel de los diagnósticos en proyectos de desarrollo rural. Ruralter (Perú).
- Ellis, F. 1993. *Peasant Economics farm households in agrarian development* (Segunda ed.).
- Estrada, M. 2017. *Tipología de productores y eficiencia técnica en la producción de Quinua en la Región de Junín*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Economía y Planificación.
- FAO. 2018. *Gestión sostenible de la agrobiodiversidad y recuperación de ecosistemas vulnerables en la región Andina del Perú a través del Enfoque de Sistemas importantes del patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM)*. Documento de proyecto, Fondo para el medio ambiente mundial.
- FAO-ALADI. 2014. *Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua*. Santiago de Chile. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3583s.pdf>
- FAOSTAT. 24 de Junio de 2017. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Obtenido de Value of Agricultural Production: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QV>

- Farrell, M. 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290. Obtenido de <http://www.aae.wisc.edu/aae741/Ref/Farrell%201957.pdf>
- Friedmann, H., & McNair, A. 2008. Whose rules rule? contested projects to certify local production for distant consumers. *Journal of Agrarian Change*, 8(2), 408-434.
- Geisler, B. 2014. *Quinoa: High Protein, Gluten-Free* (Vol. 42). Books Alive.
- Gobierno Regional de Puno. 2013. *Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento*. Obtenido de Plan de desarrollo regional concertado al 2021: http://www.regionpuno.gob.pe/descargas/presupuestoparticipativo/consolidado_plan_concertado_2021.pdf
- Gobierno Regional de Puno. 2015. *Estrategia Regional de Cambio Climático de Puno 2016 - 2021*. Puno, Perú. Obtenido de <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/erccpuno-final-5ag2016-ad17.pdf>
- Gobierno Regional de Puno. 08 de enero de 2016a. *Presupuesto participativo*. Obtenido de http://www.regionpuno.gob.pe/descargas/presupuestoparticipativo/consolidado_plan_concertado_2021.pdf
- Gobierno Regional de Puno. 2016b. *Plan de acción de la estrategia regional de la diversidad biológica, Región Puno*. Región Puno, Perú.
- Gómez, L., & Eguiluz, A. 2011. *Catálogo del Banco de germoplasma de quinua (Chenopodium quinoa Willd)*. Lima, Perú: UNALM y MINAM. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/catalogo-banco-germoplasma-quinua>
- Guo, H., Dao, Z., & Harold, B. 1996. Agrodiversity and biodiversity on the ground and among the people: methodology from Yunnan. *PLEC News and Views*, 14-22.
- Guzmán, E. S. 2004. *La agroecología como estrategia metodológica de transformación social*. España: Instituto de Sociología y Estudios Campesinos de la Universidad de Córdoba.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. 2003. *Metodología de la investigación* (Vol. 707). México: McGraw-Hill.

- Holt-Giménez, E., & Altieri, M. A. 2013. Agroecology, food sovereignty, and the new green revolution. *Agroecology and sustainable Food systems*, 37(1).
- Huang, C., Tang, A., & Bagi, F. 1986. Two views of efficiency in Indian agriculture. *Canadian journal of agricultural economics*, 34(2), 209-226.
- INEI. (2003). Fenómenos naturales y emergencias. 367–394.
- INEI. 2013. *IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Resultados definitivos*. Lima.
- INEI. 2017a. *Compendio Estadístico Puno 2017*.
- INEI. 2017b. *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Obtenido de Producto Bruto Interno por departamentos: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/producto-bruto-interno-por-departamentos-9089/>
- INEI. 2018. *Resultados definitivos de los Censos Nacionales 2017. Puno*.
- INIA. 2016. *Estado de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura*. Informe nacional, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología.
- IPE. 2015. Estudio de diagnóstico del crecimiento de la región Puno.
- Jackson, L. E., Pascual, U., & Hodgkin, T. 2007. Utilizing and conserving agrobiodiversity in agricultural landscapes. *Agriculture, ecosystems & environment*, 121(3), 196-210. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.017>
- Jacobsen, S., Mujica, A., & Ortiz, R. 2003. La importancia de los cultivos andinos. *Fermentum: Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 13(36).
- Jarvis, D. I., Padoch, C., & Cooper, H. D. 2011. *Manejo de la Biodiversidad en los Ecosistemas Agrícolas*. (A. Walter, Trad.)
- Kahane, R., Hodgkin, T., Jaenicke, H., Hoogendoorn, C., Hermann, M., Hughes, J., .Looney, N. 2013. Agrobiodiversity for food security, health and income. *Agronomy for sustainable development*, 33(4), 671-693.
- Kalirajan, K. 1981. An econometric analysis of yield variability in paddy production. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 29(3), 283-294.

- Kalirajan, K., & Flinn, J. 1983. The measurement of farm specific technical efficiency. *Pakistan Journal of Applied Economics*, 2(2), 167-180.
- Kalirajan, K., & Shand, R. 1986. Estimating location-specific and firm-specific technical efficiency: an analysis of Malaysian agriculture. (N. C. Studies, Ed.) *Australian National University*.
- Koronakos, G., Sotiros, D., & Despotis, D. 2018. Reformulation of network data envelopment analysis models using a common modelling framework. *European journal of operational research*.
- Kumbhakar, S., Biswas, B., & Bailey, D. 1989. A study of economic efficiency of Utah dairy farmers: a system approach. *The review of Economics and Statistics*, 595-604.
- Levin, S. (Ed.). 2013. *Encyclopedia of biodiversity* (Segunda ed., Vol. I). Academic Press. doi:10.1016/B978-0-12-384719-5.00233-1
- Mazoyer, M. 1987. Dynamique des systèmes agraires. *Rapport de synthèse présenté au Comité des systèmes agraires*.
- MIDAGRI. 2021. *Observatorio de las siembras y perspectivas de la producción de quinua*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
- MINAGRI. 2012. *Plan de gestión de riesgo y adaptación al cambio climático en el sector agrario periodo 2012-2021*. Lima.
- MINAGRI. 2015a. *Documento prospectivo al 2030*. Ministerio de Agricultura y Riego, Oficina general de planeamiento y presupuesto, Lima.
- MINAGRI. 2015b. *Quinua peruana. Situación actual y perspectivas en el mercado nacional e internacional al 2015* (Primera ed.). Lima, Perú: Dirección de estudios económicos e información agraria.
- MINAGRI. 2017. *Análisis económico de la producción nacional de la quinua - Diciembre*. Dirección General de Políticas Agrarias - Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria.
- MINAGRI. 2019. *Plan Nacional de Agricultura Familiar 2019-2021*. Aprobado con Decreto Supremo N° 007-2019-MINAGRI.

- MINAGRI. 2020. *Análisis de mercado de la quinua 2015 - 2020*. Sierra y selva exportadora. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1479275/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20-%20Quinua%202015%20-%202020.pdf>
- MINAM. 2012. *Huella Ecológica en el Perú*.
- MINEDU. 2016. *Puno: ¿Como vamos en educación?* Obtenido de Repositorio MINEDU: <http://repositorio.minedu.gob.pe/>
- Molina, E., & Meléndez, G. 2002. *Tabla de interpretación de análisis de suelos*. Universidad de Costa Rica. Costa Rica: Centro de Investigación Agronómicas.
- Morlon, P. 1996. *Comprender la agricultura campesina en los andes centrales*. Lima: IFEA, CBC.
- Mujica, A., & Jacobsen, S. E. 2006. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. *Botanica económica de los Andes Centrales* (32), 449-457.
- Mujica, A., & Jacobsen, S.-E. 2001. Biodiversidad - un desafío en la región centro oeste de Sudamérica. *En Agricultura Andina*, 14(18).
- Peña, M., & Bacallao, J. 2002. Malnutrition and Poverty. *Annual Review of Nutrition*, 241 - 250.
- Piu, C., & Menton, M. 2013. *Contexto de REDD+ en Perú: Motores, actores e instituciones*. Documentos Ocasionales, CIFOR.
- Qualset, C., McGuire, P., & Warburton, M. 1995. In California: 'Agrobiodiversity' key to agricultural productivity. *California agriculture*, 49(6), 45-49.
- Ramirez, O. 2016. *Rentabilidad de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.) asociada a la implementación de riego tecnificado en el Callejón de Huaylas*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Postgrado, Lima. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2743/F06-R35-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reardon, T. 1997. Using evidence of household income diversification to inform study of the rural nonfarm labor market in Africa. *World development*, 25(5), 735-747.
- Revista Agraria. 2001. Coyuntura. Puno en emergencia. *La Revista Agraria*.

- Rocchi, L., Paolotti, L., Cortina, C., & Boggia, A. 2016. Conservation of Landrace: The Key Role of the Value for Agrobiodiversity Conservation. An Application on Ancient Tomatoes Varieties. *Agriculture and agricultural science procedia*, 8, 307-316. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.025>
- Rosset, P. 2000. The multiple functions and benefits of small farm agriculture in the context of global trade negotiations. *Development*, 43, 77-82. Obtenido de <https://doi.org/10.1057/palgrave.development.1110149>
- Santacoloma-Varón, L. E. 2015. Importancia de la economía campesina en los contextos contemporáneos: una mirada al caso colombiano. *Entramado*, 11(2), 38-50.
- Scott, C. 2018. *An Economic Valuation of Biodiversity: Measuring Willingness-to-Pay for Quinoa Conservation in Peru*. Master's Theses, University of San Francisco, Economics. Obtenido de <https://repository.usfca.edu/thes/1056>
- SENAMHI. 2015. Regionalización y Caracterización de Sequías en el Perú. *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú*. Obtenido de http://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/hidro_2015_Reg_car_seq_Per.pdf
- SENAMHI. 2016. Análisis del riesgo de sequías en el sur del Perú. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/hidro2016-0005.pdf>
- Shephard, R., & Färe, R. 1974. The law of diminishing returns. *Journal of Economics*, 34(1), 69-90.
- SIICEX. 2020. *Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior*. Obtenido de https://www.siicex.gob.pe/siicex/portal5ES.asp?_page_=194.17100#anclafecha
- Smale, M. 2006. Concepts, metrics and plan of the book. En M. Smale (Ed.), *Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Resources and Economic Change* (págs. 1–17). Oxfordshire: CAB International.
- Tapia, M., Canahua, A., & Ignacio, S. 2014. *Razas de quinuas del Perú*. Lima, Perú: ANPE y CONCYTEC.
- Taylor, T., & Shonkwiler, J. 1986. Alternative stochastic specifications of the frontier production function in the analysis of agricultural credit programs and technical efficiency. *Journal of development economics*, 21(1), 149-160.

- Templeton, S., & Scherr, S. 1999. Effects of demographic and related microeconomic change on land quality in hills and mountains of developing countries. *World Development*, 27(6), 903-918.
- Teshome, A., Baum, B., Fahrig, L., Torrance, J., Arnason, T., & Lambert, J. 1997. Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) landrace variation and classification in north Shewa and south Welo, Ethiopia. *Euphytica*, 97(3), 255-263. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1003074008785>
- The Economist. 2012. Quinoa selection. *The Andes' new cash crop*. Obtenido de <https://www.economist.com/the-americas/2012/05/12/quinoa-selection> mayo 2012
- The economist. 2016. Against-the-grain. Obtenido de <https://www.economist.com/finance-and-economics/2016/05/21/against-the-grain>
- The Economist. 2016. Why the price of quinoa has fallen. *The economist explains*. Obtenido de <https://www.economist.com/the-economist-explains/2016/05/24/why-the-price-of-quinoa-has-fallen>
- The economist. 2017. In praise of quinoa. *Food for thought*. Obtenido de [economist.com/leaders/2017/03/09/in-praise-of-quinoa](https://www.economist.com/leaders/2017/03/09/in-praise-of-quinoa)
- Toro, E. 1968. Estudio en especies y variedades de quinua en el Perú. *Convención Internacional de Quenopodiáceas*. Puno, Perú: Universidad Técnica del Altiplano, Facultad de Agronomía.
- Torras, L. 2017. La importancia de invertir en agricultura. *World Economic Forum*. Obtenido de https://www.weforum.org/es/agenda/2017/09/la-importancia-de-invertir-en-agricultura/?utm_content=buffer5ea61&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer
- United Nations. 2017. World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables. *Department of Economic and Social Affairs, Population Division*.
- Van der Ploeg, J. D. 2010. *Nuevos campesinos. Campesinos e imperios alimentarios*. Barcelona: Icaria.

- Velasquez, D., Casa, A., Torres, J., & Cruz, A. 2011. Factores ecológicos y socioculturales que influyen en la conservación in situ de la agrobiodiversidad realizada por los hogares andinos tradicionales en Perú. *Ethnobiol Ethnomed*.
- Villalobos, V. M. 2017. La innovación para el logro de una agricultura competitiva, sustentable e inclusiva. *Innovation to achieve competitive, sustainable and inclusive agriculture*, No. IICA 333.7616 I58. IICA, San José (Costa Rica) Colegio de Postgraduados (México) Fundación Colpos (México).
- WBCSD. 2020. *Macrotrends and disruptions shaping 2020-2030, vision 2050 issue brief*. World Business Council for Sustainable Development.
- Webb, R. 2013. Conexión y despegue rural. *Instituto del Perú de la Universidad de San Martín de Porres*.
- WWF Perú. 2013. *Estado del arte de la medición de la huella hídrica a nivel nacional e internacional*. Obtenido de https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/rd_007-2015-ana-dcprh_reportes_1_2_3.pdf
- Xiao, H., Wang, J., Oxley, L., & Ma, H. 2012. The evolution of hog production and potential sources for future growth in China. *Food Policy*, 37(4), 366-377.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Variables de la encuesta

Tabla 38: Sección y variables de la encuesta aplicada en el 2017

<i>Sección</i>	<i>Preguntas / Variables</i>
SECCIÓN I. IDENTIFICACIÓN DEL HOGAR	Provincia Hogar ID Distrito Centro Poblado/Comunidad
SECCIÓN II. ESTRUCTURA AGRARIA	Extensión de cultivos Destino de la producción Cultivos bajo riego Propiedad de los terrenos de cultivo Tipo de cultivo Certificación
SECCIÓN III. PARTICIPACIÓN EN ASOCIACIONES O GREMIOS	Asociatividad
SECCIÓN IV. GRANOS ANDINOS: PRODUCTIVIDAD	Productividad Venta
SECCIÓN V. CANTIDAD DE LOS FACTORES DE PRODUCCIÓN DE LA QUINUA	Preparación de terreno Siembra Labores Agrícolas Cosecha Post cosecha Otros insumos Venta Factores ambientales Financiamiento Capacitación Asistencia técnica
Datos del productor	Idioma nativo Lugar de nacimiento Nombre del encuestado

Anexo 2: Matriz de sistematización de la muestra

Nro. cuestionario	Provincia	LVAR 1	LVAR 2	LVAR 3	LVAR 4	LVAR 5	LVAR 6
		LPRODC	AREAQLOG	SEMLOG	MAQLOG	MOLOG	FERLOG
1	Melgar	2.30	3.40	4.70	6.05	5.15	6.61
2	Melgar	2.30	3.40	4.30	4.60	5.08	6.79
3	Melgar	2.00	3.70	4.00	0.00	4.48	6.49
4	Melgar	1.57	3.40	4.30	0.00	5.30	6.61
5	Melgar	2.00	3.70	4.30	0.00	5.34	6.71
6	Melgar	2.18	3.40	4.30	0.00	5.15	6.79
7	Melgar	1.88	2.70	4.00	0.00	5.51	5.60
8	Melgar	1.88	2.78	4.00	0.00	5.48	6.93
9	Melgar	2.70	3.70	4.00	4.60	4.95	6.49
10	Melgar	1.88	3.40	4.30	4.90	4.78	6.79
11	Melgar	2.00	3.40	4.00	4.60	5.00	6.31
12	Melgar	2.18	3.40	4.30	4.90	5.32	6.31
13	Melgar	2.27	3.70	4.18	4.30	4.90	0.00
14	Melgar	2.10	3.40	4.18	4.90	5.20	6.61
15	Melgar	2.00	3.70	4.30	4.30	4.78	6.31
16	Melgar	2.10	3.70	4.18	4.30	4.70	6.31
17	Melgar	2.40	4.00	4.90	4.00	4.60	6.41
18	Melgar	2.70	4.00	4.48	4.60	4.78	6.71
19	Melgar	2.74	4.00	4.48	4.48	4.60	6.71
20	Melgar	3.34	4.60	5.08	4.10	4.78	7.11
21	Melgar	3.10	4.30	4.78	4.00	4.30	6.88
22	Melgar	2.35	3.70	4.30	0.00	4.78	6.31
23	Melgar	2.35	3.70	4.18	0.00	5.04	6.31
24	Melgar	3.20	7.31	4.90	0.00	4.48	0.00
25	Melgar	2.08	3.40	4.48	5.86	5.11	0.00
26	Melgar	2.00	2.60	4.48	7.27	5.77	0.00
27	Melgar	2.48	4.00	4.70	4.00	4.30	0.00
28	Melgar	1.70	4.00	4.70	0.00	4.00	0.00
29	Melgar	1.88	3.88	4.60	4.12	4.30	0.00
30	Melgar	2.48	3.40	4.30	5.60	5.40	0.00
31	Melgar	2.00	2.30	4.00	7.27	5.93	0.00
32	Melgar	1.40	3.00	4.30	6.85	5.58	0.00
33	Melgar	2.00	2.70	4.00	0.00	5.67	0.00
34	Melgar	2.70	4.00	5.00	5.08	4.90	0.00
35	Melgar	1.70	3.40	4.30	5.51	4.85	0.00
36	Melgar	1.70	3.72	4.70	0.00	4.85	0.00
37	Melgar	2.08	3.40	5.40	7.00	5.63	0.00
38	Melgar	1.88	3.70	4.00	4.30	4.60	0.00
39	Melgar	2.70	3.40	4.30	5.20	5.40	0.00
40	Melgar	2.00	3.40	4.70	0.00	5.34	0.00
41	Melgar	2.78	5.09	4.90	0.00	4.48	0.00
42	Melgar	3.48	4.30	5.00	4.54	4.48	0.00
43	Melgar	2.60	3.70	4.70	5.26	5.26	0.00
44	Melgar	2.30	3.70	4.70	4.30	4.48	0.00
45	Collao	1.70	2.30	4.00	7.88	6.86	0.00
46	Collao	1.66	2.40	4.30	0.00	5.89	0.00
47	Collao	2.00	2.60	4.48	7.10	5.80	0.00
48	Collao	2.48	3.30	4.48	5.18	5.34	0.00
49	Collao	1.70	3.40	4.30	5.20	4.85	6.61
50	Collao	1.00	2.18	4.00	7.64	6.44	0.00
51	Collao	1.36	2.10	4.30	8.20	6.34	0.00
52	Collao	1.70	2.40	4.30	7.51	5.98	0.00
53	Collao	1.75	2.40	4.30	7.47	5.58	0.00
54	Collao	2.18	3.40	4.00	5.45	5.11	6.61
55	Collao	1.75	2.70	4.70	7.78	6.34	5.30
56	Collao	2.74	3.60	4.60	5.60	5.18	6.41
57	Collao	1.70	2.70	4.70	6.82	5.96	0.00
58	Collao	2.00	2.70	4.00	6.60	5.74	0.00
59	Collao	1.30	2.18	4.00	7.34	6.18	0.00
60	Collao	1.38	2.70	4.30	6.60	5.91	0.00
61	Collao	2.24	3.70	4.30	4.30	4.78	6.49
62	Collao	2.18	3.40	4.30	5.51	5.30	0.00
63	Collao	1.70	2.48	4.78	7.81	5.32	0.00
64	Collao	2.18	2.48	4.70	7.50	6.80	7.71
65	Collao	2.65	3.00	5.00	6.70	5.30	0.00
66	Collao	2.00	3.00	4.30	6.70	5.43	0.00
67	Collao	2.36	3.00	4.48	6.48	5.56	0.00
68	Collao	1.48	2.40	4.00	8.00	4.90	0.00
69	Collao	1.36	2.40	4.30	7.86	5.86	7.31

Nro. cuestionario	Provincia	LVAR 1	LVAR 2	LVAR 3	LVAR 4	LVAR 5	LVAR 6
		LPRODC	AREAQLOG	SEMLOG	MAQLOG	MOLOG	FERLOG
70	Collao	2.00	2.70	4.30	6.78	5.86	0.00
71	Collao	2.05	2.70	4.48	6.30	5.74	0.00
72	Collao	1.05	2.00	4.00	8.30	6.00	0.00
73	Collao	1.75	2.00	4.30	8.33	6.65	0.00
74	Collao	2.18	3.40	5.00	6.11	5.28	0.00
75	Collao	1.53	2.10	4.60	7.64	6.09	0.00
76	Collao	1.53	1.88	4.00	9.33	6.44	0.00
77	Collao	1.90	2.70	4.48	6.00	5.60	0.00
78	Collao	2.05	3.70	4.30	4.90	4.48	0.00
79	Collao	1.70	2.70	4.30	6.51	5.51	7.31
80	Collao	2.08	3.70	4.30	5.00	4.85	6.31
81	Collao	1.53	2.60	4.00	6.80	5.59	7.11
82	Collao	2.05	3.40	4.30	4.90	4.90	0.00
83	Collao	1.83	2.54	4.40	7.31	5.76	0.00
84	Collao	1.96	2.70	4.48	7.20	5.45	7.31
85	Collao	1.70	2.40	4.30	7.57	5.98	0.00
86	Collao	2.00	3.40	4.70	5.81	5.18	4.60
87	Collao	2.18	3.40	4.60	5.98	5.28	0.00
88	Collao	1.70	3.40	4.78	5.60	5.00	0.00
89	Collao	2.05	2.88	4.70	6.85	5.49	0.00
90	Collao	2.30	4.00	4.70	4.48	4.48	0.00
91	Collao	2.21	3.40	4.48	5.51	4.90	0.00
92	Collao	2.00	3.40	4.30	5.68	5.26	0.00
93	Collao	1.93	2.70	4.78	8.21	5.69	5.30
94	Collao	3.18	4.30	5.30	4.60	4.48	0.00
95	Collao	2.70	4.00	4.48	4.00	4.70	5.71
96	Collao	3.60	4.00	4.60	4.95	4.48	6.31
97	Collao	1.66	2.70	4.30	7.10	5.49	0.00
98	Collao	1.36	2.30	4.30	7.40	6.06	0.00
99	Collao	1.40	2.70	4.30	6.78	5.75	0.00
100	Collao	1.88	2.70	4.60	7.15	5.83	7.05
101	Collao	2.05	2.00	4.30	7.40	6.60	0.00
102	Collao	1.10	2.40	4.00	7.20	6.09	0.00
103	Collao	1.57	2.70	4.30	6.72	5.63	7.01
104	Collao	1.70	2.70	4.60	7.20	5.65	0.00
105	Collao	1.70	2.60	4.70	6.70	5.56	0.00
106	Collao	1.64	2.30	4.00	6.60	6.00	7.41
107	Puno	2.13	2.70	4.48	6.00	6.10	0.00
108	Puno	1.83	3.70	4.00	5.30	6.14	6.85
109	Puno	1.65	2.40	4.48	8.81	6.82	8.09
110	Puno	1.95	2.48	4.18	7.22	6.64	8.23
111	Puno	1.65	2.60	4.00	6.92	6.36	8.36
112	Puno	1.65	3.40	4.30	5.20	5.40	7.21
113	Puno	1.91	3.40	4.30	4.90	5.48	5.30
114	Puno	2.13	3.08	4.30	6.18	6.24	7.33
115	Puno	1.53	2.00	4.48	8.22	7.42	8.01
116	Puno	2.20	4.00	4.90	5.66	5.86	6.31
117	Puno	1.65	3.40	4.00	4.60	5.60	7.01
118	Puno	2.05	3.70	5.06	4.78	5.51	6.49
119	Puno	1.65	2.60	4.30	6.78	5.78	5.88
120	Puno	1.85	2.30	4.18	7.02	6.26	8.70
121	Puno	2.04	2.78	4.48	6.22	5.83	0.00
122	Puno	2.23	2.70	4.30	6.60	5.61	0.00
123	Puno	2.28	2.70	4.30	7.60	5.88	0.00
124	Puno	2.30	2.78	4.60	6.40	6.00	0.00
125	Puno	2.40	3.40	4.54	5.51	5.69	6.79
126	Puno	2.34	3.00	4.48	5.70	5.65	0.00
127	Puno	2.15	3.40	4.60	4.90	5.45	4.60
128	Puno	1.65	2.56	4.30	7.06	5.81	7.74
129	Puno	1.95	2.40	3.70	6.90	6.27	5.90
130	Puno	3.11	4.00	5.00	4.85	5.11	7.08
131	Puno	2.70	3.40	4.30	6.16	5.61	6.91
132	Puno	2.08	2.65	4.40	6.55	5.96	0.00
133	Puno	1.93	2.70	4.30	6.30	5.78	5.30
134	Puno	2.00	3.40	4.00	5.08	5.36	0.00
135	Puno	2.18	3.00	4.48	6.40	5.74	7.15
136	Puno	3.20	4.30	6.00	5.22	5.32	7.00
137	Puno	2.90	4.00	5.00	4.60	4.60	7.00
138	Puno	1.40	2.48	4.48	7.14	6.17	7.82
139	Puno	2.45	3.40	4.70	5.86	5.32	7.38
140	Puno	2.70	3.70	4.90	4.90	5.30	0.00
141	Puno	1.36	3.40	4.78	4.90	5.67	6.79
142	Puno	1.66	3.10	4.78	5.98	5.75	6.61

Nro. cuestionario	Provincia	LVAR 1	LVAR 2	LVAR 3	LVAR 4	LVAR 5	LVAR 6
		LPRODC	AREAQLOG	SEMLOG	MAQLOG	MOLOG	FERLOG
143	Huancané	1.80	2.48	4.00	6.73	5.77	0.00
144	Huancané	2.26	3.40	4.78	5.68	5.69	0.00
145	Huancané	2.38	4.00	5.30	5.00	4.30	0.00
146	Huancané	2.08	2.85	4.78	0.00	5.49	5.15
147	Huancané	2.24	3.40	4.85	5.75	5.43	7.51
148	Huancané	1.84	2.30	4.60	7.57	6.12	0.00
149	Huancané	1.78	3.40	4.30	5.98	5.48	6.91
150	Huancané	1.66	3.08	5.00	6.00	5.45	6.62
151	Huancané	1.78	2.60	4.48	6.48	6.19	0.00
152	Huancané	2.18	3.40	5.00	6.25	5.26	6.98
153	Huancané	2.18	4.28	4.78	4.02	4.48	0.00
154	Huancané	1.98	2.48	4.48	7.62	6.77	7.82
155	Huancané	2.98	3.60	5.30	5.30	5.28	6.88
156	Huancané	2.38	3.28	4.00	5.72	5.34	7.10
157	Huancané	2.38	2.95	4.70	6.56	6.02	7.43
158	Huancané	2.62	3.70	5.40	5.38	5.34	5.70
159	Huancané	1.68	2.78	4.40	6.92	6.06	6.92
160	Huancané	1.08	4.00	4.78	4.00	4.85	5.78
161	Huancané	1.78	2.23	5.00	7.24	6.59	0.00
162	Huancané	1.38	2.78	4.48	0.00	6.21	7.78
163	Huancané	1.06	2.30	3.70	6.78	5.77	0.00
164	Huancané	1.75	3.70	5.36	0.00	4.78	0.00
165	Huancané	1.23	2.40	4.00	7.20	5.90	0.00
166	Huancané	2.56	3.70	5.30	5.38	5.11	6.56
167	Huancané	1.86	3.70	4.48	4.90	5.00	6.59
168	Huancané	2.01	2.30	4.00	7.40	5.53	0.00
169	Huancané	1.66	2.70	3.70	6.78	5.20	0.00
170	Huancané	1.36	2.60	4.00	7.10	5.32	0.00
171	Azángaro	1.65	2.30	4.00	8.48	6.25	8.00
172	Azángaro	2.90	4.00	5.18	4.48	4.48	5.70
173	Azángaro	1.85	2.60	4.30	6.65	6.06	8.10
174	Azángaro	1.70	3.30	3.70	5.18	5.00	0.00
175	Azángaro	1.95	2.70	4.00	6.86	6.58	0.00
176	Azángaro	1.95	3.40	6.22	4.90	6.12	7.21
177	Azángaro	2.05	2.70	4.48	6.58	6.16	0.00
178	Azángaro	2.35	3.70	4.18	5.08	5.43	7.18
179	Azángaro	2.08	2.70	4.00	0.00	5.95	0.00
180	Azángaro	2.54	2.85	4.18	6.00	5.88	0.00
181	Azángaro	2.35	3.40	4.60	5.60	5.64	7.20
182	Azángaro	1.35	2.70	4.60	6.60	6.42	0.00
183	Azángaro	2.13	3.70	4.30	5.86	5.45	0.00
184	Azángaro	2.60	2.95	4.48	5.95	5.95	0.00
185	Azángaro	2.62	3.00	4.70	6.30	5.90	8.30
186	Azángaro	2.30	2.70	4.48	6.60	6.18	6.90
187	Azángaro	2.11	2.78	4.00	6.12	6.07	0.00
188	Azángaro	1.62	2.70	4.00	6.48	5.88	0.00
189	Azángaro	1.54	3.40	4.30	6.12	5.68	7.91
190	Azángaro	1.65	4.00	4.76	4.00	5.46	6.61
191	Azángaro	2.26	3.70	4.70	0.00	5.04	6.60
192	Azángaro	1.70	2.60	4.18	6.48	6.27	8.40
193	Azángaro	2.65	3.70	4.78	5.08	5.23	7.51
194	Azángaro	1.65	3.40	4.65	5.08	5.82	7.51
195	Azángaro	2.13	3.70	4.30	4.30	5.74	7.60
196	Azángaro	1.95	3.40	4.70	0.00	5.73	7.60
197	Azángaro	1.65	3.70	5.06	4.30	4.95	6.61
198	Azángaro	1.65	3.40	4.76	4.90	5.62	7.01
199	Azángaro	3.51	4.30	5.40	4.60	4.60	6.72
200	Azángaro	2.70	3.70	4.78	5.20	5.38	0.00
201	Azángaro	2.60	3.40	4.70	5.20	5.41	7.38
202	Azángaro	1.65	2.70	4.30	0.00	6.13	0.00
203	Azángaro	2.50	4.00	5.06	4.30	5.71	7.00
204	Azángaro	2.70	3.70	5.06	0.00	5.84	0.00
205	Azángaro	2.26	3.70	4.70	0.00	5.82	7.48
206	Azángaro	3.51	3.48	4.60	0.00	5.41	0.00
207	Azángaro	2.51	3.00	4.48	0.00	5.95	0.00
208	Azángaro	2.34	2.70	4.18	0.00	6.11	0.00
209	Azángaro	2.78	3.48	4.70	0.00	5.41	0.00
210	Azángaro	2.51	3.30	4.30	0.00	5.80	0.00
211	Azángaro	2.54	3.40	4.48	5.38	5.45	6.90
212	Azángaro	1.90	2.90	4.00	5.80	5.45	0.00
213	Azángaro	1.35	2.60	3.70	6.80	6.99	7.41
214	Azángaro	1.65	3.40	4.60	5.30	5.86	7.51
215	Azángaro	1.95	3.40	4.70	5.51	5.92	7.09

Nro. cuestionario	Provincia	LVAR 1	LVAR 2	LVAR 3	LVAR 4	LVAR 5	LVAR 6
		LPRODC	AREAQLOG	SEMLOG	MAQLOG	MOLOG	FERLOG
216	Azángaro	1.95	3.70	4.18	4.60	5.49	6.85
217	Azángaro	2.78	3.70	4.78	5.53	5.00	0.00
218	Azángaro	3.00	4.00	4.85	5.18	4.48	7.30
219	Azángaro	3.46	4.48	5.48	4.22	4.85	6.82
220	Azángaro	2.83	4.18	4.30	0.00	5.68	0.00
221	Azángaro	1.95	3.40	4.78	5.38	5.59	0.00
222	Azángaro	1.54	3.40	4.00	5.20	5.91	0.00
223	Azángaro	2.26	3.40	5.06	4.90	5.78	0.00
224	Azángaro	1.60	2.90	3.85	6.10	5.61	8.00
225	Azángaro	1.81	2.70	4.18	6.00	5.99	8.38
226	Azángaro	1.40	2.30	3.70	7.02	6.29	0.00
227	Azángaro	2.13	3.70	4.70	4.78	5.45	7.01
228	Azángaro	2.65	4.30	5.65	3.70	5.26	6.71
229	Azángaro	1.83	3.40	4.46	5.68	5.94	7.31
230	Azángaro	1.65	3.70	5.00	5.08	5.51	7.09
231	Azángaro	2.22	3.70	4.70	0.00	5.43	7.49
232	Azángaro	2.65	3.70	5.04	5.15	5.60	7.61
233	Azángaro	2.65	3.70	4.85	5.20	5.23	6.60
234	Azángaro	2.48	2.90	4.30	5.88	5.79	0.00
235	Azángaro	2.34	3.40	4.48	5.75	5.30	0.00
236	Azángaro	1.65	3.08	4.30	5.77	5.69	0.00
237	Azángaro	2.08	2.78	4.30	6.12	5.95	7.52
238	Azángaro	1.65	2.38	3.70	6.40	6.28	0.00
239	Azángaro	1.95	3.40	5.06	0.00	6.09	7.90
240	Azángaro	2.30	3.40	4.78	5.60	5.46	7.60
241	Azángaro	2.70	2.70	5.08	7.38	6.01	8.78
242	Azángaro	1.90	3.40	4.00	5.60	5.46	8.16
243	Azángaro	1.68	3.70	4.00	5.30	5.23	7.20
244	Azángaro	2.00	3.40	4.60	5.75	5.23	7.08
245	Azángaro	3.00	4.00	5.08	5.20	4.70	7.01
246	Azángaro	3.30	4.00	4.90	5.00	4.78	7.60
247	Azángaro	2.78	4.00	5.00	5.15	5.45	7.00
248	Azángaro	2.70	3.70	4.78	0.00	5.26	7.20
249	Azángaro	2.40	4.00	4.70	5.15	5.00	0.00
250	Azángaro	1.65	3.40	4.70	0.00	5.98	7.75
251	Azángaro	1.93	3.88	4.00	4.12	4.48	6.60
252	Azángaro	2.30	3.70	5.00	0.00	5.00	0.00
253	Azángaro	2.41	2.70	3.70	0.00	6.53	8.00
254	Azángaro	2.18	3.40	5.06	6.43	6.20	7.51
255	Azángaro	2.00	3.00	4.48	6.65	6.22	7.90
256	Azángaro	1.90	3.70	5.40	4.60	5.69	7.08
257	Azángaro	1.90	3.40	4.70	5.38	5.60	6.90
258	Azángaro	2.18	3.40	4.78	4.90	5.15	7.38
259	Azángaro	2.56	4.00	3.70	4.48	5.28	0.00
260	Azángaro	1.83	4.00	5.00	0.00	5.88	0.00
261	Azángaro	2.70	3.40	4.48	5.38	5.52	6.60
262	Azángaro	2.78	4.00	5.00	4.78	4.90	7.30
263	Azángaro	2.85	3.40	4.60	5.38	5.20	7.38
264	Azángaro	2.13	4.00	4.76	4.00	6.22	7.08
265	San Román	2.60	3.70	4.70	5.78	5.04	7.60
266	San Román	2.78	4.10	4.78	4.20	4.78	6.68
267	San Román	1.66	3.70	4.60	4.78	5.18	0.00
268	San Román	1.54	2.60	4.00	6.48	6.33	0.00
269	San Román	3.75	4.85	6.06	3.76	5.52	6.46
270	San Román	2.30	3.70	4.30	4.90	5.28	6.60
271	San Román	3.70	4.85	6.30	4.00	5.04	0.00
272	San Román	2.78	4.18	4.70	3.82	4.30	7.43
273	San Román	2.40	3.40	4.30	5.75	5.26	6.91
274	San Román	1.56	3.40	5.08	6.05	5.28	8.08
275	Lampa	3.00	4.30	4.85	4.81	4.70	6.30
276	San Román	1.08	3.40	4.78	5.20	5.72	0.00
277	San Román	2.08	2.30	4.00	7.40	6.12	0.00
278	San Román	1.70	2.60	4.18	6.97	6.29	7.70
279	San Román	2.00	2.95	4.48	6.79	6.01	8.05
280	San Román	2.40	3.40	4.48	5.81	5.61	6.20
281	San Román	2.30	4.00	4.48	4.78	5.30	6.38
282	San Román	2.30	3.70	4.95	5.20	5.04	7.30
283	San Román	2.30	4.00	4.48	4.78	5.30	6.38
284	San Román	2.30	3.70	4.95	5.20	5.04	7.30
285	San Román	1.38	2.18	4.78	7.64	6.88	0.00
286	San Román	1.18	2.40	4.00	7.81	6.43	5.90
287	San Román	1.00	2.30	4.48	8.88	6.53	7.88
288	San Román	1.08	2.30	4.48	6.78	6.64	0.00

Nro. cuestionario	Provincia	LVAR 1	LVAR 2	LVAR 3	LVAR 4	LVAR 5	LVAR 6
		LPRODC	AREAQLOG	SEMLOG	MAQLOG	MOLOG	FERLOG
289	San Román	1.10	3.40	4.00	0.00	5.23	0.00
290	San Román	1.57	3.10	4.00	5.98	5.63	0.00
291	San Román	1.38	3.10	4.30	5.81	5.54	6.76
292	San Román	1.26	3.10	3.70	5.81	5.54	6.20
293	San Román	0.78	2.30	4.00	7.40	6.48	0.00
294	San Román	2.33	3.40	4.78	5.51	5.86	6.98
295	San Román	0.30	3.70	4.30	4.90	5.49	0.00
296	San Román	1.74	3.10	4.48	6.41	5.66	6.51
297	San Román	1.40	2.54	4.30	6.99	6.15	7.46
298	San Román	1.40	2.60	4.30	6.57	6.03	8.40
299	San Román	2.18	4.00	4.90	4.78	5.08	6.70
300	San Román	1.70	3.10	4.30	5.98	5.72	7.75
301	San Román	1.57	3.70	4.30	4.90	5.58	7.00
302	San Román	1.57	4.00	5.06	4.95	4.60	6.70
303	San Román	2.00	4.00	4.78	4.48	4.48	6.00
304	San Román	1.36	3.40	4.48	4.90	5.04	6.61
305	San Román	3.08	3.70	5.30	5.15	5.62	6.90
306	San Román	1.86	3.70	4.78	5.20	5.08	6.56
307	San Román	2.03	3.70	5.08	5.20	5.30	6.56
308	San Román	2.33	3.70	4.30	4.30	5.00	0.00
309	San Román	2.48	4.00	5.00	5.04	5.08	6.60
310	San Román	2.10	3.70	4.30	5.51	5.04	7.30
311	San Román	2.18	3.40	4.30	5.68	5.41	7.38
312	San Román	1.95	3.40	4.30	5.68	5.60	7.60
313	Lampa	2.70	4.30	5.38	4.30	4.70	6.30
314	Lampa	1.78	3.40	4.18	5.20	5.30	6.75
315	Lampa	2.48	4.00	4.78	4.90	5.20	6.38
316	Lampa	1.00	3.40	4.48	4.90	5.15	6.98
317	Lampa	1.56	4.00	4.78	4.60	4.90	0.00
318	Lampa	2.18	3.40	4.48	5.68	5.32	7.60
319	Lampa	2.11	3.70	5.00	4.78	4.95	6.62
320	Lampa	2.54	4.00	5.08	4.78	4.85	7.30
321	Lampa	1.78	3.70	4.60	5.08	4.78	4.90
322	Lampa	2.08	3.40	4.78	5.51	5.38	6.90
323	Lampa	1.70	3.70	5.00	5.08	5.18	6.90
324	Lampa	1.68	4.00	5.00	4.60	5.11	0.00
325	Lampa	1.86	4.00	4.60	4.90	5.00	6.03
326	Lampa	2.26	4.40	5.08	4.08	4.78	0.00
327	Lampa	2.30	3.70	5.08	5.51	5.00	0.00
328	Lampa	2.68	4.00	5.08	4.90	4.95	0.00
329	Lampa	1.78	4.00	4.00	4.00	4.70	0.00
330	Lampa	2.30	4.00	4.78	4.70	5.04	5.95
331	Lampa	1.08	2.78	4.60	6.74	5.92	7.08
332	Lampa	2.30	3.40	5.00	5.51	5.08	6.60
333	Lampa	1.38	2.48	4.78	7.44	5.99	7.73
334	Lampa	2.00	3.70	4.48	5.20	5.15	6.56
335	Lampa	2.48	3.40	5.08	6.11	5.65	6.90
336	Lampa	2.16	3.40	4.30	5.81	5.66	6.90
337	Lampa	2.78	3.70	5.08	4.78	4.90	5.90
338	Lampa	1.68	4.00	4.48	4.00	5.04	0.00
339	Lampa		3.40	4.3	4.85	5.60	6
340	Lampa	1.40	3.40	4.00	5.30	5.45	4.30
341	Lampa	1.56	3.70	4.78	4.78	5.28	6.56
342	Lampa	2.48	3.40	4.70	5.51	5.53	6.86
343	Chucuito	1.38	3.40	4.30	5.51	5.15	0.00
344	Chucuito	1.70	3.10	4.30	5.51	5.51	0.00
345	Chucuito	1.60	3.10	4.30	5.51	5.51	0.00
346	Chucuito	1.90	3.40	4.48	5.20	5.45	0.00
347	Chucuito	2.08	3.40	4.30	6.82	4.90	0.00
348	Chucuito	2.20	3.40	4.48	5.20	5.20	0.00
349	Chucuito	2.30	3.40	4.60	5.20	4.90	0.00
350	Chucuito	2.30	3.40	4.48	5.20	4.95	0.00
351	Chucuito	2.30	3.40	4.48	5.20	4.90	0.00
352	Melgar	2.00	2.70	4.00	0.00	5.58	0.00
353	Melgar	2.70	4.00	5.00	4.30	4.30	0.00
354	Puno	2.30	3.70	4.30	4.30	4.90	0.00
355	Puno	1.85	2.85	3.70	5.93	5.56	0.00
356	Puno	1.90	2.30	4.00	7.22	6.10	0.00
357	Puno	2.20	3.70	5.08	4.60	5.34	0.00
358	Puno	2.00	2.48	3.70	6.73	6.23	0.00
359	Puno	1.40	2.70	4.40	7.81	5.65	0.00
360	Puno	2.56	4.24	4.78	4.87	4.60	0.00
361	Puno	2.30	3.92	3.70	4.56	4.78	0.00

Nro. cuestionario	Provincia	LVAR 1	LVAR 2	LVAR 3	LVAR 4	LVAR 5	LVAR 6
		LPRODc	AREAQLOG	SEMLOG	MAQLOG	MOLOG	FERLOG
362	Puno	2.64	3.80	4.48	4.98	5.26	0.00
363	Puno	2.38	2.78	5.48	6.22	5.72	0.00
364	Puno	0.00	3.15	3.70	0.00	5.32	0.00
365	Puno	0.00	3.40	4.30	4.60	5.58	0.00
366	Puno	2.68	3.57	4.48	4.43	4.85	6.27
367	Puno	2.00	3.08	3.70	4.92	5.43	6.92
368	Puno	2.21	4.48	4.70	0.00	4.60	5.97
369	Puno	1.27	3.70	5.00	0.00	5.28	0.00
370	Puno	0.00	4.00	5.00	0.00	5.36	6.78
371	Puno	1.10	3.70	4.00	0.00	5.40	0.00
372	Puno	0.00	3.40	3.70	0.00	5.18	0.00
373	Puno		4.00	4.70		4.85	6.70
374	Puno	0.00	2.08	4.48	7.84	6.44	0.00
375	Puno		4.00	4.60	4.90	5.04	0.00
376	Puno	1.70	3.10	4.78	0.00	5.63	0.00
377	Puno	1.94	3.40	4.48	4.60	5.43	0.00
378	Puno	2.85	3.40	4.30	0.00	5.75	0.00
379	Puno	1.30	1.91	3.70	7.69	6.52	0.00
380	Puno	1.40	2.30	3.70	6.60	6.63	8.00
381	Puno	2.32	4.00	4.60	0.00	4.85	6.70
382	Puno	1.90	2.30	4.00	7.02	6.55	8.30
383	Puno	1.30	1.70	3.70	7.83	6.74	7.30
384	Puno	2.08	3.40	4.30	5.51	5.08	0.00
385	Puno	1.90	3.40	4.30	5.20	5.08	0.00
386	Puno	1.57	3.10	4.00	5.81	5.38	0.00
387	Puno	2.08	3.00	4.30	6.30	5.49	0.00
388	Puno	2.00	3.10	4.30	5.98	5.51	0.00
389	Puno	2.51	3.10	4.48	6.58	5.53	0.00
390	Puno	2.00	3.10	4.30	0.00	5.90	0.00
391	Puno	1.70	3.10	4.00	5.81	5.51	0.00
392	Puno	1.90	3.40	4.30	5.20	5.26	0.00
393	Puno	1.57	3.40	4.00	0.00	5.20	0.00
394	Puno	2.30	4.00	4.90	5.56	4.70	0.00
395	Puno	2.00	3.10	4.00	5.51	5.45	0.00
396	Puno	2.20	3.80	4.48	4.98	4.78	0.00
397	Puno	1.70	3.10	4.00	0.00	5.52	0.00
398	Puno	1.60	2.95	4.00	6.09	5.64	0.00
399	Puno	1.60	3.40	4.00	5.20	5.08	0.00
400	Puno	2.00	3.70	4.30	4.90	5.00	0.00
401	Puno	2.20	3.70	4.60	5.45	5.08	0.00
402	Puno	1.98	3.40	4.70	5.20	5.32	7.08
403	Puno	2.33	3.70	4.78	4.90	4.78	0.00
404	Puno	1.70	3.10	4.00	5.51	5.58	0.00
405	Puno	1.70	3.10	4.00	5.81	5.60	0.00
406	Puno	1.90	3.40	4.30	5.51	5.20	0.00
407	Puno	2.28	3.70	4.60	4.90	5.08	6.60
408	Puno	1.60	3.80	4.00	4.68	4.70	0.00
409	Puno	1.98	3.40	4.30	5.20	5.45	0.00
410	Puno	2.08	3.40	4.30	5.51	5.30	0.00
411	Puno	1.98	3.40	4.30	5.20	5.40	0.00
412	Puno	1.90	3.40	4.30	5.51	5.20	0.00
413	Chucuito	1.90	3.00	4.40	6.60	5.71	0.00
414	Chucuito	2.90	4.00	4.78	4.70	4.95	0.00
415	Chucuito	2.78	4.18	4.78	3.82	5.15	0.00
416	Chucuito	2.08	3.40	4.48	5.38	5.20	0.00
417	Chucuito	2.58	3.90	4.30	4.10	4.48	5.57
418	Chucuito	2.30	3.49	4.70	0.00	5.18	0.00
419	Chucuito	2.30	4.30	4.30	0.00	4.30	0.00
420	Chucuito	1.90	3.40	4.70	5.20	5.51	0.00
421	Chucuito	1.78	3.40	4.48	5.30	5.20	0.00
422	Chucuito	2.08	3.40	4.48	5.45	4.78	0.00
423	Chucuito	1.60	2.70	4.78	6.60	5.60	0.00
424	Chucuito	2.15	3.49	4.78	4.99	5.15	0.00
425	Chucuito	2.51	3.70	5.08	4.60	5.15	0.00
426	Chucuito	2.20	3.70	4.48	4.30	5.08	0.00
427	Chucuito	0.70	1.88	3.40	0.00	5.63	0.00
428	Chucuito	2.08	3.40	4.48	0.00	5.38	0.00
429	Chucuito	2.00	3.70	4.70	4.90	4.95	0.00
430	Chucuito	2.08	3.40	4.70	5.20	5.23	0.00
431	Chucuito	1.27	3.70	3.70	4.90	4.78	0.00
432	Chucuito	2.45	3.70	4.48	4.60	5.11	0.00
433	Chucuito	1.80	3.70	4.60	4.90	5.08	0.00
434	Chucuito	2.20	3.70	4.48	4.60	4.90	0.00

Nro. cuestionario	Provincia	LVAR 1	LVAR 2	LVAR 3	LVAR 4	LVAR 5	LVAR 6
		LPROD _c	AREAQLOG	SEMLOG	MAQLOG	MOLOG	FERLOG
435	Chucuito	1.30	2.60	3.70	0.00	5.00	0.00
436	Chucuito	2.30	3.70	4.60	4.60	5.18	0.00
437	Chucuito	1.70	3.70	5.08	0.00	4.30	0.00
438	Chucuito	1.70	2.30	4.00	0.00	6.24	0.00
439	Chucuito	1.49	3.70	4.78	4.60	4.30	0.00
440	Chucuito	2.08	3.70	4.78	5.00	4.78	0.00
441	Chucuito	2.18	3.62	4.18	0.00	4.78	0.00
442	Chucuito	1.60	2.95	4.30	6.09	5.53	0.00
443	Chucuito	2.08	3.70	4.30	4.60	5.00	0.00
444	Chucuito	1.60	3.40	4.70	5.20	5.45	0.00
445	Chucuito	2.42	3.88	4.78	4.97	4.90	0.00
446	Chucuito	2.08	3.40	4.70	5.51	5.48	6.90
447	Chucuito	2.38	3.70	4.48	5.08	5.23	0.00
448	Chucuito	1.90	3.70	4.30	4.90	4.90	0.00
449	Chucuito	1.90	3.00	4.48	6.30	5.60	0.00
450	Chucuito	1.60	3.08	4.00	5.52	5.54	0.00
451	Chucuito	2.08	3.40	4.48	5.20	5.38	0.00
452	Chucuito	2.30	3.70	4.30	4.90	5.26	0.00
453	Chucuito	2.45	3.70	4.60	4.78	5.30	0.00
454	Chucuito	2.08	3.10	4.30	5.81	5.86	0.00
455	Chucuito	2.30	3.40	4.60	5.51	5.51	0.00
456	Chucuito	2.20	3.40	4.48	5.20	5.45	0.00
457	Chucuito	2.20	3.40	4.60	5.68	5.41	0.00
458	Chucuito	2.20	3.40	4.48	5.81	5.41	0.00
459	Chucuito	2.08	3.40	4.48	5.51	5.30	6.90
460	Chucuito	1.90	3.40	4.00	5.20	5.26	0.00
461	Chucuito	1.90	3.40	4.70	5.20	5.34	6.90

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en ocho provincias de Puno en octubre 2017.