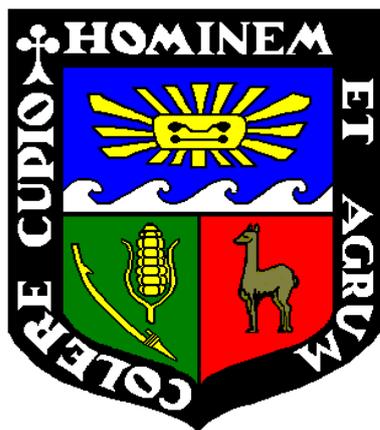


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA  
MOLINA**  
**FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN**



**“CLASIFICACIÓN, EFICIENCIA TÉCNICA Y DESEMPEÑO  
ECONÓMICO DE LOS PRODUCTORES DE QUINUA DEL  
DEPARTAMENTO DE PUNO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

**ECONOMISTA**

Presentado por:

**ROBERT FRANK ORTEGA SANDOVAL**

**Lima – Perú**

**2020**

## **DEDICATORIA**

A mis padres.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor, el Dr. Waldemar Mercado, por su predisposición a dar soporte a esta investigación, orientación en el proceso y ser un referente profesional e idóneo en la elaboración de la presente tesis y a quien estoy profundamente agradecido. Agradezco también a los miembros del jurado por atender mis dudas, sus comentarios y sugerencias. A CONCYTEC, que como parte del Proyecto 200-2015 FONDECYT, Yiem Ataucusi e Ivonne Reyes por la oportunidad y la disponibilidad de datos. A los productores que han colaborado con las encuestas, y funcionarios de las Agencias Agrarias que facilitaron la logística en Puno.

Agradezco a mis padres, Fabian y Sorayda, por ser un referente de constancia. A mis hermanos, a Odar Sandoval, Leslie Taipe y Brenda Costas por la confianza y apoyo.

# ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCION .....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1.	Marco teórico .....	4
2.1.1.	Economía campesina, agricultura familiar y mercado .....	4
2.1.2.	Tipificación y sistema de finca .....	9
2.1.3.	Análisis multivariante.....	11
2.1.4.	Eficiencia técnica.....	17
2.2.	Antecedentes.....	21
2.2.1.	Quinua .....	21
2.2.2.	Evolución de la producción, superficie cosechada y rendimientos de la quinua en Puno .....	22
2.2.3.	Clúster y eficiencia técnica .....	27
III.	METODOLOGÍA .....	29
3.1.	Hipótesis.....	29
3.2.	Tipo de investigación .....	30
3.3.	Zona de estudio .....	30
3.4.	Fuentes de información .....	31
3.4.1.	Secundaria.....	31
3.4.2.	Primaria .....	32
3.5.	Métodos y tratamiento de la investigación .....	32
3.5.1.	Población.....	32
3.5.2.	Muestra .....	33
3.5.3.	Procedimientos y análisis de datos .....	35
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	44
4.1.	Caracterización descriptiva de los productores de quinua de Puno .....	44
4.1.1.	Descripción del manejo del cultivo de quinua .....	44
4.1.2.	Descripción del productor de quinua.....	46
4.1.3.	Descripción del manejo cosecha y postcosecha del cultivo de quinua.....	48
4.1.4.	Descripción de la clasificación de productores según el III CENAGRO (1994) ...	50
4.1.5.	Descripción de la clasificación de agricultura familiar según el MINAGRI (2015) .....	54
4.2.	Clasificación del clúster bietápico en tipos o conglomerados homogéneos de productores de quinua de Puno dado los tipos de atributos .....	56

<b>4.3. Eficiencia técnica por tipos de productores de quinua identificados, según variables de clasificación y por la variable venta de quinua .....</b>	<b>68</b>
<b>4.4. Desempeño económico según tipos de productores de quinua identificados .....</b>	<b>73</b>
<b>4.5. Discusión .....</b>	<b>74</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>81</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos de clúster .....	13
Tabla 2: Matriz de proximidades de distancia Euclídeana entre observaciones .....	14
Tabla 3: Proceso de clusteración jerárquica aglomerante, historial de conglomeración.....	14
Tabla 4 Correlaciones entre variables de la quinua (a nivel nacional y para Puno).....	26
Tabla 5: Correlación entre variables de la quinua para todos los departamentos productores peruanos, sin considerar Puno .....	26
Tabla 6: Coeficiente de variación a nivel nacional y para Puno .....	26
Tabla 7: Coeficiente de variación para los departamentos productores de quinua peruanos, menos Puno.....	27
Tabla 8: Provincias de Puno con sus variables de siembra (ha), producción (TM) y número de productores.....	33
Tabla 9: Valores para calcular el tamaño de muestra.....	34
Tabla 10: Tamaño de muestra por provincias .....	35
Tabla 11: Actividades del manejo de cultivo de quinua .....	45
Tabla 12: Cantidad de semilla de quinua usada en Puno .....	46
Tabla 13: Atributos de los productores de quinua de Puno.....	46
Tabla 14: Fuente de ingreso del jefe de hogar.....	47
Tabla 15: Los terrenos según propiedad de los productores de quinua de Puno.....	47
Tabla 16: Manejo de cosecha y postcosecha del cultivo de quinua .....	48
Tabla 17: Rendimiento y destino de la producción de quinua .....	48
Tabla 18: Destino de la venta de quinua y precio estimado.....	49
Tabla 19: Forma de la venta de quinua y precio estimado.....	49
Tabla 20: Certificación orgánica y precio estimado de quienes indican que venden la quinua .....	50
Tabla 21: Clasificación según el III CENAGRO 1994 y resumen descriptivo de la extensión total (Ha) del productor de quinua de Puno .....	50
Tabla 22: Resumen descriptivo de la extensión destinada para la siembra de quinua (Ha) por tipo de productor de Puno según el III CENAGRO 1994. ....	51
Tabla 23: Clasificación según el MINAGRI (2015) y resumen descriptivo de la extensión total de predios (Ha) del productor de quinua de Puno.....	55
Tabla 24: Resumen descriptivo de la extensión de la siembra de quinua (Ha) por tipo de productor de Puno según el MINAGRI (2015). ....	55
Tabla 25: Resumen de las variables continuas tomadas de ANOVA de SPSS.....	60

Tabla 26: Resultados de los tres grupos identificados, variables de tipificación de los grupos, tamaño de los grupos y otras variables.....	62
Tabla 27: Resultado de Clasificaciones según MINAGRI 2015, III CENAGRO 1994 en los grupos identificados .....	64
Tabla 28: Grupos por provincia .....	67
Tabla 29: Resultado de la estimación de eficiencia técnica significativas .....	69
Tabla 30: Estadísticos descriptivos de la eficiencia técnica individual.....	69
Tabla 31: ANOVA de la eficiencia técnica individual según grupo del clúster bietápico .....	70
Tabla 32 Resultado de promedio de eficiencias técnica y margen de eficiencia técnica según grupos identificados .....	71
Tabla 33 Regresión lineal de eficiencia técnica en función de variables cualitativas .....	72
Tabla 34: ANOVA de SPSS para la variable beneficio neto según grupo identificado.....	73
Tabla 35: ANOVA de SPSS para la variable beneficio neto por Ha. según grupo identificado.....	73
Tabla 36: Beneficio económico neto según grupo identificado .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Frontera de producción en el corto plazo.....	18
Figura 2. Productividad.....	18
Figura 3. Eficiencia .....	19
Figura 4. Evolución de la producción (miles de TM) de quinua nacional y en Puno entre 2006 – 2019.....	23
Figura 5. Evolución de la superficie (Ha) cosechada a nivel nacional y en Puno entre 2006 y 2019. ....	23
Figura 6. Evolución del rendimiento (TM/Ha) a nivel nacional y en Puno entre 2006 y 2019. ....	24
Figura 7. Evolución de precios nominal (Soles/Kg) en chacra nacional y en Puno entre 2006 – 2018.....	25
Figura 8: Beneficio económico neto (solo de venta de quinua) promedio en soles por tipo de productor que vende. En total son 175 encuestados los que venden.....	52
Figura 9: Beneficio económico neto (de vender todo lo que produce) promedio en soles por tipo de productor que vende quienes son 175 del total de encuestados. ....	53
Figura 10: Beneficio económico neto promedio en soles por tipo de productor (III CENAGRO 1994) .....	54
Figura 11: Beneficio económico neto promedio en soles por tipo de productor según clasificación del MINAGRI 2015. ....	56
Figura 12. Resultados de clúster bietápico inicial y final.....	58
Figura 13. Clasificación de productores de quinua de Puno según III CENAGRO 1994 (parte a), MINAGRI 2015 (parte b).....	65
Figura 14. Clasificación de productores de quinua de Puno según Clúster Bietápico .....	66
Figura 15. Dispersión de la eficiencia técnica individual y punto de corte 0.71 (10% de observaciones sobre el punto de corte) .....	71

## ACRÓNIMOS

AF	Agricultura Familiar
ANCOVA	Modelo de Análisis de Covarianza
ANOVA	Modelo de Análisis de Varianza
BCRP	Banco Central de Reservas del Perú
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CENAGRO	Censo Nacional Agropecuario
ET	Eficiencia Técnica
FAO	Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación
BD	Buen Desempeño
Kg	Kilogramo
Ha	Hectárea
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INIAF	Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal de Bolivia
MCG	Mínimos Cuadrados Generalizados
MINAGRI	Ministerio de Agricultura y Riego
MDCD	Moderado Desempeño Con Deshierbo
MDS	Moderado Desempeño Sin Deshierbo

mshn	Metros Sobre el Nivel del Mar
MV	Máxima Verosimilitud
PNB	Producto Nacional Bruto
Puno	En adelante indica al Departamento de Puno <sup>1</sup>
RIMISP	Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural
SEPA	Serie Estadísticas de Producción Agrícola
SIEA	Sistema Integrado de Estadística Agraria
TM	Tonelada
UNALM	Universidad Nacional Agraria La Molina

---

<sup>1</sup> Región indica la unión de Departamentos colindantes según la Ley de Bases de la Descentralización (Artículo 29)

## RESUMEN

La presente tesis busca evaluar la clasificación a los productores de quinua de Puno a fin de identificar grupos (tipos o conglomerados homogéneos), analizar su eficiencia técnica y desempeño económico. Las metodologías empleadas fueron el *cluster bietápico*, la frontera estocástica de producción, regresión lineal con variables *dummy* y *prueba ANOVA*. Los datos fueron encuestas aplicadas a los productores de quinua de Puno en octubre 2017. Se obtuvieron tres grupos con las variables (de mayor a menor importancia) abonamiento inorgánico, control de maleza (deshierbo), abonamiento orgánico, aplicación de fungicidas, producción de quinua, extensión de todos los cultivos y beneficio económico, que como resultado evidencian dos grandes grupos considerando como referente el promedio general de las variables. La cantidad de semilla es significativa, quienes aumentan su cantidad en el rango recomendado, aumentarían el rendimiento; también el uso de abono inorgánico y la mayor venta serían significativos para la eficiencia técnica. La prueba ANOVA valida tres grupos diferenciados tanto por las variables del *cluster bietápico*, como por la eficiencia técnica, pero no existirían diferencias en el desempeño económico por Ha entre ellos. Así, el grupo dos, llamado de “Buen desempeño” (BD) se diferencia por el uso de abono inorgánico, la mayor cantidad de semilla y venta de quinua por encima del promedio general, y presenta la mayor eficiencia técnica entre los tres grupos; tanto el grupo uno llamado de “Moderado desempeño con deshierbo” (MDCD) y el grupo tres, llamado de “Moderado desempeño sin deshierbo” (MDSD) no usan abono inorgánico, utilizan más bajas cantidades de semilla, y no venden por encima del promedio general, se presentan como menos eficientes al promedio general.

Palabras clave: Quinua, clasificación, *clúster* bietápico, eficiencia técnica, frontera estocástica.

## **ABSTRACT**

This thesis seeks to evaluate the classification of quinoa producers in Puno in order to identify groups (types or homogeneous conglomerates), analyze their technical efficiency and economic performance. The methodologies used were the two-stage cluster, the stochastic production frontier, linear regression with dummy variables and the ANOVA test. The data were surveys applied to quinoa producers in Puno in October 2017. Three groups were obtained with the variables (from highest to lowest importance) inorganic fertilization, weed control (weeding), organic fertilization, fungicide application, quinoa production, extension of all crops and economic benefit, that as a result they show two large groups considering the general average of the variables as a reference. The amount of seed is significant, those who increase their amount in the recommended range, would increase the yield; also the use of inorganic fertilization and the higher sale would be significant for technical efficiency. The ANOVA test validates three groups differentiated by both the two-stage cluster variables and the technical efficiency, but there would be no differences in economic performance per Ha between them. Thus, group two, called "Good performance" (BD), is differentiated by the use of inorganic fertilizer, the greater amount of seed and sale of quinoa above the general average, and presents the highest technical efficiency among the three groups; Both group one called "Moderate Weed Performance" (MDCD) and group three, called "Moderate Weed Free Performance" (MDSD) do not use inorganic fertilization, use lower amounts of seed, and do not sell above generally average, they are presented as less efficient than the general average.

Keywords: Quinoa, classification, two-stage cluster, technical efficiency, stochastic frontier.

## **I. INTRODUCCION**

La Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO, 2017) explica la naturaleza de los desafíos que enfrentan los sistemas agrícolas y alimentarios en el presente y durante todo el siglo XXI, y proporciona algunas ideas sobre lo que está en juego y lo que hay que hacer, señalando que la forma habitual de gestionar la agricultura ya no es una opción, sino que se requieren grandes transformaciones en los sistemas agrícolas, en las economías rurales y en cómo manejamos nuestros recursos naturales, siendo el estancamiento de la productividad agrícola una de las quince tendencias de este siglo.

Por otro lado, la mejora sostenible de la productividad agrícola para satisfacer la creciente demanda de la población, y el lograr que los sistemas alimentarios sean más eficientes, inclusivos y resilientes, son parte de los diez desafíos planteados por la FAO. Para el año 2050, la humanidad rozará posiblemente los 10 000 millones de personas, en un escenario de crecimiento económico moderado, este aumento de la población impulsará la demanda mundial de productos agrícolas en un 50 por ciento más sobre los niveles actuales, según pronostica FAO (2017).

Además, Alva Hart V. comenta (BID, 2017) ¿Qué pasará entonces con la agricultura, los recursos naturales y el medio ambiente?. Tras la demanda creciente, hay que sumarle que cada vez hay menos recursos disponibles, entre ellos: el agua, suelos fértiles y una reducción de la biodiversidad; y que el calentamiento global asociado a cambios climáticos está modificando los escenarios para distintos tipos de agricultura con mayores riesgos para la producción; entre las dimensiones de éxito para el desarrollo inclusivo de la agricultura y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, sostiene, fortalecer una agricultura de

alta productividad, donde se manejen los impactos climáticos y que demuestre la superación del reto de la competitividad.

Al respecto, en el Perú, en uno de los cultivos más importantes del área Andina, el área cultivada de la quinua se ha venido incrementando paulatinamente, alcanzando las 28 mil hectáreas en el 2005, 35 mil hectáreas en el 2010, y 65 mil hectáreas en el 2019 (MINAGRI, 2020), sin embargo, según Eguren (2012), los rendimientos de este cultivo recién, entre 2005 – 2010, han recuperado los niveles de la década de 1950.

El departamento de Puno presenta rendimiento de quinua de 1.18 TM/Ha por encima del rendimiento nacional que fue 1.13 TM/Ha el año 2005, 1.21 TM/Ha por encima del rendimiento nacional que fue 1.16 TM/Ha el año 2010, y el rendimiento de Puno es por debajo del rendimiento nacional entre el 2012 y 2019. Sin embargo, Puno presentó el 81.5% de la superficie cosechada total nacional de quinua el 2005, 74.6% del total el año 2010, 71.3% del total el año 2012 y 55.3% del total el año 2019 (MINAGRI, 2020). Asimismo, Puno representa el 68.3% y 44.0% de la producción nacional de quinua los años 2012 y 2019 respectivamente (MINAGRI, 2020).

En Puno, el cultivo de quinua se desarrolla en condiciones adversas, debido a la altitud del territorio (3,850 msnm promedio) y la exposición a las variaciones climáticas que ocurren en la zona del altiplano. De otro lado hay limitado conocimiento respecto a la caracterización del productor de quinua y su identificación en conglomerados homogéneos de productores de quinua en relación a sus atributos, que permitan identificar grupos homogéneos entre sí, y de ser heterogéneos con otros grupos de productores, dado los atributos existentes a nivel productivo, su orientación al mercado, en lo económico, lo social y el apoyo institucional. Además, la producción recae en miles de pequeños agricultores, que han conservado la mayor biodiversidad de especies de quinua, porque es un cultivo básico en la zona para garantizar la seguridad alimentaria rural, entre otros.

Además, se tiene reducida evidencia del nivel de eficiencia técnica y desempeño económico en grupos homogéneos de productores de quinua, por ello, el estudio explora variables que son limitantes en los rendimientos de la producción de quinua en Puno y su desempeño económico, especificados en los tipos de productores y en sus principales atributos, pues no

es igual el tratamiento requerido a sectores campesinos de subsistencia, de aquellos que se encuentran en fase de acumulación y tránsito hacia formas de economía familiar capitalizada, como tampoco lo sería en relación a los segmentos campesinos que se hayan identificados (Furche, 1990).

Focalizar los esfuerzos en la identificación de grupos de productores, contribuye en brindar información para la toma de decisiones respecto a los tipos de productores existentes y posibles programas para mejorar su acceso a los factores productivos que permitan gestionar la producción, contribuir con la eficiencia técnica y el desempeño económico. Por ello, esta investigación beneficia, con información, a los productores de quinua de Puno y a los agentes que intervienen en ese entorno.

En ese contexto, surgen las siguientes preguntas: ¿Es posible identificar grupos homogéneos de productores de quinua de Puno para focalizar programas?; ¿Cuáles son los niveles de eficiencia técnica de estos productores respecto al uso de sus insumos productivos?; ¿Existen diferencias en los beneficios económicos por grupos de productores de quinua identificados?

Así, el **objetivo general** es establecer una clasificación de productores de quinua de Puno con la finalidad de analizar la eficiencia técnica y el desempeño económico en cada uno de los grupos identificados.

Los **objetivos específicos** son:

- a. Caracterizar los conglomerados homogéneos de productores de quinua en relación a sus atributos de tipo productivos, económicos, sociales y de apoyo institucional, que permiten tanto su agrupación como diferenciación entre ellos.
- b. Evaluar la eficiencia técnica total y según tipo o conglomerados de productores de quinua, así como en relación a variables significativas identificadas por el modelo del *cluster bietápico*.
- c. Evaluar el desempeño económico total y según tipo o conglomerado de productor de quinua identificado para medir la rentabilidad de la actividad productiva.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Marco teórico**

El marco teórico se desagrega en economía campesina, agricultura familiar, mercado y capitalismo para aproximar una percepción de los productores de quinua de Puno; la tipificación y sistemas de finca; el análisis multivariante desde el concepto hasta la clasificación a partir de variables de los objetos o productores de quinua; la eficiencia técnica con sus posibles modelos de cálculo; la regresión lineal con variables cualitativas y cuantitativas.

#### **2.1.1. Economía campesina, agricultura familiar y mercado**

Según Gómez (1986), la economía campesina representa al segmento de la población que aparece estadísticamente bajo la denominación de productores rurales independientes y como unidades minifundistas menores de 5 ó 10 hectáreas, y como características buscan garantizar la reproducción de la familia, excluyendo en su objetivo la maximización de una tasa de ganancia; son unidades económicas a la vez de producción y de consumo; presenta baja productividad por la reducida y poca calidad de los recursos, pero es eficiente con esos recursos; la fuerza de trabajo es familiar; cuenta con diversificación productiva pero no con especialización; presenta doble destino de producción, el autoconsumo y el intercambio; en los ingresos es creciente la venta de la fuerza de trabajo; además es organizada en comunidades y es una forma de producción subordinada al capital.

De Caballero et al. (cit. Gómez, 1986), la forma y canal de extracción de excedentes del campesinado (como producción subordinada al capital), sería dado por el alto precio en el

arrendamiento de la tierra, de los insumos y el capital, y precio de mercado de productos agropecuarios por debajo del promedio de costo de producción, venta barata de la fuerza de trabajo, e introducción de alimentos industriales cada vez más extensa en una red mercantil.

Gómez (1986) concluye agrupando en ejes, que es necesario resolver y profundizar en adelante. (i) El cuestionamiento de la propia unidad de análisis de la economía campesina y la necesidad de realizar tipologías de las comunidades y de las economías campesinas a fin de lograr una comprensión teórica más exacta de ellas, dada su gran heterogeneidad y el proceso de cambio y de reproducción en que se encuentra, siendo necesario precisar las dimensiones y características de la economía campesina, así como de diferenciarla de la economía capitalista. (ii) Interrogantes sobre la racionalidad y lógica de comportamiento de la economía campesina, debido al doble cálculo económico: la reproducción de la familia (no capitalista) y capitalista. (iii) La falta de teorización sobre el rol del Estado, las decisiones de políticas, los mecanismos de participación del campesinado, las formas institucionales y los mecanismos de control social.

Para Kervyn (1988), el escaso uso del paradigma neoclásico en los estudios peruanos se debe probablemente a la misma lógica interna del modelo: el maximizar su ganancia, el igualar el precio de su mano de obra con el valor de su producto marginal, y el poco interés por el financiamiento, implican probar si los campesinos son eficientes asignadores de recursos, de igualar el producto marginal de cada factor con su precio de mercado, que el mercado rural funcione en competencia perfecta y el minifundio permita una óptima utilización de la mano de obra en la agricultura.

La tradición marxista de análisis del problema agrario descansa sobre el estudio de las relaciones de producción, al menos, distinguir entre productores menos o más capitalistas, así Kervyn (1988) concluye, que las tipologías dualistas (capitalistas y no capitalistas, ricos y pobres...) conducen a muchas arbitrariedades y son a menudo poco operativas; las relaciones entre características (tamaño de la finca y las relaciones de producción, venta de fuerza de trabajo y el ingreso...) son raras veces evidentes.

El mismo autor señala que en la teoría marxista, el objetivo económico posible es la maximización de la ganancia, siendo la integración al capitalismo un proceso gradual que

hace que los comportamientos sean cada vez más individualistas y competitivos. En cuanto a la eficiencia técnica, los clásicos marxistas subrayan que la pequeña explotación no sólo es tecnológicamente primitiva, sino que representa un mal uso de la mano de obra; mal uso causante de la pobreza y necesidad (*ruin and want*). Para la teoría neoclásica, el objetivo general es la maximización de una función de utilidad, es poderoso instrumento de análisis por su gran flexibilidad en la definición de objetivos y comportamientos (Kervyn, 1988).

Kervyn (1988) menciona campesinos ineficientes en la teoría marxista dado el rendimiento de escala creciente, eficientes en la teoría neoclásica dado el rendimiento constante (comodidad analítica). Así, la hipótesis de maximización de la ganancia es cuestionada con argumentos como dejar inexplicados muchos comportamientos del campesinado (Chayanov, 1924), no lograr dar cuenta de la inmensa variedad existente en el uso de recursos similares y en los resultados obtenidos; y si hay comportamientos diferentes, es porque existen diferentes objetivos y restricciones (de orden económico, social o natural) (Kervyn, 1988).

Kervyn (1988) concluye que la especificidad andina es a nivel macroeconómico e histórico más no a nivel microeconómico, así existe estancamiento rural por falta de incentivos internos y externos, y las comunidades campesinas se basan sobre un principio igualitario y no jerárquico. Además, la reforma agraria de 1969 no deja claro la relación entre estructura agraria y producción, y entre esta última y política agraria (precio, crédito, y tecnología principalmente). También el uso de tecnologías es relativamente intensivo en trabajo (ventaja geográfica).

La heterogeneidad en recomendaciones de política económica plantea un reto, que al agregarlos ganamos sencillez y coherencia, más no realismo y soluciones adecuadas. Si se hace un trato diferenciado, cada región o tipo de campesino, dificulta recomendar políticas que requieren de cierto grado de unificación. Los modelos teóricos, las tipologías posibles varían enormemente en función del grado de complejidad y de los objetivos perseguidos. La dinámica, es casi inevitable que el análisis estático revele una imagen confusa (por su complejidad) de una realidad heterogénea, que supone innovaciones en los mercados de productos y factores, la presión sobre los recursos aumenta, el cambio técnico es lento pero continuo, y varían los sistemas de organización de los campesinos. La acción, a nivel local, requiere una gran flexibilidad en las actividades de desarrollo, planificación y

responsabilidades claramente repartidas; en el plano nacional, corresponde las grandes orientaciones de políticas económicas, que se conviertan en parámetros para las acciones microrregionales (Kervyn, 1988).

En otro, la economía campesina se caracteriza por ser una economía agraria, de pequeña escala y por estar fundamentalmente organizada con una base familiar (Mayer, 2004). Mayer (2004) cita a Gudeman y Rivera (1990) “la población rural comienza desde el punto de vista de las capacidades y las necesidades del hogar, y usan el mercado no para ganarse la vida, pero para comprar lo que ellos no pueden producir y para almacenar lo que no pueden vender... La población rural no vende para obtener dinero como un fin en sí, ni tampoco atesora el dinero como una forma de guardar la riqueza, aunque la gente sí mantiene pequeñas cantidades de billetes y monedas en casa... el proceso circulatorio del mercado sirve para reasignar bienes entre los hogares”.

Dos de las paradójicas conclusiones de Mayer (2004) son que el mercado monetario en las zonas rurales periféricas donde predomina la economía familiar campesina es un mercado centralizado, pequeño, subdesarrollado y rinde cuenta de sólo un pequeño porcentaje del Producto Nacional Bruto (PNB) de las economías regionales. El mercado no es de mucha utilidad para la población rural, paradójicamente, alrededor de la mitad de los recursos domésticos de cada familia están vinculados a ese mercado; los campesinos consumen alimentos importados, difícil de lograr utilidades en estos mercados necesarios para obtener efectivo, precio bajo hace renuente en productores de mercancías de origen agrícola, y los productores responden al mercado al indicar preferencias de vender productos pecuarios o su mano de obra en vez de los agrícolas (Mayer, 2004).

Entonces, la agricultura familiar se caracteriza por: (i) El acceso limitado a recursos de tierra y capital. (ii) El uso preponderante de fuerza de trabajo familiar. El jefe o jefa de familia participa directamente en el proceso productivo; es decir, aun cuando pueda existir cierta división del trabajo, el jefe de familia no asume funciones exclusivas de gerente, sino que es un trabajador más del núcleo familiar. (iii) La principal fuente de ingresos del núcleo familiar es la actividad agropecuaria que puede ser complementada con otras actividades no agrícolas realizadas dentro o fuera de la unidad familiar; por ejemplo, servicios relacionados con el

turismo rural, la producción de servicios ambientales, la producción artesanal, las pequeñas agroindustrias, los empleos ocasionales, etc. (Soto y otros, 2007).

Tobar (2008), para tipificar y caracterizar la agricultura familiar en El Salvador propone cinco tipos de ellas: Agricultura familiar de autoconsumo sin salida agropecuaria, agricultura familiar de autoconsumo con vía al mercado, agricultura familiar en transición diversificada y sin organización, agricultura familiar en transición diversificada y gestión empresarial asociativa, y agricultura familiar consolidada.

Para el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2015) la agricultura familiar es el modo de vida y de producción gestionado por una familia, y cuyos miembros son la principal fuerza laboral, incluye las actividades de producción agrícola y pecuaria, manejo forestal, industria rural, pesca artesanal, acuicultura y apicultura, entre otras, que representa el 97% de Unidades Agropecuarias, y laboran más del 83% de trabajos agrícolas. En ella se distingue tres categorías: (i) **Agricultura familiar de subsistencia**, con mayor orientación al autoconsumo, con disponibilidad de tierras e ingresos, de producción propia insuficiente para garantizar la reproducción familiar, lo que induce a recurrir a trabajo asalariado fuera o al interior de la agricultura; (ii) **Agricultura familiar intermedia** presenta mayor dependencia de la producción propia (venta y autoconsumo), accede a tierras de mejores recursos que el grupo anterior, satisface con ello requerimientos de la reproducción familiar, pero tiene dificultades para generar excedentes que le permitan la reproducción y desarrollo de la unidad productiva; (iii) **Agricultura familiar consolidada** se distingue porque tiene sustento suficiente en la producción propia, explota recursos con mayor potencial, tiene acceso a mercados (tecnología, capital, productos), y genera excedentes para la capitalización de la unidad productiva (MINAGRI, 2015).

La definición de Agricultura Familiar (AF) no está libre de ambigüedades, y es usado en la práctica con distintos matices, significados y propósitos. Desde lo metodológico hasta lo conceptual se agrega el inconveniente de definir operativamente las variables estadísticas que puedan representar una medición válida de aquellos rasgos sustantivos que caracterizarían conceptualmente la agricultura familiar (Maletta, 2017).

La FAO y el BID auspiciaron en América Latina el estudio de la Agricultura Familiar (AF) bajo distintas modalidades, y con diferentes indicadores y variantes conceptuales (Soto y varios, 2007). Este estudio clasifica las fincas en dos grupos: por un lado, agricultura familiar que se subdividen en agricultura familiar de subsistencia (incluye intra-subsistencia), AF tradicional y AF consolidada, y el otro grupo agricultura no familiar. Las características de cada categoría varían ampliamente de un país a otro (Maletta, 2017).

El Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP), sobre territorios rurales, se define en general a la AF como “ la producción agrícola predial por cuenta propia y de pequeña escala” que plantean cuestiones como: agricultura predial, supone que cada unidad productiva tiene acceso a un predio (terreno o conjunto de terrenos), ¿Qué hacer con los que carecen de un predio?, por ejemplo, los pastores sedentarios, que pastorean en terreno público o comunales, y los que viven de la caza y pesca en regiones selváticas. Pequeña escala, ofrece al menos tres flancos de cuestionamiento de su precisión y pertinencia: dentro de qué límites la explotación se considera “pequeña”, qué aspecto de la agricultura familiar (tierra, ganado, producción, valor de las instalaciones y equipos, etcétera) se supone que sea “pequeño”, y por qué la agricultura familiar, como concepto general, se debe limitar a las fincas de pequeña escala, cuando existen indudablemente unidades familiares de escala mediana o grande (Maletta, 2017).

### **2.1.2. Tipificación y sistema de finca**

Los teóricos generalistas de sistemas como Von Bertalanffy (1968) y Lazlo (1972), han tratado el concepto de sistema como paradigma central. La visión de universo es la de una jerarquía de sistemas compuesta por distintos niveles de organización, que en cualquier nivel funciona simultáneamente como subsistema del mismo próximo superior y como suprasistema de aquellos pertenecientes al nivel próximo inferior (citados en Escobar & Berdegué, 1990).

De Byerlee et al. (1980, cit. Escobar & Berdegué, 1990) señala que un dominio de recomendación corresponde a “un grupo de agricultores relativamente homogéneos, con circunstancias similares, para quienes podemos hacer más o menos la misma recomendación”. "Debe enfatizarse que el dominio de recomendación es un grupo de

agricultores, no una zona geográfica o un tipo de suelo. Los dominios se componen de agricultores porque son estos, y no los tipos de suelos, los que toman decisiones sobre nuevos elementos tecnológicos ... agricultores vecinos pueden pertenecer a distintos dominios ... ". Y en los estudios zonales de Hart (1982, cit. Escobar & Berdegué, 1990), no evita, sino que facilita la necesidad de comprender decisiones de los agricultores, y a este nivel establecer dominios de recomendación.

La identificación de tales grupos, o dominios de recomendación de Byerlee et.al, (1980, cit. Escobar & Berdegué, 1990), es la meta principal de la clasificación de sistemas de finca. La generación de tecnologías para estos grupos objetivo homogéneos debería justificar también los costos asociados. Para Douglas C. (1990, cit. Escobar & Berdegué, 1990), una premisa clave en la fase de caracterización es que es posible y lógico identificar grupos homogéneos de agricultores con ambientes decisionales similares, de tal forma que los resultados de la investigación serán ampliamente aplicables a grupos específicos de ellos.

El marco conceptual tiene un carácter muy especial, la evidencia empírica demuestra la imposibilidad de diseñar un modelo teórico-conceptual universal para efectos de clasificar sistemas productivos. En primer nivel, este marco tiene como insumos: a) el bagaje de multi-dimensionalidad de un sistema de finca; b) la definición de los objetivos generales y específicos; y c) del uso que se piensa hacer de la tipificación, la información disponible sobre la zona en que se realiza el proyecto, y sobre su agricultura, su economía, su población, etcétera. En segundo nivel, se debe traducir en una serie de variables (expresión operativa del marco conceptual) que permitan capturar la información para verificar las hipótesis planteadas (Escobar & Berdegué, 1990)

Para De Krishnamurthy Ávila (1999, cit. Victor & Peralta, 2010), las fincas como marco conceptual básico para la toma de decisiones y análisis de los sistemas de uso de la tierra, en donde es la familia quien generalmente maneja una combinación de cultivos, ganado, sistemas de producción de árboles para la satisfacción, junto con otras actividades no agrícolas y fuera de la finca, para satisfacer necesidades básicas.

Hart (1982, cit. Escobar & Berdegué, 1990) en el propósito de su artículo, un sistema de finca se define como uno de los niveles de una jerarquía de sistemas agrícolas. Las fincas

son sistemas con diferentes tipos de recursos, procesos y componentes de producción, que los agricultores, individual o colectivamente, combinan para formar subsistemas. Estos convierten recursos en productos y viceversa (productos a recursos) mediante la asignación, recolección y el intercambio sistemático, dentro del contexto socioeconómico del mismo, de tal manera que éste se sostiene como un todo. Además, expresa que un sistema de clasificación de fincas debe ser capaz de recoger esa diversidad de la estructura y el funcionamiento y la dinámica de las unidades de producción.

Además, las **características** de la agricultura familiar a tener en cuenta en una correcta tipificación y diagnóstico (MINAGRI, 2015), son por un lado, las particularidades inherentes como: uso predominante de la fuerza de trabajo familiar, que en promedio maneja pequeñas extensiones de tierra; la actividad productiva coincide o está muy cerca del lugar de residencia en el espacio rural y se desarrolla en una unidad productiva que puede ser o no de su propiedad; constituye una fuente de ingresos, aunque no necesariamente la principal; aun cuando pueda existir cierta división del trabajo, el jefe de hogar no asume funciones exclusivas de conducción, sino que actúa como un trabajador más del núcleo familiar.

Además, las características generales del entorno son: establecen o forman parte de redes de reciprocidad y control social en las que participan directamente los miembros de la familia; forman parte de comunidades campesinas, nativas o afrodescendientes; tienen acceso limitado a recursos de tierra y otros factores de producción; la mujer cumple un importante rol en la actividad productiva y reproductiva (MINAGRI, 2015). Por último, solo se utiliza la teoría de sistema de finca para entender que dentro del concepto, existe todo un estudio metodológico para tipificarlos, y así como no existe una única definición para la tipificación de los sistemas de finca, tampoco existe una teoría única para tipificar al sujeto responsable del área agrícola, sino, se relaciona con el propósito de la investigación y con las variables de selección, que van a explicar el comportamiento de los agricultores que existen en la zona de estudio (Estrada, 2017).

### **2.1.3. Análisis multivariante**

El análisis de datos multivariado tiene por objeto el estudio estadístico simultáneo de diversas variables medibles de elementos de una población. Pretende los siguientes

objetivos: resumir el conjunto de variables en unos pocos nuevos factores, construidos como transformaciones de las originales, con la mínima pérdida de información; encontrar grupos en los datos si existen para clasificar nuevas observaciones en grupos definidos, relacionando así dos conjuntos de variables (Peña, 2002).

El objetivo es identificar grupos si existen. Si observamos un conjunto de variables en empresas, esperamos los datos indiquen una división de las empresas en grupos en función de su rentabilidad, su eficacia comercial o su estructura productiva. En muchas situaciones los grupos son desconocidos a priori y queremos disponer de un procedimiento objetivo para obtener los grupos existentes y clasificar las observaciones. Ejemplo: en economía identificar las dimensiones del desarrollo económico; en administración de empresas construir tipologías de clientes (Peña, 2002).

En las últimas décadas la utilización de diferentes técnicas de la estadística multivariante se ha incrementado considerablemente en la investigación científica, y esto se debe principalmente a que en los estudios de esta índole es necesario analizar las relaciones simultáneas de distintas variables que intervienen en el caso. El análisis multivariado tiene la finalidad que cada grupo sea lo más parecido respecto a las variables utilizadas para caracterizarlo, es decir, que cada observación contenida sea lo más similar a todas las que estén incluidas en ese grupo; asimismo que los análisis multivariados sean lo más distintos posible unos de otro respecto a las variables consideradas (Uriel & Aldás, 2005).

### **Análisis *Cluster***

Para Michel Porter, “los *clusters* son concentraciones geográficas de empresas e instituciones interconectadas, que actúan en determinado campo. Agrupan a una amplia gama de industrias y otras entidades relacionadas que son importantes para competir... una manera alternativa de organizar la cadena de valor”. Si bien este término puede reflejar algunos grupos en esta investigación, cabe precisar que *clusters* hace referencia, previo y en adelante, a los conglomerados, o grupos homogéneos de productores que se van a formar a partir de la naturaleza de los datos.

El análisis *cluster* es un conjunto de técnicas multivariantes que se diferencia por formar grupos desconocidos a priori, y son precisamente estos los que queremos determinar. A partir de un conjunto de datos, se trata de situar los casos (individuos) en grupos homogéneos, conglomerados o *clusters*, no conocidos de antemano, pero sugeridos por la propia esencia de los datos, de manera que individuos que puedan ser considerados similares sean asignados a un mismo grupo, mientras que individuos diferentes (disimilares) se localicen en grupos distintos (De la Fuente, 2011)

De sus distancias se determina los elementos de un conglomerado, si son similares entre si y diferentes a los de otros conglomerados. Las distancias intra clúster son minimizadas, las inter clúster son maximizadas (UNALM, 2018).

El siguiente ejemplo involucra la identificación de segmentos de mercado de clientes en un entorno minorista basada en patrones de lealtad a tiendas (V1) y marcas (V2), en una comunidad. Así, de la muestra de siete encuestas (A, B, C... y G) se tiene las variables (V1 y V2) con resultados de escala del 0 a 10, como sigue (Tabla 1).

**Tabla 1: Datos de clúster**

<b>Observación</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
<b>V1:</b> lealtad a la tienda	3	4	4	2	6	7	6
<b>V2:</b> lealtad a la marca	2	5	7	7	6	7	4

Fuente: Del texto de Joseph F. y otros (2014).

La medida de distancia es la euclidiana entre cada par de observaciones (A-B, A-C..., F-G) Se calcula la matriz de proximidad de distancia Euclideana entre observaciones, donde, las distancias más pequeñas indican mayor similitud como en las observaciones E y F (1.414) y las distancias mayores indican mayor diferencia como en A y F (6.403) (Tabla 2).

**Tabla 2: Matriz de proximidades de distancia Euclídeana entre observaciones**

Observación	Distancia euclídea						
	A	B	C	D	E	F	G
A	0.000	3.162	5.099	5.099	5.000	6.403	3.606
B	3.162	0.000	2.000	2.828	2.236	3.606	2.236
C	5.099	2.000	0.000	2.000	2.236	3.000	3.606
D	5.099	2.828	2.000	.000	4.123	5.000	5.000
E	5.000	2.236	2.236	4.123	.000	1.414	2.000
F	6.403	3.606	3.000	5.000	1.414	0.000	3.162
G	3.606	2.236	3.606	5.000	2.000	3.162	0.000

Fuente: Del texto de Joseph F. y otros (2014).

El proceso de aglomeración jerárquica forma los grupos (*Cluster Membership*) fusionando desde un solo miembro, identificando la observación o grupo más similares (más cercano) como en la etapa uno entre la observación E y F. Luego va fusionando los más próximos, en la etapa dos el más cercano es la observación G, en la etapa tres el más próximo es la observación D, hasta llegar a funcionar toda las observaciones (Tabla 3).

**Tabla 3: Proceso de clusteración jerárquica aglomerante, historial de conglomeración**

Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Solución Clúster		Etapa siguiente
	Observación			Pertenencia	Nro. Clústeres	
1	E	F	1.414	(A)(B)(C)(D) (E-F) (G)	6	2
2	E	G	2.000	(A)(B)(C)(D) (E-F-G)	5	5
3	C	D	2.000	(A)(B) (C-D) (E-F-G)	4	4
4	B	C	2.000	(A) (B-C-D) (E-F-G)	3	5
5	B	E	2.236	(A) (B-C-D-E-F-G)	2	6
6	A	B	3.162	(A-B-C-D-E-F-G)	1	0

Fuente: Del texto de Joseph F. y otros (2014).

## Medida de distancia

Para identificar si los objetos son similares entre sí y deberían pertenecer a un mismo grupo, se necesita un indicador que muestre en qué grado cada par de observaciones se parecen. A esta medida se le denomina distancia estadística y existen diversas formas de calcularla entre las que se puede encontrar las siguientes: la euclídea o euclidiana, la euclídea elevada al cuadrado, la de *Minkowsy* y la de *city block*. El indicador de similaridad de mayor utilización en los análisis de conglomerados es la que se mencionó primero, por tal motivo se le describirá con detalle (Coras, 2015).

La distancia euclídea se define así:

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

Dónde:  $D_{ij}$  es la distancia euclidiana.  $x_{ip}$  y  $x_{jp}$  son los valores que toman dos observaciones en la variable  $x_p$ .  $k$  es el número de variables que existen en el análisis. Este cálculo se realiza para cada par de observaciones por lo que es recomendable ordenarlas en una matriz de distancias, por los grandes volúmenes de información que se pueden llegar a manejar (Coras, 2015).

## Tipos de análisis *clúster*

Los tipos de análisis *cluster* son jerárquico o no jerárquico. En una clasificación jerárquica, los grupos se van fusionando (o subdividiendo) sucesivamente, siguiendo una prelación o jerarquía. En el método aglomerativo se parte inicialmente de los individuos que se van, progresivamente fusionando, formando grupos que constituyen las sucesivas particiones. El método de divisiones o descendente, parte de todo el conjunto de individuos como un conglomerado y se va sucesivamente subdividiendo en grupos más pequeños (Cuadras, 2014).

En una clasificación no jerárquica se forman grupos homogéneos sin establecer relaciones entre ellos y es solo para la clasificación de individuos más no de variables (Cuadras, 2014). El número de *clúster* se establece de antemano, sobre la base, por ejemplo, a otro estudio. El

método gráfico se determina en función al gráfico dendograma. En función al F de Snedecor (ANOVA) es para probar la menor distancia intra *cluster* y la mayor distancia entre *cluster* (UNALM, 2018).

### **Conglomerado bietápico**

Según Pérez (2007) la idea principal de esta técnica es el de un agrupamiento eficiente en conglomerados no conocidos de antemano, pero sugeridos por la misma esencia de los datos. A diferencia de otros métodos de conglomerados, el *cluster* bietápico se caracteriza por un procedimiento de selección automática del número óptimo de conglomerados, por crear modelos de *clusters* con variables continuas y categóricas, y por análisis de archivos de datos de gran tamaño.

El *cluster* bietápico es un método de agrupación de dos pasos. El primer paso es hacer una única pasada por los datos, durante la cual se comprimen los datos de entrada iniciales en un conjunto de *subclústeres* que se puede administrar. El segundo paso utiliza un método de agrupación jerárquico para fundir progresivamente los *subclústeres* en *clústeres* cada vez más grandes, sin necesidad de realizar otra pasada por los datos. La agrupación jerárquica tiene la ventaja de que no es necesario seleccionar el número de grupos por adelantado. Muchos métodos jerárquicos comienzan con registros individuales como grupos iniciales y los van fundiendo sucesivamente para generar grupos más grandes. Aunque estos métodos suelen no funcionar bien con grandes cantidades de datos, la agrupación en *clústeres* previa inicial *bietápica* permite que la agrupación en *clústeres* jerárquica sea rápida incluso con grandes conjuntos de datos”<sup>2</sup>.

Tras la clasificación podemos obtener criterios de información, frecuencias de los conglomerados, los estadísticos descriptivos por conglomerado, gráficos de barra, sectores y gráficos de importancia de las variables.

---

<sup>2</sup> [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS3RA7\\_sub/modeler\\_mainhelp\\_client\\_ddita/clementine/clusternode\\_general.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS3RA7_sub/modeler_mainhelp_client_ddita/clementine/clusternode_general.html)

#### 2.1.4. Eficiencia técnica

Koopmans (1951) sostiene la eficiencia técnica (productiva) en una combinación factible donde tecnológicamente no es posible aumentar algún *output* o reducir algún *input* sin simultáneamente reducir al menos otro *output* o aumentar al menos otro *input*. Debreu (1951) propuso un “coeficiente de utilización de los recursos” como índice de eficiencia técnica, definía la unidad menos la máxima reducción equiproporcional en todos los factores productivos para un nivel dado de productos.

De estos, Farrell (1957) desarrolla un método de cálculo empírico para medir la eficiencia técnica relativa de un conjunto de empresas, y propuso considerar como referencia de la mejor práctica observada de entre la muestra de empresas objeto de estudio y calcular así los índices de eficiencia técnica de cada una por comparación con la/s que presenta/n un mejor comportamiento económico. De esta forma se obtiene una medida de eficiencia técnica que tiene un carácter relativo, es decir, depende de la muestra objeto de estudio. Las empresas que constituyen el comportamiento eficiente, pasan a integrar lo que se denomina la “frontera eficiente”. Este término alude al hecho de que no es posible ser más eficiente que las empresas situadas en dicha frontera (García, 2002).

#### Frontera de producción

La función de producción resume las posibilidades tecnológicas de producción de bienes o *outputs*, a partir de factores de producción o *inputs* (capital K, trabajo T).

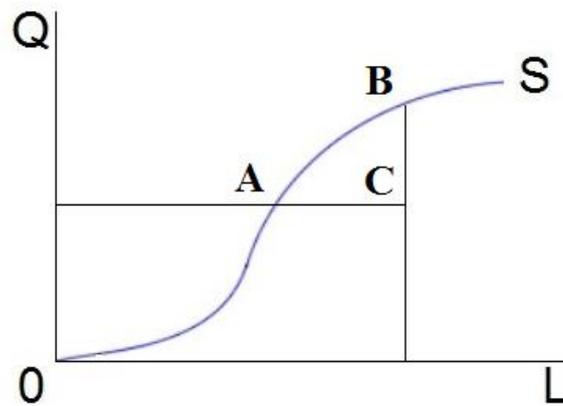
$$Q = f(K, L)$$

Q: *outputs*

K, L: *inputs*

La frontera de producción se representa con OS en el corto plazo. Un conjunto de producción factible se da entre la frontera de producción OS y el eje OL (“x”). El punto C es factible más no eficiente al poder llegar a B (mayor producción) con la misma cantidad de trabajo, o se puede producir lo mismo del punto C al disminuir la cantidad de trabajo hasta el punto A.

Los puntos a lo largo de la frontera de producción (OS) definen la producción eficiente del conjunto de producción factible (Figura 1).

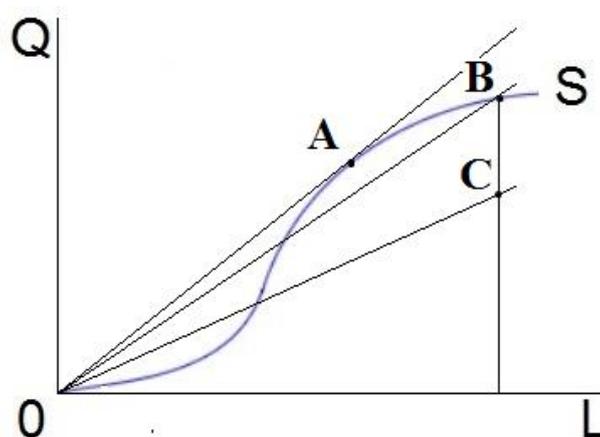


**Figura 1. Frontera de producción en el corto plazo**

Fuente: Elaboración propia.

### Productividad

La productividad se mide con un rayo que sale del origen de ejes (O) como se representan en los rayos OC, OB y OA, y sus pendientes ( $Q/L$ ) serían igual a la productividad que representa cada rayo. En C tenemos un punto de producción factible, más no eficiente (debajo de la frontera de producción). En B alcanzamos mayor productividad que C, y eficiencia técnica al estar en un punto sobre la frontera de producción. En A se tiene la productividad máxima, el rayo es tangente a la frontera de producción (Figura 2).



**Figura 2. Productividad**

Fuente: Elaboración propia.

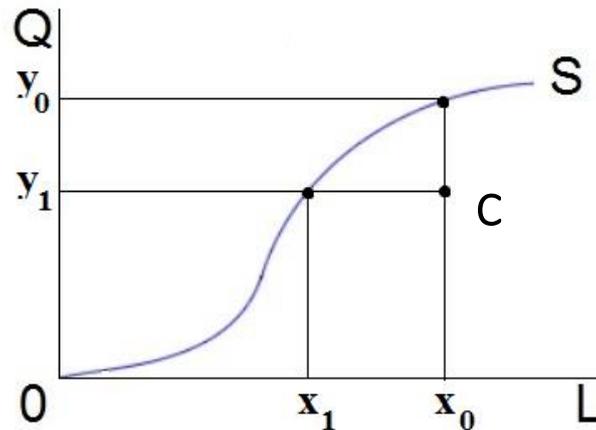
## Eficiencia

El grado de eficiencia técnica se define desde la producción como el cociente entre el *output* que obtiene y el que lograría si desarrollarla su actividad en la frontera de producción, para el punto C sería:

$$ET_o = y_1 / y_0$$

El índice de eficiencia técnica desde los factores se define como el cociente entre la cantidad necesaria para conseguir la producción actual en la frontera y la que está empleando la empresa, para el punto C (Figura 3).

$$ET_i = x_1 / x_0$$



**Figura 3. Eficiencia**

Fuente: Elaboración propia.

Del primer cálculo se puede producir más manteniendo la cantidad de factores, del segundo, se puede producir lo mismo reduciendo la cantidad de factores.

La eficiencia técnica (ET) está entre cero y uno. Uno indica eficiencia técnica absoluta, cero ineficiencias absolutas. Es homogénea de grado +1 en productos, -1 en factores. Ambos cálculos,  $ET_i$  y  $ET_o$ , no varían ante cambios en las unidades de medida de los *inputs* y de los *outputs*.

## **Análisis de envolvimento de datos**

Con esta denominación se engloba el uso de técnicas de programación matemática para seleccionar, de entre una muestra, aquellas empresas que son eficientes, y a partir de ellas construir una envolvente de las observaciones (de ahí el nombre de la técnica); también se obtiene una medida de eficiencia técnica para cada empresa, comparándola con dicha envolvente. Con ellas es posible analizar el caso más general de múltiples *inputs* y *outputs* (García, 2002).

Es una frontera determinista no paramétrica, ya que toda la desviación de la frontera se atribuye a ineficiencia, y en ningún caso a error aleatorio. El análisis de envolvimento de datos resulta muy sensible a la presencia entre la muestra de valores anómalos, los denominados *outliers*, que pueden influir en los índices de eficiencia técnica finalmente encontrados.

## **Estimación de fronteras estocásticas**

El método para encontrar la frontera consiste en postular una función de comportamiento eficiente (función de producción, de costos, o de beneficios), a la que se añaden dos perturbaciones: una simétrica, que recoge el ruido aleatorio, y otra sesgada que refleja la ineficiencia. Mediante técnicas econométricas se estiman los parámetros de la frontera, frecuentemente postulando una determinada distribución estadística para cada una de las dos perturbaciones y estimando por máxima verosimilitud. Posteriormente se calcula la eficiencia técnica de cada empresa a partir del valor estimado para la perturbación de carácter sesgado anteriormente mencionada (García, 2002).

Es una frontera paramétrica. Se postula una forma funcional específica que explica el comportamiento eficiente de las empresas. La estimación proporciona unos índices de eficiencia técnica con propiedades estadísticas, lo que permite plantear contrastes de hipótesis sobre los resultados encontrados.

La estimación de fronteras estocásticas presenta un inconveniente que consiste en la sensibilidad que ofrecen los resultados a la especificación de distintas distribuciones estadísticas para el término de ineficiencia.

## **Regresión lineal**

La teoría económica y estadística juntan la economía matemática y métodos estadísticos al análisis de datos económicos, con el propósito de dar un contenido empírico a las teorías económicas y verificarlas o refutarlas (Maddala, 1996). Estos modelos (instrumento) dan la relación entre variables económicas, estimando parámetros (relaciones) de un modelo econométrico para posterior validación teórica y empírica.

Los métodos para estimar los parámetros son Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), Mínimos Cuadrados Generalizado (MCG), Máxima Verosimilitud (MV), Modelos de Análisis de Covarianza (ANCOVA), entre otros. La validación económica es el contraste entre la estimación y el esperado teórico. La validación estadística es la significancia del parámetro estimado.

## **2.2. Antecedentes**

### **2.2.1. Quinoa**

La quinoa fue uno de los alimentos básicos de las culturas precolombinas de la Región andina y fue un alimento importante para los pueblos quechua y aymara de las zonas rurales de la región andina de América del Sur hasta la década del 1990. Actualmente es un cultivo alternativo importante para las regiones marginales de más de 95 países en el mundo. Es un alimento nutritivo y nuevo en muchas zonas del mundo, desde hace poco se encuentra disponible en supermercados o restaurantes locales e internacionales como complemento de muchos de los granos que se consumen habitualmente (Abugoch, 2009).

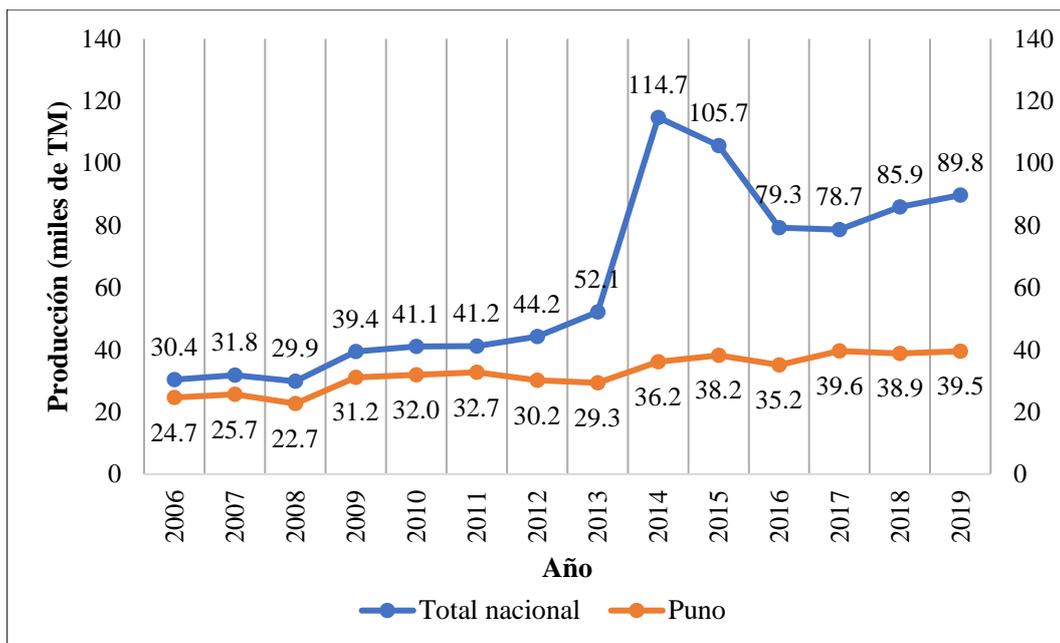
La quinoa aparece como una alternativa en la lucha contra el cambio climático dado su adaptabilidad a diferentes pisos agroecológicos. El grano se desarrolla en diferentes climas, con humedades relativas desde 40 % hasta 88 % y puede soportar temperaturas desde 4° C

hasta 38° C (FAO, 2011). Es una planta eficiente en el uso de agua y tolera la sequía pues tiene producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm (FAO, 2011), ello lo convierte en una alternativa para el cambio climático que está alterando el calendario agrícola. El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal de Bolivia (INIAF) ha clasificado a la quinua entre las 21 semillas más resistentes al cambio climático junto con el haba, maíz, amaranto, cebolla, entre otras (FAO, 2011).

La quinua o quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) es un cultivo de alto valor nutritivo debido a la calidad de sus proteínas que contienen los aminoácidos esenciales para la alimentación. Asimismo, la FAO (2011), señala que la quinua es un cultivo estratégico para la seguridad y soberanía alimentaria debido a su calidad nutritiva, su amplia variabilidad genética, su adaptabilidad a condiciones marginales.

### **2.2.2. Evolución de la producción, superficie cosechada y rendimientos de la quinua en Puno**

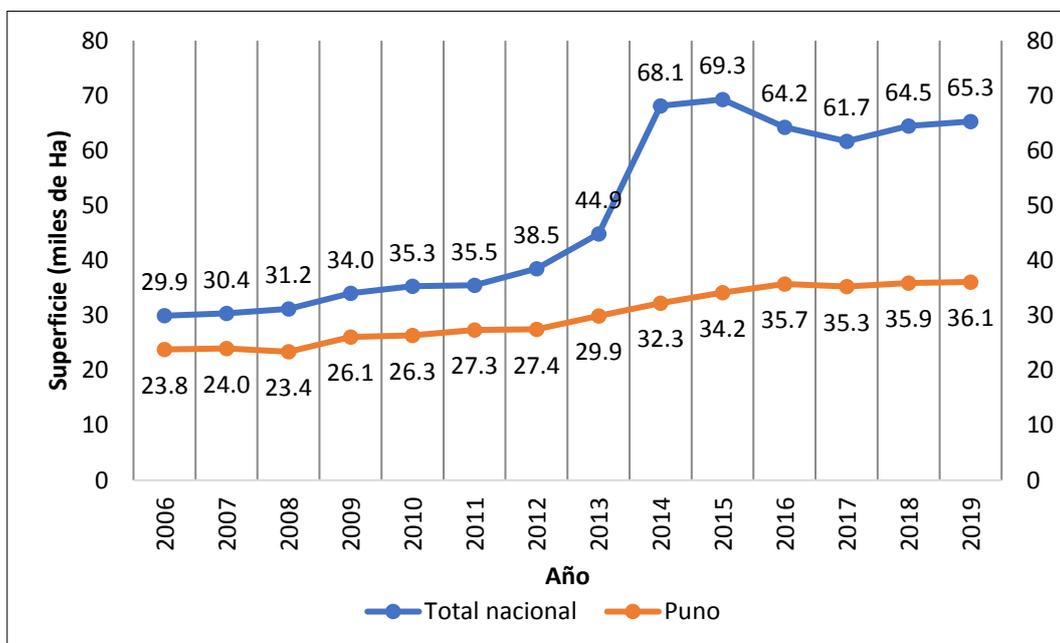
“El Año Internacional de la Quinoa” (AIQ) del 2013 tuvo mayor impacto en la producción nacional que en Puno. Dentro de la información del MINAGRI (2020), la producción de quinua en el Perú pasó de 30.4 mil TM el año 2006 a un máximo de 114.7 mil TM el año 2014, pero decae en los años posteriores al AIQ, así el año 2019 la producción total fue 89.8 mil TM, en tanto, la producción de quinua en Puno pasa de 24.7 mil TM el año 2006 a 36.2 mil TM el 2014, llegando a un máximo de 39.6 mil TM el año 2017, y es 39.5 TM el 2019 (Figura 4).



**Figura 4. Evolución de la producción (miles de TM) de quinua nacional y en Puno entre 2006 – 2019.**

Fuente: Elaboración propia en base a MINAGRI (2020).

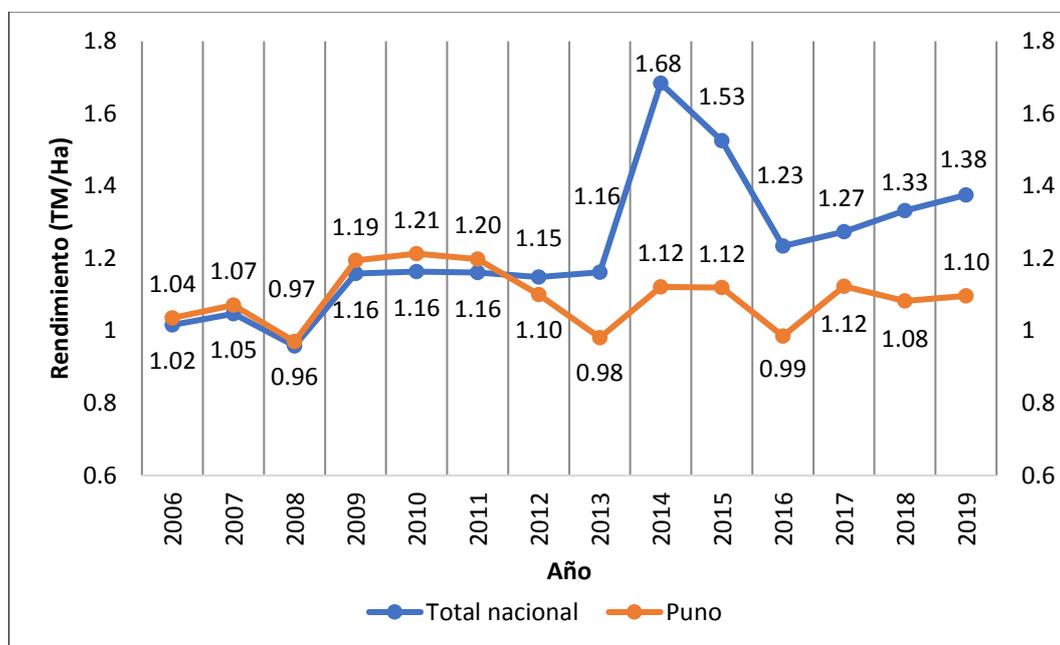
La superficie cosechada de quinua en Perú y en Puno crecieron entre 2006 y 2019, llegando a un máximo de 69.3 mil Ha en Perú el 2015, y en Puno a 36.1 mil Ha el año 2019 (Figura 5).



**Figura 5. Evolución de la superficie (Ha) cosechada a nivel nacional y en Puno entre 2006 y 2019.**

Fuente: Elaboración propia en base a MINAGRI (2020).

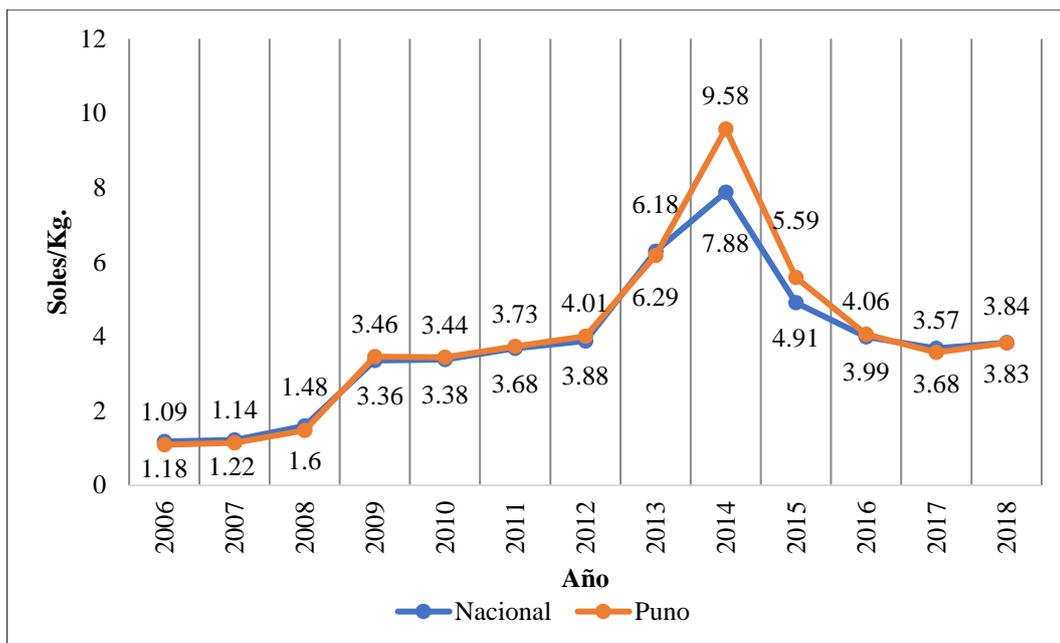
La tendencia del rendimiento de quinua en TM/Ha en Perú y en Puno se diferencian entre 2006 y 2019. El rendimiento tiende al crecimiento y llega a máximo 1.68 TM/Ha en Perú el 2014, pero esa tendencia no se aprecia para Puno, pues el rendimiento cae a partir del 2011 (Figura 6).



**Figura 6. Evolución del rendimiento (TM/Ha) a nivel nacional y en Puno entre 2006 y 2019.**

Fuente: Elaboración propia en base a MINAGRI (2020).

El aumento de precio nominal en chacra se manifiesta para Perú y Puno, en el *boom* de la quinua (2006 - 2014). El precio nominal en chacra asciende hasta un máximo de 9.58 sol/kg en Puno, y 7.88 sol/kg en Perú, ambos ocurren en el año 2014, pero para los años posteriores, los precios nominales decaen (Figura 7).



**Figura 7. Evolución de precios nominal (Soles/Kg) en chacra nacional y en Puno entre 2006 – 2018.**

Fuente: Elaboración propia en base a MINAGRI (2020).  
No se encuentra data para el 2019.

Respecto a las correlaciones del cultivo de la quinua, a nivel nacional y para Puno, un precio alto (del año anterior), genera más producción, mayor superficie cosechada y mejora el rendimiento; la mayor producción y superficie cosechada lleva a mayor rendimiento; y a mayor superficie cosechada existe mejor rendimiento. A nivel nacional las correlaciones son mayores que las de Puno, siendo el más alto (0.98) entre la producción y superficie cosechada a nivel nacional, y el más bajo (0.58) entre el rendimiento y superficie cosechada para Puno (Tabla 4).

En Puno, la respuesta al precio de la quinua (del año anterior), no refleja necesariamente mayor producción ni más superficie como en el nivel nacional, por lo que en Puno el cultivo y los precios tienen menor correlación, sin embargo, las variaciones del precio nacional de quinua llevan a variaciones de superficie a nivel nacional (Tabla 4).

**Tabla 4 Correlaciones entre variables de la quinua (a nivel nacional y para Puno)**

Variables	<u>A nivel Nacional</u>				<u>Para Puno</u>			
	Producción (TM)	Superficie cosechada (Ha)	Rendimiento (Kg/Ha)	Precio rezagado un año en chacra (Soles/Kg)	Producción (TM)	Superficie cosechada (Ha)	Rendimiento (Kg/Ha)	Precio rezagado un año en chacra (Soles/Kg)
Producción (TM)	1.00	0.98	0.94	0.92	1.00	0.96	0.77	0.77
Superficie cosechada (Ha)	0.98	1.00	0.88	0.91	0.96	1.00	0.58	0.81
Rendimiento (Kg/Ha)	0.94	0.88	1.00	0.88	0.77	0.58	1.00	0.85
Precio rezagado un año en chacra (Soles/Kg)	0.92	0.91	0.88	1.00	0.77	0.81	0.85	1.00

Fuente: Elaboración propia en base a MINAGRI (2020).

Quitando a Puno, los demás departamentos peruanos, presentan altas correlaciones entre las variables productivas y de mercado, supone las afectaciones del precio de quinua nacional (del año anterior) tienen efecto sobre la producción y la superficie cosechada (Tabla 5).

**Tabla 5: Correlación entre variables de la quinua para todos los departamentos productores peruanos, sin considerar Puno**

Variables	Producción (TM)	Superficie cosechada (Ha)	Precio rezagado un año en chacra (Soles/Kg) a nivel nacional
Producción (TM)	1.00	0.98	0.89
Superficie cosechada (Ha)	0.98	1.00	0.88
Precio rezagado un año en chacra (Soles/Kg) a nivel nacional	0.89	0.88	1.00

Fuente: Elaboración propia en base a MINAGRI (2020).

De otro lado, al verificar el coeficiente de dispersión de la producción de quinua, superficie cultivada de quinua y el rendimiento es mayor a nivel nacional comparado con Puno, no obstante, la diferencia de la dispersión en el precio en chacra es mayor en Puno (Tabla 6).

**Tabla 6: Coeficiente de variación a nivel nacional y para Puno**

<u>A nivel Nacional</u>				<u>Para Puno</u>			
Producción (TM)	Superficie cosechada (Ha)	Rendimiento (Kg/Ha)	Precio en chacra (S//Kg)	Producción (TM)	Superficie cosechada (Ha)	Rendimiento (Kg/Ha)	Precio en chacra (S//Kg)
0.61	0.41	0.18	0.76	0.32	0.26	0.12	0.87

Fuente: Elaboración propia en base a MINAGRI (2020).

La dispersión de la producción de quinua y de la superficie cosechada es alta para los demás departamentos sin considerar a Puno (Tabla 7).

**Tabla 7: Coeficiente de variación para los departamentos productores de quinua peruanos, menos Puno**

Producción (TM)	Superficie cosechada (Ha)
1.13	0.76

Fuente: Elaboración propia en base a MINAGRI (2020).

Por tanto, en Puno la correlación tiene menor respuesta el precio en chacra de quinua del año anterior y se mantiene más estable en la producción, en la superficie cosechada y en el rendimiento, pero en el precio en chacra del año anterior si tiene mayor variabilidad.

### **2.2.3. Clúster y eficiencia técnica**

Espinosa & Suárez (1990) en su estudio sobre caracterización del productor de maíz en la provincia de Bolívar en Ecuador, clasifican los sistemas de producción agrícola en grupos de fincas homogéneas a partir de una encuesta con 97 variables referidos a los aspectos económicos, sociales y agropecuarios, para ello utilizan el método de conglomerados (*cluster*) para la identificación y caracterización de grupos relativamente similares, encontrando como resultado cinco tipos de productores de maíz.

Alvarado (2013) presentó un estudio sobre la eficiencia técnica de la producción orgánica del café en la región Piura, mediante la frontera estocástica observa dos escenarios para calcular la eficiencia técnica, el primero usa una estimación para los productores convencionales y la otra para los agricultores orgánicos, encontrando en promedio niveles de eficiencia técnica de 64 % para los productores convencionales y de 63 % para los agricultores orgánicos, además deduce que no existen diferencias significativas entre las formas como combinan sus *inputs* ambos tipos de agricultores e incluso según el modelo pueden lograr mayores niveles de producción con los mismos niveles de tecnología.

Coras (2015) determina si los productores de quinua en los distritos de Sicaya y Acolla del Valle del Mantaro – Junín, poseen los componentes técnicos productivos y de mercado para

que su producción sea eficiente económicamente, para ello utilizó un análisis *cluster* jerárquico en la tipificación técnica de frontera estocástica con función *Cobb – Douglas* en la eficiencia técnica y función de costos en la eficiencia técnica económica. Así, identificó tres grupos de productores: en el primero, pequeños productores que son 46.7 % del total, hacen uso de mano de obra intensivo, tienen bajos niveles de capitalización, alta diversificación de cultivos y no cuentan con riego tecnificado; el segundo es compuesto de medianos agricultores que son 37.6 %, tienen mayores niveles de rendimiento, más áreas cultivadas, buenos niveles de capitalización y una diversificación de cultivos similar a los pequeños; el tercero, son grandes productores y 15.9 % del total, tienen las más grandes extensiones cultivadas, niveles de capitalización mayores y son extensivos en sus siembras, usan mucha mano de obra y sus niveles de rendimientos son similares a la de medianos agricultores. La eficiencia técnica económica arroja resultados no significativos. Finalmente, la eficiencia técnica tiene relación positiva con los niveles de educación, acceso a sistemas de riego e inquilinato del predio agrícola.

Estrada (2017), tipificó en base a los criterios sociales, operacionales, productivos, estructurales y de apoyo institucional sugeridos por la Unión Geográfica Internacional (Felizola, 1986), y determinó la eficiencia técnica. Para la clasificación, Estrada (2017) utilizó la técnica estadística multivariada con el *cluster* bietápico, y para el análisis de eficiencia técnica, la función de producción estocástica; adicionalmente estimó una regresión lineal para identificar si las variables impactan de alguna forma en el rendimiento de los diferentes tipos de productores. Así, en Junín identificó cuatro tipos de productores de quinua, el que prevalece en la zona de estudio es el pequeño productor con explotación de terrenos propios y con escaso uso de maquinaria. También señala en promedio, el nivel de eficiencia técnica del productor de quinua en Junín es de 0.67, y de los cuatro tipos, el mediano productor es el que obtiene una eficiencia técnica de 0.77 grados. Finalmente, al analizar las variables: capacitación, acceso al crédito y asociatividad, a pesar de haber sido recogidas de campo como variables dicotómicas, se concluye que sólo la influencia de la variable acceso al crédito es positiva para el rendimiento.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **General**

Se plantea que en el cultivo de la quinua en Puno predominan los pequeños productores con limitado acceso a tierras y capital, siendo que el grupo de productores con mayor orientación al mercado y con uso de insumos externos presentan mejores rendimientos, mayor eficiencia técnica y tienen mejor desempeño económico, respecto a productores más tradicionales, y con menor acceso a los insumos productivos y servicios técnicos.

##### **Específicas**

- a.** Entre los diferentes grupos de productores de quinua de Puno, el tipo de productor predominante sería el pequeño agricultor con orientación al autoconsumo, que hace uso de tecnología tradicional para el proceso agrícola; mientras los productores que destinan el grano en mayor proporción hacia la venta, tienen alguna tecnificación agrícola y practican más actividades culturales.
  
- b.** En los grupos de productores de quinua identificados, los que presentan mayor eficiencia técnica, utilizan al menos una variable externa y destinan la producción al mercado, emplean más factores de producción (semilla, tecnología y mano de obra) y obtienen mayor rendimiento; en cambio los de menor eficiencia técnica no utilizan variables externas y su producción es principalmente para autoconsumo.

- c. Los productores de quinua que destinan la producción en mayor proporción al mercado, presentan mejor desempeño económico respecto de aquellos productores que destinan la producción en mayor proporción al autoconsumo.

### **3.2. Tipo de investigación**

El estudio fue de corte transversal al tomar datos de encuestas de un momento de tiempo (cosecha 2017). Se exploró también fuentes secundarias y al no encontrar datos necesarios para cubrir los objetivos se realizó trabajo de campo (encuestas) según cuestionario ajustado afines a las prácticas agrícolas de Puno. Asimismo, se evalúa el manejo del cultivo de quinua, el productor de quinua, y el manejo de cosecha y postcosecha (Gómez & Aguilar, 2016), y se caracteriza y agrupa a los productores de quinua según sus variables productivas, de orientación al mercado, económicos, sociales y de apoyo institucional, entre otros.

También es explicativa, porque se plantea las ecuaciones econométricas para explicar la relación entre variables. Los niveles de eficiencia técnica alcanzados se estiman con el modelo de frontera estocástica, donde se utilizan variables productivas existentes que sirvieron para identificar a los *inputs*, y el nivel alcanzado de *outputs*. Estos niveles de eficiencia técnica se analizan sobre los grupos identificados. Posteriormente, se estimó en función de las variables de venta, apoyo institucional y variables cualitativas que discriminan a los tipos de productores en grupos. Finalmente se evalúa el desempeño económico por tipo de productor identificado.

### **3.3. Zona de estudio**

El departamento de Puno, zona de estudio, se localiza en la parte sur oriental y constituye frontera con la república de Bolivia, políticamente se encuentra conformada por 13 provincias: Puno, Azangaro, Carabaya, Chucuito, El Collao, Huacané, Moho, Lampa, Melgar, San Antonio de Putina, Sandia, San Román e Yunguyo. Además posee 109 distritos. El departamento abarca una extensión territorial de 71 999.0 Km<sup>2</sup> que representa el 6.0 % del país. Proyecciones del INEI sobre población, hasta junio de 2015, Puno contaba con 1 415 608 personas (BCRP, 2016).

Geográficamente su territorio comprende las unidades geográficas de sierra y selva. La sierra es 61.0 % de la superficie, presenta características fisiográficas particulares y diferencias que condicionan su topografía, clima y vocación productiva, así como la ocupación de territorio. La selva es 32.1 % de la superficie, constituye área de dispersión poblacional de escasa ocupación debido a la limitada infraestructura vial de penetración hacia la selva puneña. La superficie Insular 0.02 % y 6.9 % corresponde a la parte peruana del lago Titicaca (BCRP, 2016).

En términos hidrográficos, en su territorio se identifica la hoya hidrográfica del Titicaca y del Atlántico integrado por la cuenca de los ríos Inambari y Tambopata.

La superficie agrícola de Puno es de 4 384 904 ha. El departamento de Puno tiene un ligero predominio de población rural, llegando a representar el 50.3 por ciento y la población urbana alcanza el 49.7 por ciento (BCRP, 2016).

La siembra de quinua durante la campaña 2015 fue de 38 221 hectáreas, superior en 5.7 por ciento respecto a la campaña anterior; obteniéndose en el año 2015 una producción de 38 221 TM y un rendimiento de 1 119 kilogramos por hectárea. La producción fue superior en 5.7 ciento y el rendimiento cayó ligeramente (-0.2 por ciento) en comparación con el 2014 (BCRP, 2016). Este último, debido a mayores cosechas en la campaña 2015 comparado con la campaña agrícola 2014. Puno continúa siendo el primer productor de quinua a nivel nacional, registrando el 2015 el 35.8 por ciento de la producción nacional (BCRP, 2016), y el 2019 el 44.0% de la producción nacional (MINAGRI, 2020).

### **3.4. Fuentes de información**

#### **3.4.1. Secundaria**

Se revisó y recolectó fuentes secundarias con la finalidad de realizar el diagnóstico, base de la investigación, así se verificó información de producción, precio en chacra, superficie cosechada y rendimiento de los productores de quinua de Puno. Las fuentes utilizadas fueron: boletines, anuarios, compendios y de internet, tesis de grado y post grado, Ministerio

de Agricultura y Riego (MINAGRI), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), FAO, BID y IV Censo Nacional Agrario (CENAGRO).

### **3.4.2. Primaria**

Las fuentes de información primaria fueron encuestas (octubre 2017) sobre el cultivo de la campaña 2016-2017, las consultas se realizaron a los productores con la finalidad de alimentar la base de datos para determinar grupos homogéneos de ellos, calcular la eficiencia técnica promedio (estimación del modelo de frontera estocástica) de los grupos identificados, y la regresión lineal de la eficiencia técnica en función de las variables de apoyo institucional entre otras. Así, se realizó 458 encuestas (según muestra) a los productores de Puno. La estructura de encuesta (Anexo 1) comprendió las variables productivas, de orientación al mercado, de tipo económico, de tipo social, de apoyo institucional y de eficiencia técnica.

### **3.5. Métodos y tratamiento de la investigación**

La investigación fue de tipo no experimental, sobre la base de datos transversales de fuentes primarias y longitudinales de información secundaria, lo que permitió caracterizar al productor de quinua. De acuerdo con Hernández et al. (2010), la investigación no experimental “es la que se realiza sin manipular deliberadamente las variables; lo que se hace en este tipo de investigación es observar fenómenos tal y como se dan en un contexto natural, para después analizarlos”.

#### **3.5.1. Población**

La población de estudio fueron los productores de quinua de Puno, cuya base de datos del CENAGRO (2012), permitió establecer un diseño muestral bietápico para el cálculo de la muestra. Así, según el CENAGRO para el año 2012 se contaba con 67 574 productores de quinua distribuidos en provincias (Tabla 8).

**Tabla 8: Provincias de Puno con sus variables de siembra (ha), producción (TM) y número de productores**

<b>Provincia</b>	<b>Siembras (ha)</b>	<b>Producción (TM)</b>	<b>Número de productores</b>	<b>Número de distritos</b>
Azángaro	6180	5881	14921	18
Provincia Puno	4151	5365	13048	15
Chucuito	3274	3531	10759	7
El Collao	4903	4139	8924	5
Huancané	2967	2850	6137	8
Lampa	2210	2004	3642	10
San Román	4600	4200	3636	4
Melgar	1017	1161	3440	9
Yunguyo	414	495	1759	7
San Antonio de Putina	390	389	961	6
Moho	135	144	337	4
Carabaya	37	39	10	10
Sandia	0	0		12
<b>Total</b>	<b>30278</b>	<b>30198</b>	<b>67574</b>	

Fuente: IV CENAGRO 2012

### **3.5.2. Muestra**

El diseño muestral fue por conglomerados bietápico, siendo la variable de interés la producción de quinua en los distritos. El tamaño de muestra se aplicó utilizando el efecto de diseño, también llamado deff, que es la correspondencia que se presenta entre la variancia de un diseño muestral complejo y de una muestra aleatoria simple (efecto de conglomeración), en el muestreo por conglomerados, el efecto de conglomeración de la muestra se mide a través del deff, pese a que el deff también comprende los efectos correspondientes a la estratificación (Zambrano, 2009).

Se decidió tomar a las provincias como estratos y se seleccionaron en los distritos los elementos (productores de la base) de la población (CENAGRO, 2012) con probabilidad proporcional a la producción individual, siendo que los distritos con mayor producción tuvieron mayor probabilidad de ser seleccionados. Además, se consideró la asignación

óptima de la muestra entre los estratos para seleccionar mayor número de productores en las provincias con mayor variabilidad de producción.

Se obtuvo el número de productores en la muestra por provincia de la siguiente fórmula (Cochran, 2000):

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

Donde:

$N$  = tamaño de la población.

$N_h$  = Es el tamaño del estrato  $h$ .

$\sigma_h$  = Es la desviación estándar de la producción en el estrato  $h$ .

$e$  = error de estimación.

$Z$  = abscisa de la distribución normal para un nivel de confianza determinado.

Se tiene en cuenta, en la presente investigación:

$N = 64\ 507$ .

$e = 0.0375$  Ha.

$Z = 1.96$  (Nivel de confianza del 95%)

**Tabla 9: Valores para calcular el tamaño de muestra**

Provincia (estrato $h$ )	$N_h$	$\sigma_h$	$N_h \sigma_h$	$N_h \sigma_h^2$
Provincia Puno	13 048	0.42	5 422.52	2 253.50
Azángaro	14 921	0.35	5 153.40	1 779.88
Chucuito	10 759	0.29	3 095.02	890.34
El Collao	8 924	0.38	3 389.33	1 287.26
Huancané	6 137	0.25	1 506.30	369.72
Lampa	3 642	0.45	1 635.84	734.75
Melgar	3 440	0.72	2 489.54	1 801.69
San Román	3 636	0.71	2 567.42	1 812.88
<b>Total</b>	<b>64 507</b>		<b>25 259.37</b>	<b>10 930.02</b>

Fuente: IV CENAGRO 2012.

Reemplazando en la fórmula anterior obteniendo lo siguiente:

$$n = \frac{\frac{1}{64\,507} (25\,259.37)^2}{64\,507 \frac{(0.0375)^2}{(1.96)^2} + \frac{1}{64\,507} 10\,930.02} = 415.8873$$

De donde:

$$n = 415.8873 \approx 416$$

Repartiendo en forma proporcional este número llega a 416 productores (Tabla 9). Se agrega un 10 % por la tasa de no respuesta, con lo que el tamaño de muestra es de 458 productores de quinua (ver Tabla 10). El tamaño de muestra distribuido por distritos se puede ver en el Anexo 2.

**Tabla 10: Tamaño de muestra por provincias**

Provincia	$N_h \sigma_h$	Número de productores	Proporción para muestra infinita	Agrega el 10%
Provincia Puno	5 422.52	89	21.39%	98
Azángaro	5 153.40	85	21.39%	94
Chucuito	3 095.02	51	21.39%	56
El Collao	3 389.33	56	13.46%	62
Huancane	1 506.30	25	6.01%	28
Lampa	1 635.84	27	6.49%	30
Melgar	2 489.54	41	9.86%	45
San Román	2 567.42	42	10.10%	46
<b>Total</b>	<b>25 259.37</b>	<b>416</b>	<b>100%</b>	<b>458</b>

Fuente: En base al IV CENAGRO 2012.

### 3.5.3. Procedimientos y análisis de datos

Se recogieron 458 encuestas para ser sistematizadas y analizadas. De estas, se redujo a 409 para el análisis descriptivo, a 370 para la clasificación del clúster bietápico y a 361 para el análisis de eficiencia técnica y desempeño económico. La reducción fue por los valores atípicos y de encuestas validas al objetivo de investigación.

El análisis descriptivo permitió identificar las variables en el manejo del cultivo de quinua, atributos del productor, el manejo de cosecha y postcosecha, en base a la información

primaria; por otro lado, se clasifica al productor de quinua de Puno según las bases del CENAGRO (1994) y MINAGRI (2015).

Se siguió en el procedimiento de *cluster bietápico*, el tratamiento de valores atípicos (Anexo 3), la técnica y la generación de indicadores, evaluación de supuestos, la estimación del modelo, así como la interpretación y validación.

La eficiencia técnica se estimó con el modelo de frontera estocástica. A ese modelo se agregó las variables de venta y de apoyo institucional, entre otras, a fin de analizar la eficiencia técnica general y según tipo de productor identificado.

El desempeño económico se evalúa con el beneficio obtenido por los productores de quinua de Puno. Esta variable es incluida en la clasificación *cluster* bietápico. Se realiza la prueba ANOVA para concluir si hay o no diferencia en el desempeño económico entre los grupos. Por último, el beneficio se lleva a unidad por Ha y se realiza la prueba ANOVA para concluir si hay o no diferencia en el beneficio por unidad de Ha entre los grupos.

### **Cluster bietápico**

Para dar respuesta a la hipótesis **H.E.1**. “Entre los diferentes grupos de productores de quinua de Puno, el tipo de productor predominante sería el pequeño agricultor con orientación al autoconsumo, que hace uso de tecnología tradicional para el proceso agrícola; mientras los productores que destinan el grano en mayor proporción hacia la venta, tienen alguna tecnificación agrícola y practican más actividades culturales”, se siguió el siguiente proceso que utiliza el modelo de analizar/clasificar con el *Software SPSS*.

Primero. Se agrupó a los productores de quinua en diferentes conglomerados que tengan características lo más similares posible dentro de ellos y que sean lo más diferente a los elementos que contengan los otros grupos para dar respuesta a la hipótesis específica 1.

En relación a la tipología de la agricultura familiar se consideró como fuentes principales el enfoque de la Unidad Agropecuaria del CENAGRO 1994 y la Estrategia Nacional de

Agricultura Familiar (MINAGRI 2015); para las variables de caracterización del productor se consultó a Estrada (2017) y Tamayo (2017) entre otros,

Felizola (1986) menciona que para lograr alcanzar objetivos prácticos (la necesaria comparabilidad), la Comisión de Tipología de Agricultura de la Unión Geográfica Internacional elaboró un conjunto de normas y principios teóricos que debían orientar las clasificaciones tipológicas; así, se optó por un esquema deductivo, debiendo el investigador comparar la realidad que estudia con los tipos ya clasificados a fin de, inclusive, poder establecer nuevos tipos aún no identificados; para ese procedimiento se utilizan variables productivas, orientación al mercado, económicos, y sociales.

Segundo. Luego de sistematizar las encuestas aplicadas, se exploró los valores atípicos de cada variable con diagramas de cajas, gráfico Q – Q, entre otros, en el programa SPSS. Se detectó valores atípicos para verificación de su transcripción y definir su eliminación. Posteriormente se define la técnica de análisis *cluster bietápico* (conglomerados en dos etapas), que es una herramienta de exploración diseñada para descubrir las agrupaciones naturales de un conjunto de datos (Pérez, 2011) a partir de variables cualitativas y cuantitativas, y generar de manera automática el número óptimo de conglomerados.

El indicador, la distancia euclideana estadística, muestra en qué grado cada par de observaciones se parece, identifica si las unidades productivas de quinua de Puno son similares entre sí, y si deberían pertenecer a un mismo grupo. Este indicador se calcula de diversas formas como la euclídea o euclidiana, la euclídea elevada al cuadrado, la de Minkowsy o la *decity block*.

La medida euclideana, es la distancia más pequeña e indica mayor similitud. Dado los objetos  $I_1$  y  $I_2$  medidos según dos variables  $x_1$  y  $x_2$ , su distancia se obtiene de (ecuación 1):

$$d_{I_1I_2} = \sqrt{(x_{11} + x_{21})^2 + (x_{12} + x_{22})^2} \quad \dots (1)$$

Al incluir más variables se tiene (ecuación 2):

$$d_{I_1I_2} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{1k} + x_{2k})^2} \quad \dots (2)$$

Los datos se estandarizan si se requiere en la exploración de datos y resultado inicial de clasificación.

Tercero. En la evaluación de supuestos del análisis de conglomerados tiene fuertes propiedades matemáticas, pero no fundamentos estadísticos. Los requisitos de normalidad, linealidad y homocedasticidad que eran tan importantes en otras técnicas realmente tienen poco que ver con el análisis de *clusters*. Se tomó aspectos críticos como la representatividad de la muestra y multicolinealidad entre las variables en la variable del clúster (Rubio-Hurtado y otros, 2017). El trabajo de campo se abordó adecuadamente, al igual que la aleatoriedad en la toma de encuestas. La alta correlación de variables se toma en cuenta, y también se eligió variables a partir de otras investigaciones de clasificación y recomendaciones productivas.

Cuarto. Se estimó el modelo multivariante de clasificación en dos fases. Del resultado inicial de clúster se verificó las variables según importancia. Las variables menos importantes se reducen gradualmente uno a uno para mejorar el resultado de calidad de clústeres. En lo sucesivo, se estimó la clasificación de nuevo con las variables restantes, hasta encontrar un buen resultado.

Así, el programa estadístico SPSS proporcionó:

- Resumen del modelo: algoritmo de dos fases, entrada (variables) y agrupaciones (automático).
- Calidad de *clusters*: medida de silueta de la cohesión y separación.
- Agrupaciones: Importancia de variables dentro de las entradas para cada grupo.
- Importancia del predictor y tamaño de clústeres.
- Resultado de prueba ANOVA de medias entre clústeres.

- Log-verosimilitud: La medida de la verosimilitud realiza una distribución de probabilidad entre las variables. Las variables continuas se supone que tienen una distribución normal, mientras que las variables categóricas se supone que son multinomiales. Se supone que todas las variables son independientes.
- Euclídea: La medida euclídea es la distancia según una línea recta entre dos conglomerados. Sólo se puede utilizar cuando todas las variables son continuas.

Después de obtener un buen resultado de dos fases (medida de silueta de la cohesión y separación), se interpretó los grupos y se formó una variable adicional factor a partir de los grupos. Las variables se sometieron a la prueba ANOVA<sup>3</sup> con factor donde se plantea:  $H_0$ : varianzas diferentes entre grupos por cada variable, versus,  $H_1$ : varianzas no diferentes entre grupos por cada variable. El indicador para cada variable de esta prueba es *p-value* con nivel de significancia del 0.05.

### **Eficiencia técnica**

En la hipótesis **H.E.2**. “En los grupos de productores de quinua identificados, los que presentan mayor eficiencia técnica, utilizan al menos una variable externa y destinan la producción al mercado, emplean más factores de producción (semilla, tecnología y mano de obra) y obtienen mayor rendimiento; en cambio los de menor eficiencia técnica no utilizan variables externas y su producción es principalmente para autoconsumo”, se utilizó el modelo la frontera estocástica con el *Software Stata*.

El modelo, en este caso, fue estimado con la frontera de producción estocástica, donde se postuló una función de comportamiento eficiente (en este caso la Cobb-Douglas) en la que se asumieron las perturbaciones de ruido (simétricas) y de eficiencia técnica (no negativas); se formularon una distribución probabilística para estas perturbaciones de eficiencia técnica (en este caso la semi - normal), a fin de analizar la eficiencia técnica según tipo o conglomerado de productor de quinua identificados.

---

<sup>3</sup> Esta prueba también se utiliza para determinar la diferencia de eficiencias entre los grupos.

De Debreu (1951) – Farrell (1957), la eficiencia técnica fue dado a partir de “x” y “b”, vector de N insumos utilizados en la producción y vector de parámetros tecnológicos, respectivamente dentro de la cantidad de producto  $y_i=f(x_i;b)$ , de donde se tiene la ecuación 3:

$$TE (y, x) = \frac{Y_i}{f(x)} \quad \dots (3)$$

$$0 \leq TE \leq 1$$

El modelo de frontera de producción se representa como la ecuación 4:

$$Y_i = TE (y, x) * f(x) \quad \dots (4)$$

Podemos ver que  $Y_i$  alcanza su máximo valor posible en  $TE=1$ .

De la función Cobb-Douglas se desagrega en la ecuación 5:

$$\log y_i = \beta_0 + \beta_1 \log x_1 + \beta_2 \log x_2 + \beta_3 \log x_3 + \beta_4 \log x_4 + \beta_5 x_5 + \varepsilon_i \quad \dots (5)$$

Reemplazando el error compuesto ( $\varepsilon_i$ ) (ecuación 6),

$$\varepsilon_i = v_i + \mu_i \quad \dots (6)$$

se genera la ecuación 7:

$$\log y_i = \beta_0 + \beta_1 \log x_1 + \beta_2 \log x_2 + \beta_3 \log x_3 + \beta_4 \log x_4 + \beta_5 x_5 + v_i + \mu_i \quad \dots (7)$$

Su equivalente en STATA para fines de practicidad, utiliza la ecuación 8:

$$\log\_prod = \beta_0 + \beta_1 \log\_totalarea + \beta_2 \log\_mo + \beta_3 \log\_maq + \beta_4 \log\_sem + \beta_5 edad + v_i + \mu_i \quad \dots (8)$$

En las ecuaciones 1 y 2, se plantea la ecuación 9:

$$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_5 > 0 \quad \dots (9)$$

Y definimos las variables:

$\log y_i = \log_{\text{prod}} =$  logaritmo del rendimiento de quinua en  $TM/Ha$

$\log x_1 = \log_{\text{totalarea}} =$  logaritmo de la extensión total cultivada en Ha

$\log x_2 = \log_{\text{mo}} =$  logaritmo de manor de obra en horas por Ha

$\log x_3 = \log_{\text{maq}} =$  logaritmo de maquinaria en horas por Ha

$\log x_4 = \log_{\text{sem}} =$  logaritmo de las semillas de quinua en  $Kg/Ha$

$x_5 = \text{edad} =$  edad del jefe de hogar

$v_i$ : error estocástico, recogió el impacto de efectos que no se encuentran bajo el control de la entidad objeto de estudio, y puede incluir posibles errores de medición, observación u otros factores. Presentó, distribución normal con media cero y varianza  $\sigma^2 v$ ,  $N(0, \sigma^2 v)$ .

$u_i$ : índice de eficiencia técnica, no-negativo y asimétrico. Se consideró que la ineficiencia técnica se distribuye según una distribución semi - normal dado que sólo puede disminuir el *output* por debajo de la frontera (ecuación 10).

$$\mu_i = [\beta_0 + \beta_1 \log(\text{totalarea}) + \beta_2 \log(\text{mo}) + \beta_3 \log(\text{maq}) + \beta_4 \log(\text{sem}) + \beta_5 \text{edad} + v_i] - \log(\text{prod}) \quad \dots (10)$$

Con la estimación de frontera estocástica, se estimó los parámetros y a continuación se calculó las eficiencias técnicas para cada unidad involucrada. De estos, se ordenó para detectar las entidades más eficientes de los grupos *cluster* formados, y se contrastó la hipótesis de trabajo.

El grupo de productores de quinua de Puno con mayor eficiencia técnica fue el que presenta mayor promedio de eficiencia técnica, valor positivo en ( $\mu_i > 0$ ). Y este grupo, reflejó lo planteado en la H.E.2. para contrastar la hipótesis, caso contrario se rechazó.

Al final, con las estimaciones del programa Stata se analizó las significancias (p-value < 0.05) de las variables. El resultado final tendrá solo variables significativas (p-value < 0.05).

Por otro lado, se evalúa la eficiencia técnica para cada unidad involucrada (Efficiency) con las variables cualitativas que discriminan en la identificación de grupos en el *cluster bietápico* y la variable venta.

La regresión se define como en la ecuación 11:

$$Efficiency = y_0 + y_1d_1 + y_2d_2 + y_3d_3 + \dots + y_9d_9 + \mu_i \quad \dots (11)$$

Su equivalente en STATA, genera la ecuación 12:

$$efic\_gen3 = y_0 + y_1capc + y_2cred + y_3asoc + y_4inorg + \dots + y_9venta + \mu_i \dots (12)$$

En las ecuaciones 11 y 12, se plantea la ecuación 13:

$$y_1, y_2, \dots, y_n < 0 \quad \dots (13)$$

Se define las variables que incluye dummies que toman el valor de uno y dos como sigue:

$$Efficiency = efic\_gen3 = \text{eficiencia técnica individual}$$

$$d_1 = capc = 1 \text{ si recibió capacitación en granos, } d_1 = 2 \text{ caso contrario}$$

$$d_2 = cred = 1 \text{ si recibió crédito en la última campaña, } d_2 = 2 \text{ caso contrario}$$

$$d_3 = asoc = 1 \text{ si pertenece alguna asociación, } d_3 = 2 \text{ caso contrario}$$

$$d_4 = inorg = 1 \text{ si realiza abonamiento inorgánico, } d_4 = 2 \text{ caso contrario}$$

$$d_5 = org = 1 \text{ si realiza abonamiento orgánico, } d_5 = 2 \text{ caso contrario}$$

$$d_6 = org\_inorg = 1 \text{ si realiza abonamiento orgánico e inorgánico, } d_6 = 2 \text{ caso contrario}$$

$$d_7 = desh = 1 \text{ si realiza control de maleza (deshierbo), } d_7 = 2 \text{ caso contrario}$$

$$d_8 = fung = 1 \text{ si realiza aplicación de fungicida o insecticida, } d_8 = 2 \text{ caso contrario}$$

$$d_9 = venta = 1 \text{ si destina quinua a la venta, } d_9 = 2 \text{ caso contrario}$$

Los parámetros se estimaron con regresión lineal y estas variables se contrastó con un nivel de significancia de 0.05 ( $p\text{-value} < 0.05$ ) para validar estadísticamente (significancia) las que limitan la eficiencia técnica como plantea la hipótesis H.E.3, caso contrario se rechazó.

### **Desempeño económico**

En la hipótesis H.E.3. “Los productores de quinua que destinan la producción en mayor proporción al mercado, presentan mejor desempeño económico respecto de aquellos productores que destinan la producción en mayor proporción al autoconsumo”, se utilizó el modelo ANOVA en el *Software SPSS*.

El desempeño económico se agrega dentro de las variables de clasificación *clúster bietápico* para determinar si discrimina o no entre los grupos identificados, se considera el beneficio de obtener si los productores venden la producción total de quinua. Entre el beneficio y los grupos identificados la prueba estadística será de ANOVA.

En contraste, el beneficio de obtener si los productores venden la producción total de quinua se divide entre la extensión de quinua para cada uno a fin de comparar por unidad de extensión en  $H_a$ . Entre este beneficio por unidad de extensión en  $H_a$  y los grupos identificados la prueba estadística será de ANOVA.

Los beneficios se sometieron a la prueba ANOVA con factor donde se plantea:

$H_0$ : varianzas diferentes entre grupos por cada variable

$H_1$ : varianzas no diferentes entre grupos por cada variable.

El indicador para cada variable de esta prueba es *p-value* con nivel de significancia del 0.05. Si  $p < 0.05$  no se rechaza la  $H_0$ , el beneficio se diferencia entre los grupos. Si  $p > 0.05$  no se acepta la  $H_0$ , el beneficio no se diferencia entre los grupos.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Este capítulo presenta la caracterización de los productores de quinua de Puno, los resultados de la clasificación de los grupos homogéneos de productores de quinua de Puno, la eficiencia técnica de todos los productores y también de los tipos de productores identificados, además del desempeño económico de los productores. La discusión contrasta la literatura con los resultados estimados.

### **4.1. Caracterización descriptiva de los productores de quinua de Puno**

La caracterización descriptiva de los productores de quinua sobre la base del cuestionario aplicado en octubre 2017 permite identificar variables importantes para la clasificación de productores de quinua de Puno. Se describe el manejo del cultivo, la cosecha, postcosecha y procesos económicos del productor, la clasificación de pequeño productor utilizado por el III CENAGRO (1994) y de la agricultura familiar señalado por el MINAGRI (2015).

#### **4.1.1. Descripción del manejo del cultivo de quinua**

El información primaria de los productores respecto al cultivo quinua, señalan que en el manejo del cultivo, del total de productores encuestados el 24.6 % realizan abonamiento orgánico, el 51.1 % realizan arado, el 85.5 % realizan rastra y el 11.2 % realizan nivelado; en la siembra, del total de productores encuestados, el 62.1 % realizan surcado y el 33.0 % tapado; asimismo, el 47.9 % usan abonamiento inorgánico, el 20.0 % realizan aporque, el 66.5 % controla la maleza (deshierbo) y el 18.3 % aplican fungicida o insecticida (Tabla 11).

**Tabla 11: Actividades del manejo de cultivo de quinua**

<b>Preparación del terreno suelo para quinua</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Abono orgánico	24.69%	75.31%
Realiza arado	51.10%	48.90%
Realiza rastra	85.57%	14.43%
Realiza nivelado	11.25%	88.75%
<b>Siembra de quinua</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Realiza surcado	62.10%	37.90%
Realiza tapado	33.01%	66.99%
<b>Abono inorgánico</b>		
<b>Usa</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Usa	47.92%	52.08%
<b>Aporque</b>		
<b>Realiza aporque</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Realiza aporque	20.05%	79.95%
<b>Control de maleza</b>		
<b>Realiza deshierbo</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Realiza deshierbo	66.50%	33.50%
<b>Control de plaga</b>		
<b>Aplico funguicida o insecticida</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Aplico funguicida o insecticida	18.34%	81.66%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017.

La cantidad de semilla a utilizar se recomienda sea entre 15 a 20 kg<sup>4</sup> por Ha (Gómez y Aguilar, 2016). Del total de productores encuestados, el 54.28 % (222 productores) usan menos de 15 Kg/Ha, el 13.20 % usan lo recomendado para el Altiplano, entre 15 a 20 kg/Ha (Gómez y Aguilar, 2016), y el 32 % usan por encima de 20 kg/Ha (Tabla 12).

<sup>4</sup> La data de fuente primaria tiene limitación en identificar la variedad.

**Tabla 12: Cantidad de semilla de quinua usada en Puno**

<b>Semilla de quinua</b>	<b>Unidades</b>	<b>Porcentaje</b>
Menor o igual a 15 Kg por Ha.	222	54.28%
Entre 15 a 20 Kg por Ha.	54	13.20%
Mayor o igual a 20 Kg por Ha.	133	32.52%
	409	100.00%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017.

En conclusión, en el manejo del cultivo de quinua encontramos bajos porcentajes en el nivelado y uso de fungicida o insecticida, y en el uso de semilla es mayor fuera del rango recomendado de uso para el Altiplano.

#### **4.1.2. Descripción del productor de quinua**

En los productores de quinua encuestados en Puno existe bajo nivel de financiamiento y de certificación orgánica. Del total de productores encuestados, el 4.65 % recibió asistencia técnica, el 8.31 % recibió capacitación y el 2.93 %, recibió financiamiento, el 6.85 % son parte de una asociación, el 2.69 % cuenta con certificación orgánica y el 98.53 % pertenece a la comunidad (Tabla 13).

**Tabla 13: Atributos de los productores de quinua de Puno**

<b>Atributos</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Recibió asistencia técnica	4.65%	95.35%
Recibió capacitación	8.31%	91.69%
Recibió financiamiento	2.93%	97.07%
Es parte de una asociación	6.85%	93.15%
Cuenta con certificación orgánica	2.69%	97.31%
Pertenece a la comunidad	98.53%	1.47%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017.

La principal fuente de ingresos son las labores de la agricultura. La fuente de ingreso del jefe de hogar de los productores encuestados, el 80.93 % es el trabajo en su propia unidad productiva y el 3.67 % en otros predios (ambos suman el 84.60 %), los ingresos por trabajo

en un local de negocios, propio negocio, artesanía, institución pública y otros son de 2.20 %, 3.18 %, 2.93 %, 2.20 % y 4.89 % respectivamente (Tabla 14).

**Tabla 14: Fuente de ingreso del jefe de hogar**

<b>Fuente de ingreso del jefe de hogar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Trabajo en su propia granja	331	80.93%
Trabajo en otras granjas	15	3.67%
Trabajo en un local de negocios	9	2.20%
Trabajo en su propio negocio	13	3.18%
Artesanías	12	2.93%
Trabaja para el gobierno en una institución pública	9	2.20%
Otros	20	4.89%
Total	409	100.00%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017.

En los terrenos en la campaña de quinua 2017, la mayoría no tenían título de propiedad, en los productores encuestados el 75.10 % es de su propiedad, de esa cantidad, el 18.30 % tiene título de propiedad, el 20.50 % poseen escritura y el 36.20 % no tienen título de propiedad, los que cultivan en terrenos de la comunidad y alquilados suman el 19.60 % (Tabla 15).

**Tabla 15: Los terrenos según propiedad de los productores de quinua de Puno**

<b>Los terrenos de campaña</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Suyo, con título de propiedad	75	18.30%
Suyo, con escritura	84	20.50%
Suyo, sin título de propiedad	148	36.20%
Comunidad	72	17.60%
Alquilada	8	2.00%
Otros	22	5.40%
Total	409	100.00%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017.

De lo expuesto, los productores de quinua presentan atributos: recibió asistencia técnica, capacitación, financiamiento, es parte de una asociación y cuenta con certificación, por debajo del 9 %, a excepción de pertenecer a una comunidad 98.53 % (Tabla 13). Para el

84.60 % la fuente de ingreso principal es el trabajo en las unidades productivas (Tabla 14). La posesión de los terrenos en su mayoría no cuentan con título de propiedad (Tabla 15).

#### 4.1.3. Descripción del manejo cosecha y postcosecha del cultivo de quinua

Los productores de quinua encuestados en Puno utilizan actividades tradicionales en el manejo de cosecha y post cosecha. Estas actividades son: formación de arcos, selección manual trillado, secado postcosecha, selección manual de granos, y disposición de almacén. Estas actividades lo realizan más del 75 % de productores encuestados. Dentro de esto, realizan más del 97 % formación de arcos, selección manual en trillado y grano (Tabla 16).

**Tabla 16: Manejo de cosecha y postcosecha del cultivo de quinua**

<b>Actividad</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Forma arcos	97.80%	2.20%
Selección manual en trillado	97.07%	2.93%
Secado postcosecha	75.06%	24.94%
Selección manual de grano	97.07%	2.93%
Dispone de almacén	87.04%	12.96%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017.

El rendimiento de quinua de los productores encuestados en Puno en promedio general para la cosecha 2017 es 1.01 TM/Ha, menor a 1.12 TM/Ha del 2015 y mayor a 0.96 TM/Ha del 2016 (SIEA, 2017). Todo los productores encuestados destinan parte de su producción de quinua al autoconsumo, siendo que el 57.21 % destina toda la producción al autoconsumo y el 42.79 % destinan la producción al autoconsumo y venta (Tabla 17).

**Tabla 17: Rendimiento y destino de la producción de quinua**

Rendimiento en TM/Ha.	1.010	
<b>Destino</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Autoconsumo y no vende	234	57.21%
Autoconsumo y vende	175	42.79%
	409	100%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017.

La venta de la producción de quinua se hace a diferentes acopiadores y a diversos precios. De los productores encuestados el 71.43 % venden quinua a mayorista de Puno y Juliaca, a las molineras y empresas transformadoras suman 4.58 %, entre otros. El precio de venta por kilogramo es mayor cuando se destinan a las molineras y empresas transformadoras, es menor en el caso del acopiador local y mayorista, y más bajo cuando se vende a los mayoristas de Puno y Juliaca (Tabla 18).

**Tabla 18: Destino de la venta de quinua y precio estimado**

<b>A quien vende</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Precio estimado por Kg</b>
Acopiador local	6.29%	S/ 3.55
Acopiador mayorista	4.57%	S/ 3.45
Mayorista de Puno y Juliaca	71.43%	S/ 3.14
Molineras	2.29%	S/ 4.55
Empresa transformadora	2.29%	S/ 4.08
Otros	1.14%	S/ 3.50
No define	12.00%	-----
	100.00%	S/ 3.25

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017.

La venta de quinua es en diferentes formas, como grano al cosechar, lavada y limpiada, su precio varía según la forma de venta. De los productores encuestados el 57.14 % venden la quinua a granel, el 1.14 % como quinua lavada y el 33.14 % como quinua limpiada. El precio estimado de venta de la quinua por kg es más bajo en granos al cosechar (S/ 3.02), mayor al ser limpiado (S/ 3.32), y más alto al ser lavado (S/ 3.57) (Tabla 19).

**Tabla 19: Forma de la venta de quinua y precio estimado**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Precio estimado por Kg</b>
Grano al cosechar	100	57.14%	S/ 3.02
Lavada	2	1.14%	S/ 5.32
Limpiada	58	33.14%	S/ 3.57
No define	15	8.57%	-----
	175	100.00%	S/ 3.25

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017.

También, hay quienes cuentan con certificación orgánica y se diferencia el precio. Del total de los que venden, el 6.29 % cuenta con certificación orgánica. El precio estimado por kilogramo es mayor cuando cuentan con esta certificación (S/ 3.84 vs S/. 3.18) (Tabla 20).

**Tabla 20: Certificación orgánica y precio estimado de quienes indican que venden la quinua**

<b>Cuenta con certificación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje de quienes venden</b>	<b>Precio estimado por Kg</b>
Si	11	6.29%	S/ 3.84
No	156	93.71	S/ 3.18
	175	100.00%	S/ 3.20

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017.

#### 4.1.4. Descripción de la clasificación de productores según el III CENAGRO (1994)

Según el III CENAGRO (1994), que clasifica a los productores por intervalos de extensión del predio en Ha, siendo con extensión de terreno entre 0 a 2.99 Ha, pequeño productor entre 3 a 9.99 Ha, mediano productor entre 10 a 29.9 Ha y gran productor mayor a 30 Ha. Los productores de quinua encuestados en Puno en su mayoría tienen unidades agropecuarias para todos los cultivos en condición de minifundios el 79 %, el 19 % serían pequeños productores, el 2 % medianos productores y no se constata la existencia de grandes productores (Tabla 21).

**Tabla 21: Clasificación según el III CENAGRO 1994 y resumen descriptivo de la extensión total (Ha) del productor de quinua de Puno**

<b>Producto según extensión</b>	<b>Unidades</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Promedio Ha.</b>	<b>Mínimo Ha.</b>	<b>Máximo Ha.</b>	<b>Desviación Ha.</b>
Minifundio 0 - 2.99 Ha.	323	78.97%	1.03	0.01	2.88	0.81
Pequeño 3 - 9.99 Ha.	78	19.07%	4.66	3.00	9.50	1.57
Medianos 10 - 29.9 Ha.	8	1.96%	17.41	10.50	26.27	6.26
<b>Total</b>	<b>409</b>	<b>100%</b>	<b>2.04</b>	<b>0.01</b>	<b>26.27</b>	<b>2.90</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017. La referencia a la clasificación de productores es del III CENAGRO (1994).

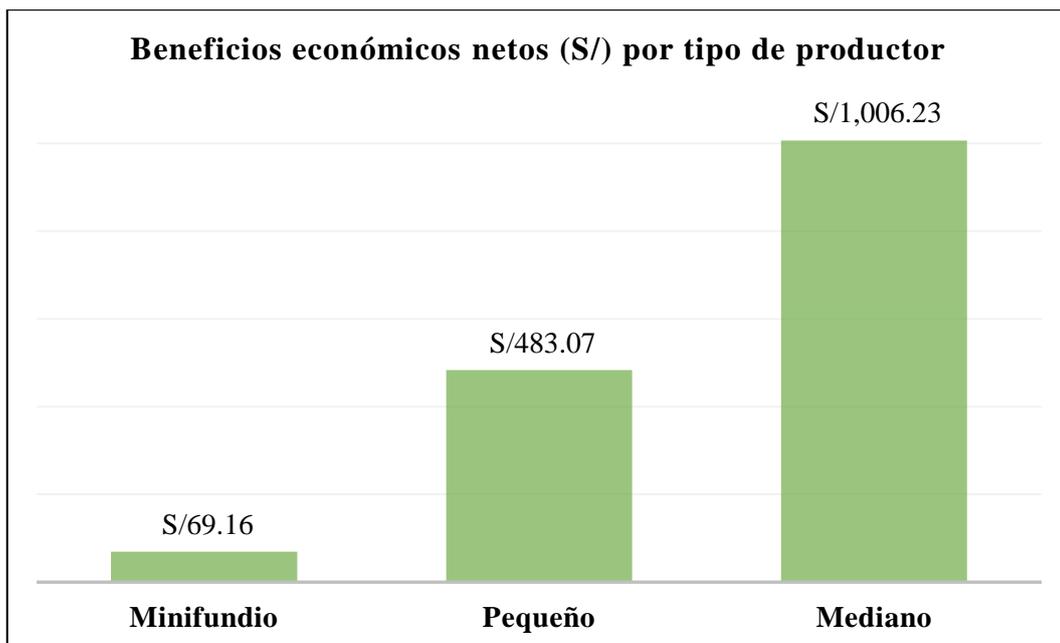
Sobre esa base de la clasificación, predomina la pequeña extensión destinada a la siembra de quinua, siendo en promedio de 0.25 Ha en los productores minifundistas, 0.89 Ha en los pequeños productores y 1.50 Ha en los medianos productores (Tabla 22).

**Tabla 22: Resumen descriptivo de la extensión destinada para la siembra de quinua (Ha) por tipo de productor de Puno según el III CENAGRO 1994.**

<b>Tipo de productor</b>	<b>Promedio Ha.</b>	<b>Mínimo Ha.</b>	<b>Máximo Ha.</b>	<b>Desviación Ha.</b>
Mediano	1.50	0.25	4.00	1.27
Minifundio	0.25	0.01	2.00	0.27
Pequeño	0.89	0.05	7.00	0.93
<b>Total</b>	<b>0.40</b>	<b>0.01</b>	<b>7.00</b>	<b>0.58</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017. La referencia a la clasificación de productores es del III CENAGRO (1994).

El promedio de los beneficios económicos netos son diferentes en los tipos de productores en esta clasificación, que dependen de los ingresos de la producción destinada a la venta, y los costos de producción incurridos, que tienen referencia en el costo unitario de producción del estudio de Díaz y Mercado (2014). Así, los medianos productores de Puno tienen beneficios económicos netos promedio de S/ 1 006.23, que son mayores a los pequeños productores de S/. 483.07, en tanto, en los minifundios son más bajos de S/ 69.16 (Figura 8).

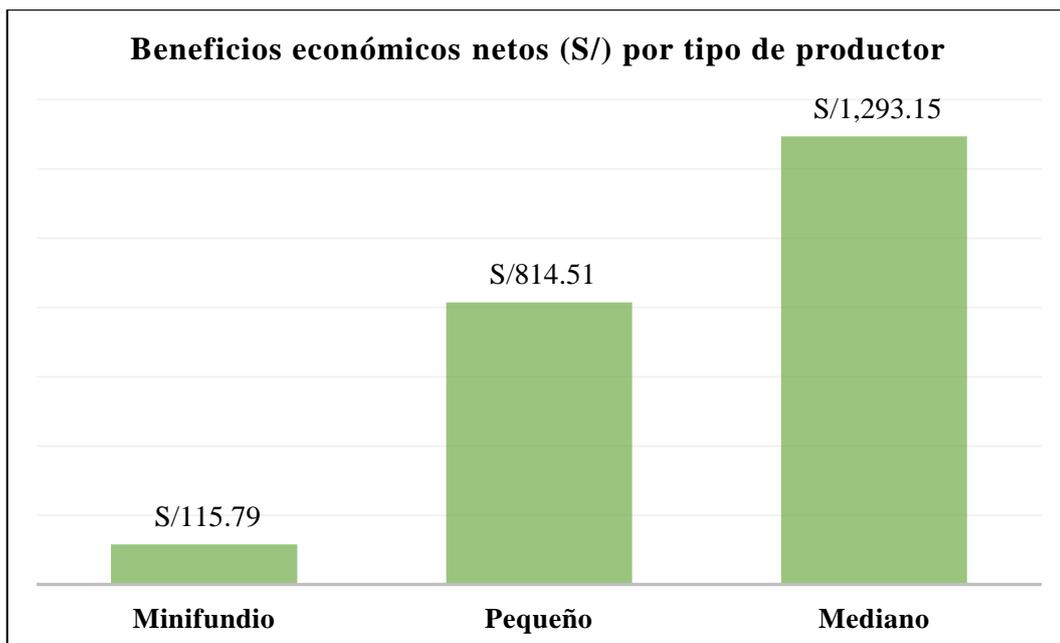


**Figura 8: Beneficio económico neto (solo de venta de quinua) promedio en soles por tipo de productor que vende. En total son 175 encuestados los que venden.**

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017. La referencia a la clasificación de productores es del III CENAGRO (1994).

Los beneficios económicos netos son diferentes en los tipos de productores en esta clasificación. Los beneficios económicos netos son ingresos de la producción total destinada a la venta al precio al productor local (incluye a quienes venden) y los costos son a partir del costo unitario de producción del estudio de Díaz y Mercado (2014). Así, los medianos productores obtendrían beneficios económicos netos en promedio de S/ 1293.15, mayores a los pequeños productores que son de S/ 814.15, en tanto, los minifundios serían los más bajos de S/ 115.79 (Figura 9).

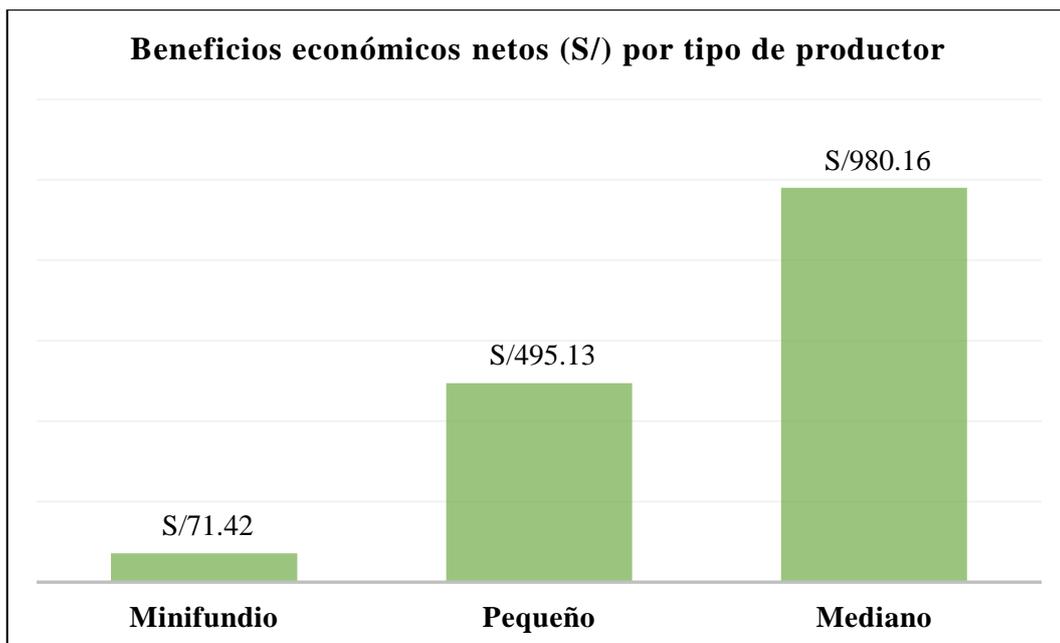
En conclusión. Si los medianos productores vendieran todo lo que producen incrementarían su beneficio económico contable en 28.51%, si los pequeños productores vendieran todo incrementarían su beneficio económico contable en 68.61%, y los minifundios incrementarían su beneficio en 67.42%.



**Figura 9: Beneficio económico neto (de vender todo lo que produce) promedio en soles por tipo de productor que vende quienes son 175 del total de encuestados.**

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017. La referencia a la clasificación de productores es del III CENAGRO (1994).

Por últimos consideramos a todos los encuestados y no solo a quienes vende; de donde los beneficios económicos netos son diferentes en los tipos de productores. Los beneficios económicos netos tienen ingresos si la producción total destinan a la venta al precio al productor local (incluye a todos los encuestados) y los costos son a partir del costo unitario de producción del estudio de Díaz y Mercado (2014). Para el total de encuestados, los medianos productores obtendrían beneficios económicos en promedio mayores de S/ 980.16, los pequeños productores de S/ 495.13, y los minifundios tendrían el menor desempeño de S/ 71.42 (Figura 10).



**Figura 10: Beneficio económico neto promedio en soles por tipo de productor (III CENAGRO 1994)**

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017. La referencia a la clasificación de productores es del III CENAGRO (1994).

La clasificación de productores según el III CENAGRO (1994) entre minifundio, mediano y pequeño productor, evidencia diferentes beneficios netos en ellos.

#### **4.1.5. Descripción de la clasificación de agricultura familiar según el MINAGRI (2015)**

El MINAGRI (2015) dispone de definiciones que permiten clasificar a las unidades agropecuarias como de Agricultura Familiar (AF) de subsistencia, AF intermedia y AF consolidada. Los productores de quinua encuestados en Puno son Agricultura Familiar de subsistencia en su mayoría, pues destinan su producción de quinua principalmente al autoconsumo (no venden el grano), AF intermedia serían quienes destinan la producción tanto al autoconsumo como a la venta, y AF consolidada serían quienes tienen mayor proporción relativa a la venta de quinua (en relación a los tipos anteriores de agricultores) y también acceden a otros factores de producción como maquinaria trilladora (tecnología) y abono inorgánico.

Así, de los productores encuestados el 57.21% son AF de subsistencia, el 38.39% son AF intermedia y apenas el 4.40% son AF consolidada. Además, el promedio de la extensión

total de los terrenos es 1.52 Ha en la AF de subsistencia, 2.60 en la AF intermedia y 4.99 Ha en la AF consolidada (Tabla 23).

**Tabla 23: Clasificación según el MINAGRI (2015) y resumen descriptivo de la extensión total de predios (Ha) del productor de quinua de Puno**

<b>Agricultura Familiar (AF)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Promedio Ha.</b>	<b>Mínimo Ha.</b>	<b>Máximo Ha.</b>	<b>Desviación Ha.</b>
AF de subsistencia	234	57.21%	1.52	0.01	26.25	2.48
AF intermedia	157	38.39%	2.60	0.10	26.27	3.14
AF consolidada	18	4.40%	4.00	0.15	14.78	4.06
<b>Total</b>	<b>409</b>	<b>100%</b>	<b>2.04</b>	<b>0.01</b>	<b>26.27</b>	<b>2.90</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017. La referencia a la clasificación de productores es del MINAGRI (2015).

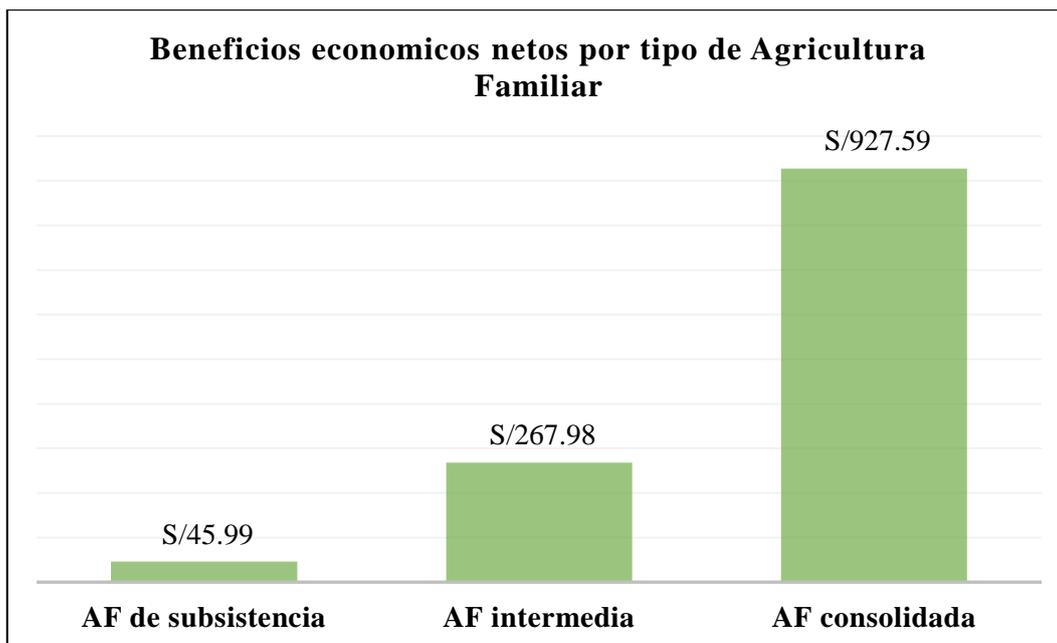
En esta clasificación predomina la pequeña extensión destinada para el cultivo de quinua. El promedio de la extensión destinada para la siembra de quinua es 0.26 Ha en la AF de subsistencia, 0.54 Ha en la AF intermedia y 0.90 Ha en la AF consolidada (Tabla 24).

**Tabla 24: Resumen descriptivo de la extensión de la siembra de quinua (Ha) por tipo de productor de Puno según el MINAGRI (2015).**

<b>Agricultura Familiar (AF)</b>	<b>Promedio Ha.</b>	<b>Mínimo Ha.</b>	<b>Máximo Ha.</b>	<b>Desviación Ha.</b>
AF de subsistencia	0.26	0.01	3.00	0.34
AF intermedia	0.54	0.01	7.00	0.72
AF consolidada	0.90	0.05	4.00	1.02
<b>Total</b>	<b>2.04</b>	<b>0.01</b>	<b>26.27</b>	<b>2.90</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017. La referencia a la clasificación de productores es del MINAGRI (2015).

Por otro lado, los beneficios económicos netos son diferentes en los tipos de productores en esta clasificación, así de los ingresos de la producción total destinada a la venta al precio al productor local (se asume e incluye a todos los encuestados), y los costos son del costo unitario de producción del estudio de Díaz y Mercado (2014). Para el total de encuestados, los que forman la AF consolidada que son el 4.40 % del total, tienen beneficios económicos netos en promedio de S/ 927.59, mayor a la AF intermedia de S/ 267.98, y la AF de subsistencia tendrían los más bajos desempeños de S/ 45.99 (Figura 11).



**Figura 11: Beneficio económico neto promedio en soles por tipo de productor según clasificación del MINAGRI 2015.**

Fuente: Elaboración propia sobre la base de 409 encuestas realizada en octubre 2017. La referencia a la clasificación de productores es del MINAGRI (2015).

#### **4.2. Clasificación del clúster bietápico en tipos o conglomerados homogéneos de productores de quinua de Puno dado los tipos de atributos**

Se identifica variables para la clasificación del clúster bietápico dado la existencia del marco descriptivo antes presentado. Para el caso de Puno, no se encuentra literatura sobre el uso de variables para clasificación de productores de quinua, y la literatura del clúster bietápico recomienda seleccionar las variables que sean necesarias para esa finalidad. Kervyn (1988) indica que las tipologías posibles varían enormemente en función del grado de complejidad y de los objetivos perseguidos. Por ello, para la clasificación de la tipología de productores se plantean variables productivas, de orientación al mercado, económicas, y sociales, como siguen:

##### **VARIABLES PRODUCTIVAS**

- Variables categóricas: Realiza labores culturales de abonamiento orgánico<sup>5</sup>, realiza labores culturales de deshierbo, realiza labores culturales de abonamiento inorgánico<sup>6</sup>, y aplicó fungicida o insecticida.

<sup>5</sup> Guano de isla, estiércol, compost y otros.

<sup>6</sup> Nitrato de amonio, sulfato de amonio, urea y otros.

- Variables continuas: Extensión total que cultiva en Ha<sup>7</sup>, extensión del cultivo de quinua en Ha, cantidad de producción de quinua en TM, maquinaria en horas por Ha. y mano de obra en horas por Ha.

#### **VARIABLES SEGÚN SU ORIENTACIÓN AL MERCADO**

- Variables continuas: Cantidad de producción de quinua destinada al autoconsumo en TM y cantidad de producción de quinua destinada a la venta en TM<sup>8</sup>.

#### **VARIABLES ECONÓMICAS**

- Variable categórica: Fuente de ingreso del jefe de hogar.
- Variable continua: Beneficio económico neto.

#### **VARIABLES SOCIALES**

- Variables categóricas: Lengua hablante: categórica.
- Variable continua: Edad del jefe de hogar.

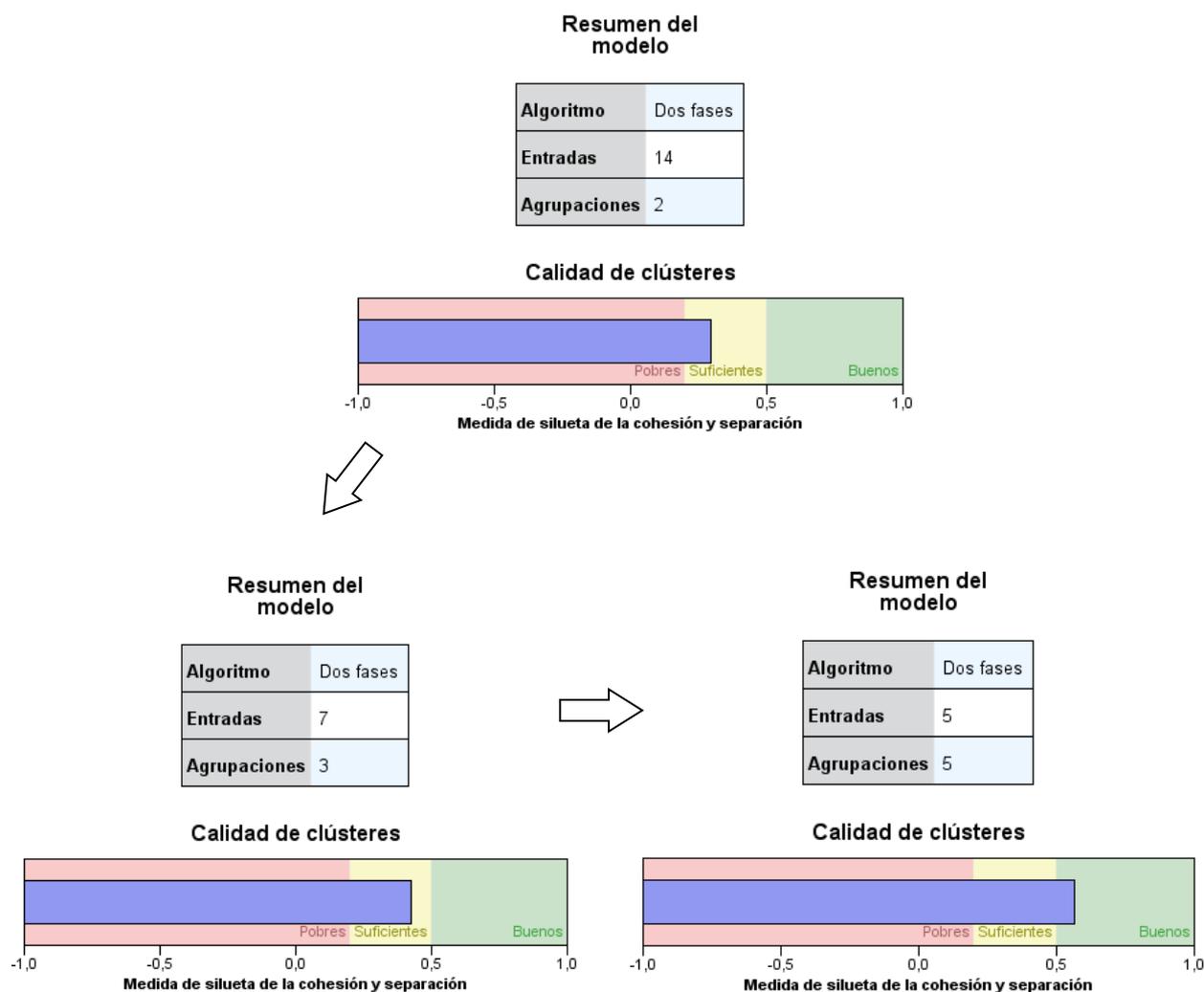
Algunas variables no resultaron operativas por la complejidad de la data de fuente primaria, pues no permiten una adecuada discriminación entre los grupos por el análisis clúster bietápico, dado que sus distribuciones concentran un porcentaje mayor o igual a 90% en una de sus categorías (Anexo 3).

A continuación se muestran tres resultados de clasificación del clúster bietápico con resultados desde suficientes y buenos con las variables planteadas. La Figura 12 muestra que en el modelo inicial, que incluyen 14 variables se generan dos grupos con un resultado de calidad de clústeres suficiente (en el rango inferior). Luego, el resumen del modelo con siete variables se generan tres grupos con un resultado de calidad de clústeres suficientes (en el rango superior). Por último, el resumen del modelo con cinco variables genera cinco grupos con un resultado de calidad de clústeres buenos (Figura 12).

---

<sup>7</sup> Comprende la extensión usada para todos los cultivos y no solo el destinado para quinua.

<sup>8</sup> Se considera Variable por su importancia temática a pesar de no permitir una adecuada discriminación entre los grupos (Anexo 3).



**Figura 12. Resultados de clúster bietápico inicial y final**

Fuente: 361 encuestas aplicadas a productores de quinua de Puno en octubre 2017 (SPSS).

Dado los principios de parsimonia o simplicidad de la economía se considera para la discusión y análisis el resultado con tres grupos, con siete variables y resultado suficiente, porque permite la mejor interpretación de resultados y explicar la clasificación de los productores de quinua de Puno, facilitando su comprensión y discusión en ese contexto, en tanto, los resultados con cinco grupos, dificulta la interpretación de las variables que la componen (Anexo 4).

De ese resultado de tres grupos con siete variables, se obtiene el ranking de las variables según su importancia para la clasificación. La primera es la más importante (abonamiento inorgánico), descendiendo la importancia hasta el beneficio económico neto (menos importante), como sigue:

1. Realizó abonamiento inorgánico

2. Realizó control de maleza (deshierbo)
3. Realizó abonamiento orgánico
4. Aplicó fungicida e insecticida a su área de cultivo
5. Producción de quinua (TM) (estandarizada en SPSS)
6. Extensión total de todo los cultivos en Ha<sup>9</sup> (estandarizado en SPSS)
7. Beneficio económico neto (S/) (estandarizado en SPSS)

De esas variables, dos son de control externo (uso de abono inorgánico y de fungicida e insecticida), dos de control interno (abonamiento orgánico y deshierbo), dos productivas (producción de quinua (TM) y extensión total de todos los cultivos (Ha)), y una económica (beneficio económico neto (S/)).

Las variables continuas se diferencian estadísticamente entre los tres grupos identificados. La prueba de ANOVA es significativa para las variables continuas originales de producción de quinua (TM) ( $p=0.03$ ), extensión total de todos sus cultivos (Ha) ( $p=0.05$ ) y beneficio económico neto (S/) ( $p=0.034$ ), indican que hay evidencia estadística para concluir que los tres grupos se diferencian en estas variables a un nivel de significancia del 0.05 (Tabla 25).

Además, en la prueba ANOVA hay variables que por su importancia temática también se diferencian estadísticamente entre los tres grupos identificados (Anexo 5). Estas variables son: mano de obra (horas/Ha) ( $p=0.011$ ), venta de quinua (TM) ( $p=0.020$ ) y edad ( $p=0.000$ ), ello indica que hay evidencia estadística para concluir que los tres grupos se diferencian en estas variables a un nivel de significancia del 0.05 (Tabla 25).

---

<sup>9</sup> Comprende la extensión usada para todos los cultivos y no solo el destinado para quinua.

**Tabla 25: Resumen<sup>10</sup> de las variables continuas tomadas de ANOVA de SPSS**

<b>Variab</b> les	<b>Sig.</b>
Extensi3n total de todos los cultivos (Ha)	.005
Extensi3n de quinua (Ha)	.456
Producci3n de quinua (TM)	.003
Maquinaria (Horas/Ha)	.926
Mano de obra (Horas/Ha)	.011
Producci3n de quinua destinada al autoconsumo (TM)	.079
Producci3n de quinua destinada a la venta (TM)	.020
Beneficio econ3mico neto	.034
Edad del jefe de hogar	.000

Fuente: 361 encuestas aplicadas a productores de quinua de Puno en octubre 2017 (Stata).

En la prueba ANOVA, existen variables por su importancia tem3tica no se diferencian estadisticamente entre los tres grupos identificados. Las variables son: extensi3n de quinua (Ha) ( $p=0.456$ ), uso de maquinaria (horas/Ha) ( $p=0.926$ ), autoconsumo de quinua (TM) ( $p=0.79$ ) e indican que no hay evidencia estadística para concluir que los tres grupos se diferencian en estas variables a un nivel de significancia del 0.05 (Tabla 25).

En la Tabla 26 se resumen las variables de cl3ster biet3pico, tama1o de cl3ster (tomado de SPSS) entre otras. Para enriquecer el an3lisis se incorporan algunas variables planteadas en el cl3ster biet3pico inicial que son significativas en la prueba de ANOVA y otras variables de inter3s. Seguidamente, dado esos resultados, a cada grupo identificado de los productores de quinua se le da una denominaci3n seg3n sus caracteristicas principales de acuerdo al comportamiento de sus variables.

El grupo dos que presenta variables con mejor desempe1o, se le denomina de “buen desempe1o” (BD), al estar por encima del promedio general en las variables continuas de clasificaci3n (Producci3n de quinua (TM), extensi3n total de todos los cultivos en Ha y Beneficio econ3mico neto (S/)), y realiza en mayor porcentaje dos actividades culturales de clasificaci3n. El grupo uno cuyas variables reflejan moderado desempe1o se le denomina de

<sup>10</sup> ANOVA de variables cl3ster biet3pico (Anexo 6)

“moderado desempeño con deshierbo” (MDCD), para diferenciar del grupo tres que se denomina de “moderado desempeño sin deshierbo” (MDSD), en ellos, las variables continuas de clasificación están por debajo del promedio general (Producción de quinua (TM), extensión total de todos los cultivos en Ha y Beneficio económico neto (S/)), y realiza en mayor porcentaje a lo más una actividad cultural de clasificación (Tabla 26).

En el grupo uno (MDCD), el 100% de los productores no realizan abonamiento inorgánico, el 100% realiza labores culturales de control de maleza. De otras variables agregadas (fuera del clúster), son quienes tienen menos horas/Ha de uso promedio de maquinaria, es conformado por agricultores Quechuas (51.9%) y Aymaras (48.1%), tiene el mayor número de productores que no venden la quinua (65.1%) y destina la mayor parte de la producción de quinua al autoconsumo (71%).

En el grupo dos (BD), el 100% de los productores realizan abonamiento inorgánico, el 74.4% realiza labores culturales de control de maleza, tiene el mayor promedio de producción de quinua (0.18 TM), dedican el más alto promedio de extensión total al cultivo (1.90 Ha), presenta mayor beneficio económico neto, y representan el mayor número de encuestados (47.6%). De otras variables (fuera del clúster) que los diferencia estadísticamente de otros grupos, tienen el mayor promedio de mano de obra (441.2 horas/Ha), el mayor promedio de venta de quinua (0.068 TM), realizan más rastra (91.8%), usan en promedio más maquinaria (26.24 horas/Ha) y semilla (23.87 Kg/Ha). Es conformado en su mayoría por agricultores Quechuas (66.9%) y destinan la mayor proporción de la producción a la venta (38%), entre los tres grupos conformados.

En el grupo tres (MDSD), el 100% de los productores realizan abonamiento inorgánico, pero no declaran labores culturales de control de maleza, más del 95% no realiza labores culturales de abonamiento orgánico ni aplica fungicida o insecticida, y representa el menor número de encuestados (23.0%). De otras variables agregadas (fuera del clúster), son en promedio los más jóvenes (tienen en promedio 48.53 años), realizan más surcado (79.5%), son en su mayoría agricultores Aymaras (56.6%) y tienen menor rendimiento de quinua.

**Tabla 26: Resultados de los tres grupos identificados, variables de tipificación de los grupos, tamaño de los grupos y otras variables**

Grupos identificados	Grupo 2, Buen Desempeño	Grupo 1, Moderado Desempeño Con Deshierbo	Grupo 3, Moderado Desempeño Sin Deshierbo	Promedio General (tres grupos)
<b>Variables de tipificación</b>				
Realiza abonamiento inorgánico	<b>Si (100.0%)</b>	No (100.0%)	No (100.0%)	No (52.08)
Realiza control de maleza (deshierbo)	<b>Si (74.4%)</b>	<b>Si (100.0%)</b>	No (100.0%)	Si (66.50)
Realiza abonamiento orgánico	No (72.7%)	No (67.9%)	<b>No (96.4%)</b>	<b>No (76.73)</b>
Aplica fungicida o insecticida	No (73.8%)	No (81.1%)	<b>No (97.6%)</b>	<b>No (81.66)</b>
Promedio de producción de quinua (TM)	<b>0.18</b>	0.13	0.12	0.15
Promedio de extensión total para todos los cultivos (Ha)	<b>1.90</b>	1.48	1.28	1.64
Promedio beneficio económico neto (soles)	<b>95.17</b>	76.79	38.35	76.71
<b>Tamaño</b>				
Número de productores encuestados	172.00	106.00	83.00	361
Tamaño en porcentaje (encuestados)	<b>47.6%</b>	29.4%	23.0%	100.0%
<b>Variables significativas de ANOVA</b>				
Promedio de mano de obra (horas/Ha)	<b>441.20</b>	320.56	249.84	361.78
Promedio de venta de quinua (TM)	<b>0.068</b>	0.043	0.036	0.053
Promedio de edad (años)	55.26	55.13	<b>48.53</b>	53.67
<b>Otros</b>				
Realiza rastra	<b>Si (91.8%)</b>	Si (80.1%)	Si (83.1%)	Si (85.57)
Realiza surcado	Si (64.1%)	Si (51.1%)	<b>Si (79.5%)</b>	<b>Si (62.10)</b>
Promedio de maquinaria (horas/Ha)	<b>26.24</b>	23.75	23.86	24.96
Promedio de semilla (Kg/Ha)	<b>23.87</b>	22.84	19.02	22.45
Venta de la producción de quinua	No (50.6%)	<b>No (65.1%)</b>	No (63.9%)	No (57.21)
Lengua del agricultor	<b>Quechua (66.9%)</b>	Quechua (51.9%)	Aymara (56.6%)	Quechua (56.2%)
Promedio rendimiento de quinua (TM/Ha)	<b>1.02</b>	0.92	0.75	0.93
Promedio de venta/ producción (%)	<b>38%</b>	33%	30%	-
Promedios de autoconsumo/ producción (%)	61%	<b>71%</b>	<b>70%</b>	-

Grupo 1: Moderado Desempeño Con Deshierbo (MDCD). Grupo 2: Buen Desempeño (BD). Grupo 3: Moderado Desempeño Sin Deshierbo (MDSD).

Fuente: 361 encuestas aplicadas a productores de quinua de Puno en octubre 2017.

En suma, se puede distinguir dos grandes grupos, el grupo dos con extensión total mayor al promedio general, que en su mayoría realizan abonamiento inorgánico y labores culturales de control de maleza (deshierbo) y la venta de quinua es mayor, y por otro lado, los grupos uno y tres donde el 100 % no realizan abonamiento inorgánico, en promedio usan menos horas/Ha de maquinaria y menos cantidad de semilla en Kg/Ha, con excepción de la actividad cultural de control de maleza (deshierbo) que corresponde al grupo uno

Por último, se agrega en los grupos identificados, la clasificación según el III CENAGRO 1994 y el MINAGRI 2015 con la finalidad de contrastar los dos grandes grupos. Por un lado, el grupo dos (Buen desempeño) tiene el más alto porcentaje de pequeños productores (25.0 %) y el más bajo porcentaje de minifundios (75.0 %); en cambio los grupos uno (MDCD) y tres (MDSD) tienen más del 84.0 % de minifundios y los más bajos porcentajes de pequeños productores (Tabla 27).

Por otro lado, el grupo dos (Buen desempeño) tiene AF consolidada (6.4 %), el mayor porcentaje de AF intermedia (43.0%) y el menor porcentaje de AF de subsistencia (50.6 %); en cambio los grupos uno (MDCD) y tres (MDSD) no tienen AF consolidada (0.0 %), los más bajos porcentajes de AF intermedia (a lo más 36.1 %) y los más altos porcentajes de AF de subsistencia (hasta un 65.1 %) (Tabla 27).

**Tabla 27: Resultado de Clasificaciones según MINAGRI 2015, III CENAGRO 1994 en los grupos identificados**

<b>Grupos identificados</b>	<b>Grupo 2, Buen desempeño (BD)</b>	<b>Grupo 1, Moderado desempeño con deshiero (MDCD)</b>	<b>Grupo 3, Moderado desempeño sin deshiero (MDSO)</b>
	<b>6.4 % Consolidada</b>	---	---
<b>Clasificación MINAGRI 2015:</b>			
<b>Agricultura Familiar</b>	<b>43.0 % Intermedia</b>	34.9 % Intermedia	36.1 % Intermedia
	50.6 % Subsistencia	<b>65.1 % Subsistencia</b>	<b>63.9 % Subsistencia</b>
<b>Clasificación III CENAGRO 1994</b>	75.00 % Minifundio	<b>84.9 % Minifundio</b>	<b>94.0 % Minifundio</b>
	<b>25-00 % Pequeño</b>	15.1 % Pequeño	6.0 % Pequeño
<b>Grupos identificados</b>	2 – BD	1 – MDCD	3 – MDSO
Tamaño en % (encuestados)	47.6%	29.4%	23.0%

Grupo 1: Moderado Desempeño Con Deshiero (MDCD). Grupo 2: Buen Desempeño (BD). Grupo 3: Moderado Desempeño Sin Deshiero (MDSO)

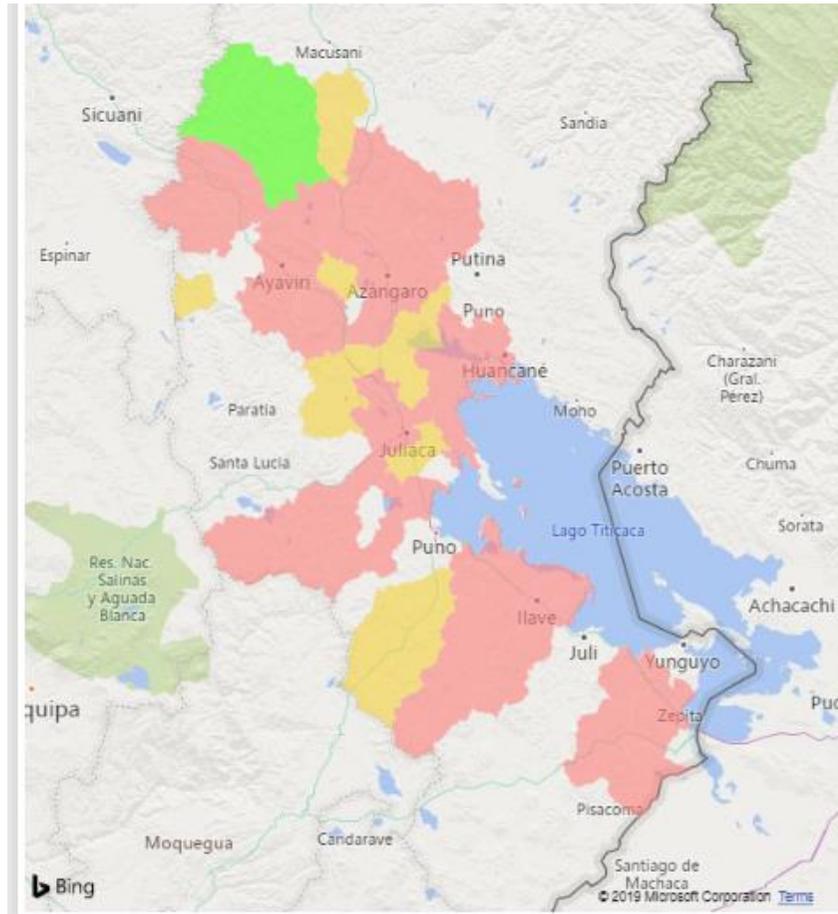
Fuente: 361 encuestas aplicadas a productores de quinua de Puno en octubre 2017.

Seguidamente, se presenta el mapa de los tipos de productores según la clasificación de los productores por el III CENAGRO (1994), la AF según el MINAGRI (2015) y los grupos identificados (Figura 13 y 14), representados a nivel de los distritos encuestados (Anexo 6).

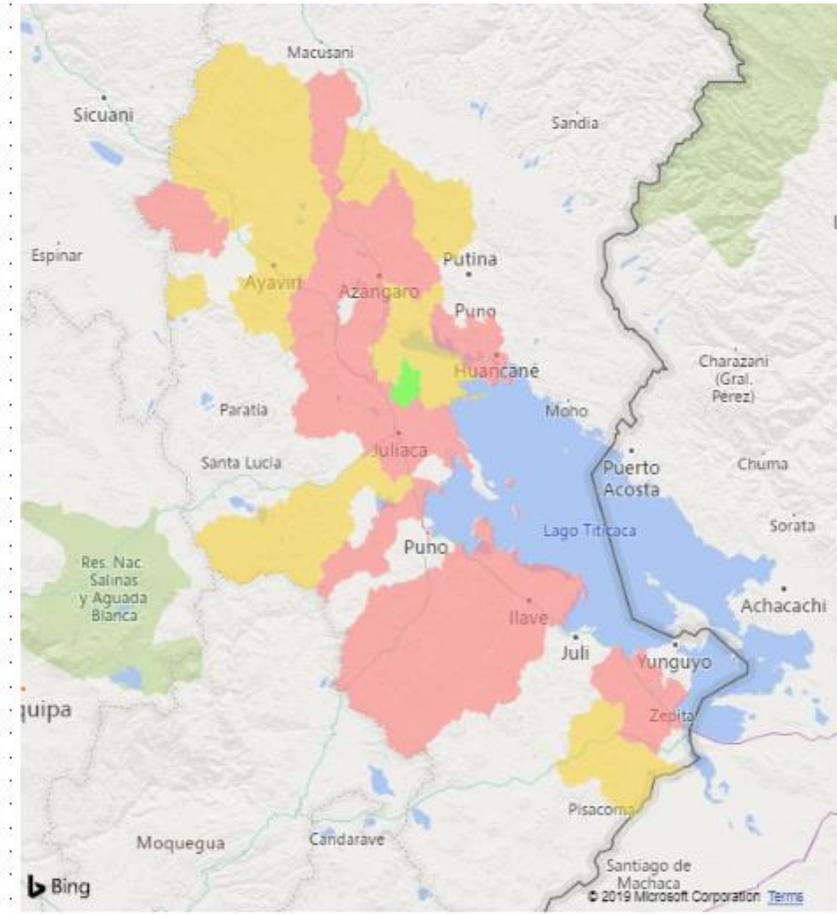
Según la clasificación del III CENAGRO (1994) (parte “a”) predominan los minifundios, así: (i) en la zona circunlacustre predominan minifundios y en la zona continental los productores son más diversos; (ii) al sur predominan minifundios y al norte son más diversos (Figura 13).

Según la clasificación del MINAGRI (2015) (parte “b”): (i) en la zona circunlacustre predomina la AF de Subsistencia; al sur predominan AF de Subsistencia y al norte la AF Intermedia; (ii) en la zona Aymara en su mayoría son AF de Subsistencia y en la zona Quechua son más diversas con predominio de AF Intermedia (Figura 13).

Parte a



Parte b



III CENAGRO 1994:  
○ Mediano agricultor    ○ Pequeño agricultor    ○ Minifundio

MINAGRI 2015: Agricultura Familiar  
○ Consolidada    ○ Intermedia    ○ Subsistencia

**Figura 13. Clasificación de productores de quinua de Puno según III CENAGRO 1994 (parte a), MINAGRI 2015 (parte b)**

Fuente: 361 encuestas aplicadas a productores de quinua de Puno en octubre 2017.



A nivel de las provincias, en la mayoría de provincias en mayor porcentaje son de buen desempeño. La provincia de Collao es su mayoría son del grupo uno (MDCD) (48.9%). La provincia de Chucuito es su mayoría son del grupo tres (MDSO) (48.9%) (Tabla 28).

**Tabla 28: Grupos por provincia**

<b>Provincias</b>	<b>1 – MDCD</b>	<b>2 – BD</b>	<b>3 – MDSO</b>	<b>Total general</b>
Azángaro	21.4%	<b>74.3%</b>	4.3%	100.0%
Chucuito	22.6%	17.0%	<b>60.4%</b>	100.0%
Collao	<b>48.9%</b>	37.8%	13.3%	100.0%
Huancane	34.6%	<b>53.8%</b>	11.5%	100.0%
Lampa	20.8%	<b>79.2%</b>	0.0%	100.0%
Melgar	32.4%	<b>35.3%</b>	32.4%	100.0%
Puno	26.0%	<b>39.7%</b>	34.2%	100.0%
San Román	36.1%	<b>55.6%</b>	8.3%	100.0%
Total general	29.4%	47.6%	23.0%	100.0%

Grupo 1: Moderado Desempeño Con Deshierbo (MDCD). Grupo 2: Buen Desempeño (BD). Grupo 3: Moderado Desempeño Sin Deshierbo (MDSO)

Fuente: 361 encuestas aplicadas a productores de quinua de Puno en octubre 2017.

Sin embargo, al considerar dos grandes grupos predominan los grupos de moderado desempeño al sumar los promedios generales (29.4 % + 23 %). También, los grupos de moderado desempeño son mayor en las provincias de Chucuito (22.6 % + 60.4 %), Collao (48.9 % + 13.3 %), Melgar (32.4 % + 32.4 %) y Puno (26.0 % + 34.2 %). En cambio, el grupo de buen desempeño predomina en Azángaro (74.3 %), Huancane (53.8 %), Lampa (79.2 %) y San Román (55.6 %) (Tabla 28).

De lo expuesto, se identifica tres grupos diferenciados en las variables clúster y de interés; también, se evidencia dos grandes grupos tomando de referencia el promedio general de distintas variables. Estos grupos difieren de las clasificaciones del III CENAGRO (1994) y del MINAGRI (2015).

#### **4.3. Eficiencia técnica por tipos de productores de quinua identificados, según variables de clasificación y por la variable venta de quinua**

La eficiencia técnica general de 361 productores de quinua encuestados en Puno fue significativa y se diferencia en cada uno de los grupos identificados, así como se evidencia las variables que explican sus variaciones.

El logaritmo es la transformación de variables que más se ajusta al comportamiento normal. Este análisis previo se encuentra en el Anexo 7.

La estimación de la ecuación planteada en STATA (ecuación 8) de la frontera estocástica, inicialmente contiene cinco variables involucradas (Anexo 8) y que se van retirando gradualmente hasta encontrar resultados significativos que se muestran en la Tabla 29.

La Prob> chi2 = 0.000 indica estadísticamente todos los coeficientes ( $\beta_i$ ) son diferentes de cero, que rechaza la hipótesis nula que todos los parámetros estimados sean iguales a cero ( $\beta_i=0$ ). En forma individual,  $p = 0.000$  en la extensión total de los cultivos en Ha (log\_totalarea) y  $p = 0.00$  en la cantidad de semilla en Kg/Ha (log\_sem) son significativos, a nivel de significancia del 0.05. Se interpreta, una reducción de la extensión total de los cultivos en Ha (log\_totalarea) en 1% incrementaría el rendimiento de quinua en TM/Ha (log\_prod) en 0.4279%, pero, - 0.4279 ( $\beta_1 < 0$ ) no validaría lo planteado ( $\beta_1 > 0$ ). Un incremento de la cantidad de semilla en Kg/Ha (log\_sem) en 1% incrementaría el rendimiento de quinua en TM/Ha (log\_prod) en 0.113% (Tabla 29). La cantidad de semilla valida el planteamiento y resultado estadístico. Prob>chibar2 = 0.000 indica que existe un término de error que capture la eficiencia técnica a un nivel de significancia de 0.05.

**Tabla 29: Resultado de la estimación de eficiencia técnica significativas<sup>11</sup>**

Stoc. frontier normal/half-normal model                      Number of obs    =        361  
    Wald chi2(2)     =        146.17  
 Log likelihood = -503.30935                                        Prob > chi2      =        0.0000

log_prod	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
log_totalarea	-.4279234	.0425318	-10.06	0.000	-.5112842	-.3445626
log_sem	.1126718	.0277157	4.07	0.000	.05835	.1669936
/lnsig2v	-.7708039	.1616064	-4.77	0.000	-1.087547	-.4540612
/lnsig2u	.3685615	.1550505	2.38	0.017	.0646681	.6724549
sigma_v	.6801772	.0549605			.5805535	.7968964
sigma_u	1.202353	.0932127			1.032862	1.399657
sigma2	1.908295	.1922912			1.531411	2.285179
lambda	1.767706	.1321881			1.508622	2.02679

Likelihood-ratio test of sigma\_u=0: chibar2(01) = 15.31 Prob>=chibar2 = 0.000

log\_prod: logaritmo del rendimiento de quinua en TM/Ha.  
 log\_totalarea: logaritmo de la extensión total cultivada en Ha  
 log\_sem: logaritmo de las semillas de quinua en Kg/Ha

Fuente: 361 encuestas aplicadas a productores de quinua de Puno en octubre 2017 (Stata).

Los estadísticos de la eficiencia técnica individual de los agricultores de quinua encuestados y sus estadísticos descriptivos se aprecian en la Tabla 30.

**Tabla 30: Estadísticos descriptivos de la eficiencia técnica individual**

. summarize efic\_gen3 if Cluster1 !=-1

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
efic_gen3	361	.4740139	.1709345	.0075749	.8107169

efic\_gen3: eficiencia técnica individual.

Fuente: 361 encuestas aplicadas a productores de quinua de Puno en octubre 2017 (Stata).

La evidencia de la eficiencia técnica de los productores de quinua encuestados de Puno en promedio es 0.474, se encuentra entre los intervalos de 0.0075 y 0.8107, sin embargo, no se tienen referentes anteriores para comparar estos resultados.

<sup>11</sup> El modelo máxima verosimilitud, no generan R2, se interpreta por chi2 y chibar2 menor a 0.05.

Además, la eficiencia técnica se diferencia estadísticamente entre los grupos anteriormente identificados con la prueba ANOVA. La Prob = 0.0101 indica que hay evidencia estadística para concluir que los tres grupos identificados no poseen la misma eficiencia técnica media a un nivel de significancia del 0.05 (Tabla 31).

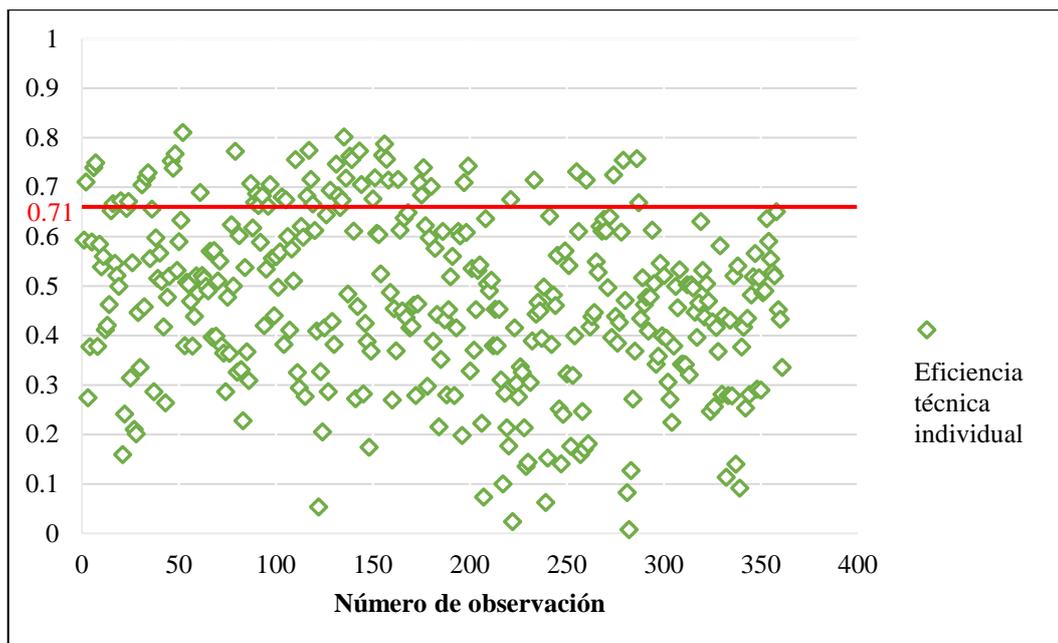
**Tabla 31: ANOVA de la eficiencia técnica individual según grupo del clúster bietápico**

```
. oneway efic_gen3 Cluster1 if Cluster1 !=-1
```

Source	Analysis of Variance			F	Prob > F
	SS	df	MS		
Between groups	.266619202	2	.133309601	4.66	0.0101
Within groups	10.2520781	358	.02863709		
Total	10.5186973	360	.029218604		

Fuente: 361 encuestas aplicadas a productores de quinua de Puno en octubre 2017 (Stata).

Al establecer con los resultados obtenidos, un nivel de eficiencia superior pero posible de ser alcanzado en la zona de estudio, ello permite comparar la eficiencia individual de los productores de quinua encuestados en Puno, evidenciando en general, que ellos poseen bajos niveles de eficiencia técnica individual. Así, se encontró productores de quinua con eficiencia técnica por encima de 0.71 (posible y alcanzable), el 10.08% de encuestados están por encima de ese nivel (Figura 15).



**Figura 15. Dispersión de la eficiencia técnica individual y punto de corte 0.71 (10% de observaciones sobre el punto de corte)**

Fuente: 361 encuestas aplicadas a productores de quinua de Puno en octubre 2017 (Microsoft Excel).

La eficiencia de cada uno de los tres grupos de productores identificados y su validación estadística permite mostrar la eficiencia real de cada grupo. Al construir el indicador, margen de eficiencia como promedio de la diferencia entre el nivel de eficiencia técnica asumido (0.71) y las eficiencias técnicas individuales, se detecta que el grupo dos (BD) son los más eficientes técnicamente (promedio 0.5025), y podrían mejorar en promedio hasta 0.2123; los grupos uno (MDCD) y tres (MDSO) presentan valores similares en promedios de eficiencias técnica (promedio de 0.4464 y 0.4504 respectivamente), son menos eficientes y podrían mejorar en promedio hasta 0.26 aproximadamente (Tabla 32).

**Tabla 32 Resultado de promedio de eficiencias técnica y margen de eficiencia técnica según grupos identificados**

Grupos identificados	2 – BD	1 – MDCD	3 – MDSO	General
Número de productores	172	106	83	361
Promedio de eficiencias técnica	0.5025	0.4464	0.4504	0.4740
Promedio de margen de eficiencia técnica	0.2123	0.2664	0.2606	0.2393

Grupo 1: MDCD, Moderado Desempeño Con Deshierbo. Grupo 2: BD, Buen Desempeño. Grupo 3: MDSO: Moderado Desempeño Sin Deshierbo.

Fuente: 361 encuestas aplicadas a productores de quinua de Puno en octubre 2017.

La conclusión parcial es que la eficiencia técnica y el margen de eficiencia muestran dos grandes grupos comparados con el promedio de la eficiencia general (0.4740). El grupo dos (BD) tiene en promedio de eficiencia técnica (0.5025) mayor al promedio general, en tanto en los grupos uno (MDCD) y tres (MDSD) las eficiencias técnicas promedios son inferiores al promedio general. Lo inverso ocurre con el margen de eficiencia (0.2123) a mejorar (Tabla 32).

Por otro lado, la eficiencia técnica en relación a variables cualitativas presenta un *R-squared* del 89.39%. En general todos los coeficientes ( $\beta_i$ ) son diferentes de cero (La Prob > F = 0.000). Individualmente solo algunas variables son significativas (diferentes de cero) y estos son el realizar abonamiento inorgánico ( $p = 0.022$ ) y destinar quinua a la venta ( $p = 0.000$ ), a nivel de significancia del 0.05 (Tabla 33).

Así, los que realizan abonamiento inorgánico tiene 0.04809 puntos de mayor eficiencia técnica de aquellos que no lo hacen, y quiénes destinan quinua a la venta tienen 0.0900 puntos mayor de eficiencia técnica de aquellos que no destinan a la venta (Tabla 33).

**Tabla 33 Regresión lineal de eficiencia técnica en función de variables cualitativas**

```
. regress efic_gen3 capc cred asoc inorg org org_inorg desh fung venta if Cluster1
```

Source	SS	df	MS			
Model	81.9319199	9	9.10354665	Number of obs =	361	
Residual	9.69958454	352	.027555638	F( 9, 352) =	330.37	
Total	91.6315044	361	.253826882	Prob > F	= 0.0000	
				R-squared	= 0.8941	
				Adj R-squared	= 0.8914	
				Root MSE	= .166	

efic_gen3	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
capc	-.0686252	.0375147	-1.83	0.068	-.1424064	.005156
cred	.2324003	.0449216	5.17	0.060	.1440517	.3207489
asoc	.0703755	.0361049	1.95	0.052	-.0006329	.1413838
inorg	-.0480913	.0208728	-2.30	0.022	-.0891424	-.0070402
org	.0476058	.0320884	1.48	0.139	-.0155034	.110715
org_inorg	.035146	.0415591	0.85	0.398	-.0465894	.1168813
desh	.0193542	.0203675	0.95	0.343	-.0207031	.0594115
fung	.0252821	.0235027	1.08	0.283	-.0209413	.0715054
venta	-.0900578	.0178553	-5.04	0.000	-.1251743	-.0549413

Efic\_gen3: eficiencia técnica individual. capc: recibió capacitación. cred: recibió crédito. asoc: pertenece alguna asociación. inorg: realiza abonamiento inorgánico. org: realiza abonamiento orgánico. org\_inorg: realiza abonamiento inorgánico y orgánico. desh: realiza deshierbo. fung: aplica fungicida o insecticida. venta: destina quinua a la venta.

Fuente: 361 encuestas aplicadas a productores de quinua de Puno en octubre 2017 (Stata).

La eficiencia técnica individual de los grupos identificados y sus promedios son diferentes, las variables que lo validan son el uso de semilla en el rendimiento, el abono inorgánico y la venta.

#### 4.4. Desempeño económico según tipos de productores de quinua identificados

Los promedios de los beneficios netos (S/) se diferencian estadísticamente entre los grupos identificados con la prueba ANOVA ( $p = 0.034$ ) (Tabla 34), a un nivel de significancia de 0.05.

**Tabla 34: ANOVA de SPSS para la variable beneficio neto según grupo identificado**

ANOVA					
Beneficios netos (S/).	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.475	2	.237	3.399	.034
Dentro de grupos	25.007	358	.070		
Total	25.482	360			

Fuente: 409 encuestas aplicadas a productores de quinua en Puno en octubre 2017 (SPSS).

Sin embargo, los promedios de los beneficios netos (S/) por Ha. no se diferencian estadísticamente entre los grupos identificados con la prueba ANOVA ( $p = 0.491$ ), a un nivel de significancia de 0.05 (Tabla 35).

**Tabla 35: ANOVA de SPSS para la variable beneficio neto por Ha. según grupo identificado**

ANOVA					
Beneficios netos (S/) por Ha.	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	849236,078	2	424618,039	,713	,491
Dentro de grupos	213199200,415	358	595528,493		
Total	214048436,493	360			

Fuente: 409 encuestas aplicadas a productores de quinua en Puno en octubre 2017 (SPSS).

Se ve los beneficios económicos netos serían mayor en promedio en el grupo dos (BD), seguido del grupo uno (MDCD) y el menor grupo tres (MDSD) (Tabla 36).

**Tabla 36: Beneficio económico neto según grupo identificado**

<b>Grupos identificados</b>	<b>2 – BD</b>	<b>1 – MDCD</b>	<b>3 – MDSD</b>
Promedio de beneficios <sup>12</sup> netos (S/)	<b>95.17</b>	76.79	38.35
Promedio de beneficios <sup>13</sup> netos (S/) por Ha.	<b>172</b>	106	83

Grupo 1: MDCD, Moderado Desempeño Con Deshierbo. Grupo 2: BD, Buen Desempeño.

Grupo 3: MDSD: Moderado Desempeño Sin Deshierbo.

Fuente: 361 encuestas aplicadas a productores de quinua de Puno en octubre 2017.

Así, los grupos identificados de productores de quinua de Puno se diferencian en variables distintas al beneficio económico neto por Ha, siendo las variables diferenciadoras el uso de abono inorgánico, el control de maleza (deshierbo), el abonamiento orgánico, la aplicación de fungicidas o insecticidas, la producción de quinua (TM), la extensión total de todos los cultivos en Ha, y el beneficio económico neto (en soles).

Finalmente, los tres grupos de productores desde el punto de vista económico terminan siendo homogéneos, porque no se diferencian en el beneficio económico neto por Ha, pero sí en otras variables productivas y económicas. El grupo dos (BD) se diferencia de los otros grupos en la eficiencia técnica (0.502), la venta (0.068 TM), la producción de quinua (0.18 TM) y la extensión total de cultivos (1.90 Ha), por encima del promedio general en cada uno. El grupo uno (MDCD) y el grupo tres (MDSD) tienen valores aproximados de eficiencia técnica (0.446 y 0.450 respectivamente), ellos no usan abono inorgánico, la venta es menor (0.043 y 0.036 TM respectivamente), la producción de quinua es menor (0.13 y 0.12 TM respectivamente), así como en menor extensión total de cultivos (1.48 y 1.28 Ha respectivamente).

#### **4.5. Discusión**

Según Kervyn (1988) la pequeña explotación es tecnológicamente tradicional. El tipo de productor predominante es el pequeño agricultor (79 % de minifundios), el 43 % destina su producción principalmente al autoconsumo y el 57 % no vende su producción. En estos productores, en las labores de cosecha y post cosecha, las actividades de formación de arcos, selección manual en trillado y de granos son realizado por al menos el 97 % de productores

---

<sup>12</sup> De obtener al vender toda su producción de quinua.

encuestados, de esos casos, un análisis estático podría revelar una imagen confusa debido a la complejidad de una realidad heterogénea (Kervyn, 1988).

En relación a los grupos identificados, la heterogeneidad plantea un reto para las políticas públicas, que siendo agregadas ganan sencillez y coherencia, pero no realismo y soluciones adecuadas (Kervyn, 1988). De Maletta (2017), la AF no está libre de ambigüedad y presenta inconveniencias para definir operativamente las variables estadísticas que los caracterizan. Así, según Tobar (2008) tomaríamos cinco categorías de agricultura familiar, sin embargo, el MINAGRI (2015) considera tres categorías que se describen en la presente investigación (Tabla 23) bajo suposiciones. Estas categorías son usadas en la práctica con distintos matices, significados y propósitos (Maletta, 2017), y no están libres de ambigüedad.

Así, llegamos a identificar los grupos en base a las variables que permiten discriminarlas teniendo en cuenta el párrafo anterior y tomando de referente el promedio general de las variables.

Sobre la eficiencia técnica y desempeño económico. Koopmans (1951) sostiene la eficiencia técnica (productiva) en una combinación factible y Debreu (1951) propuso un “coeficiente de utilización de los recursos” como índice de eficiencia técnica. La estimación con la ecuación *Cobb – Douglas* de la frontera estocástica de esta investigación dio un resultado de eficiencia técnica significativa, debiendo considerarse que en el Altiplano peruano, hay menos recursos disponibles (agua, suelos fértiles y biodiversidad); y que el cambio climático está modificando los escenarios para distintos tipos de agricultura (BID, 2017). Así, en los productores de quinua de Puno, la asistencia técnica, la capacitación, el financiamiento, entre otros, no superan el 9% de acceso a los productores encuestados, ello podría evidenciar que no se está modificando los escenarios de producción de quinua frente a las presiones actuales y futuras.

El estancamiento de la productividad agrícola (FAO, 2017) también se presenta en la producción de quinua de Perú, pues entre 2005 – 2010 han recuperado los niveles de la década de 1950 (Eguren, 2012). Hay evidencia que se puede incrementar el rendimiento y la eficiencia técnica a partir de la cantidad de semilla, insumos externos e introducción al mercado, siendo posible mejorar la eficiencia hasta un máximo factible.

Según Coras (2015), la eficiencia técnica en productores de quinua de Junín tiene relación positiva con los niveles de educación, acceso a sistemas de riego e inquilinato del predio agrícola, y la influencia de la variable acceso al crédito es positiva para el rendimiento (Estrada, 2017), ello difiere en esta investigación en la cantidad de semilla que tiene relación positiva con el rendimiento, y el uso de insumos externos y venta al mercado, que presenta relación positiva con la eficiencia técnica.

La economía campesina se caracteriza por ser una economía agraria, de pequeña escala y por estar fundamentalmente organizada con una base familiar (Gudeman y Rivera, 1990, cit, Mayer 2004). La evidencia en Puno indica que el 80.0 % de productores de quinua son de minifundios y el 80.9 % obtiene sus ingresos de su propia unidad productiva. Ello podría explicar que la reducción de la extensión total de todos los cultivos en Ha ( $\log\_totalarea$ ) en 1% incrementaría el rendimiento de quinua en TM/Ha ( $\log\_prod$ ) en 0.4279 %, pues ello favorecería las áreas asignadas a la quinua en ese entorno, pero no valida el planteamiento que a mayor extensión en Ha existe mayor rendimiento.

Finalmente, se evidencia limitación en el desempeño económico. Si bien, existe importancia de la venta en la eficiencia técnica, pues el grupo que destina más quinua a la venta presenta mejores indicadores, pero en estas economías rurales, todos los agricultores destinan buena parte de su producción al autoconsumo, siendo una de las principales motivaciones de la producción la de garantizar la seguridad alimentaria local, pues en los grupos identificados, sus diferencias son por variables distintos al beneficio económico neto por Ha.

## V. CONCLUSIONES

El estudio describe y caracteriza a los productores de quinua de Puno sobre la base de información colectada por la encuesta realizada en octubre de 2017, lo que permite estimar el nivel de eficiencia técnica de cada tipo de productor de quinua encuestado, además de evidenciar las variables explicativas de la eficiencia técnica y el desempeño económico de esos productores. Los resultados permiten concluir que:

1. El tipo de productor predominante es el pequeño agricultor (79 % de minifundios), el 43 % destina la producción de quinua principalmente al autoconsumo y el 57 % no vende su producción (AF de subsistencia). Existen dos grandes grupos de productores, por un lado los de Moderado Desempeño Con Deshierbo (MDCD) (grupo uno con 29.4% de los productores) y Sin Deshierbo (MDSD) (grupo tres con 23.0% de los productores) con promedio de producción de quinua y extensión total de todo los cultivos por debajo de los promedios generales 0.15 TM y 1.64 Ha respectivamente, donde el 100 % de ellos no usan abono inorgánico, dentro del cluster bietápico; además, entre otras variables, destinan la producción de quinua principalmente al autoconsumo (71 % y 70 % respectivamente), tienen menos rendimientos (0.92 y 0.75 TM/Ha) y usan en promedio menor maquinaria (alrededor de 23 horas/Ha). En tanto, el de Buen Desempeño (BD) (grupo dos con 47 % de los productores) con promedio de producción de quinua y extensión total de todo los cultivos por encima de los promedios generales 0.15 TM y 1.64 Ha respectivamente, donde el 100 % emplea abono inorgánico y el 74.4 % emplea control de maleza, dentro del cluster bietápico; además, entre otras variables, destina el 38% del total de producción de quinua hacia la venta (mayor proporción a la venta entre los tres grupos), tiene en promedio el mayor rendimiento (1.02 TM/Ha.), y emplean en promedio más maquinaria (26.2 horas/Ha), por lo que se acepta la primera hipótesis

específica, que el tipo de productor predominante sería el pequeño agricultor con orientación al autoconsumo y que hace uso de la tecnología tradicional para el proceso agrícola.

2. El tipo dos de productores, grupo de Buen Desempeño (BD) es quién más usa semilla (23.87 Kg/Ha), siendo el de mayor rendimiento ((1.02 TM/Ha), destina la producción de quinua más a la venta y realiza abonamiento inorgánico, siendo el más eficiente (0.502) de los tres grupos identificados; además emplea maquinaria 26.24 horas/Ha y mano de obra 441.2 horas/Ha; en cambio, los tipos uno Moderado Desempeño Con Deshierbo (MDCD) y tipo tres Sin Deshierbo (MDSD) utilizan semilla 22.83 Kg/Ha y 19.02 Kg/Ha respectivamente, siendo los de menor rendimiento 0.92 y 0.75 TM/Ha respectivamente; por otro lado, en promedio venden quinua por debajo del promedio general (al autoconsumo 71 % y 70 % respectivamente) y no realizan abonamiento inorgánico, siendo los menos eficientes (alrededor de 0.45), según los resultados significativos, además emplean maquinaria alrededor de 23 horas/Ha, mano de obra 320.56 y 249.84 horas/Ha, por lo que se acepta la segunda hipótesis que los productores de quinua orientados al mercado en mayor proporción presentan mayor eficiencia técnica debido al uso de usan de al menos una variable externa.
3. El desempeño económico calculado de todo lo producido con el precio al productor, evidencia diferencias significativas en valor absoluto para los tres grupos identificados, sin embargo, al considerar el beneficio económico por Ha, no se puede concluir que los grupos presenten diferencia significativa en su desempeño económico; es decir, los productores se diferencian en las variables de actividades culturales, extensión de siembra de quinua, extensión del predio, entre otros, por ello, la tercera hipótesis que los productores de quinua orientados al mercado presentan mayor beneficio económico respecto a aquellos orientados en mayor proporción al autoconsumo, solo sería parcialmente verdadera (en términos totales pero no cuando se homogeniza en unidades por Ha).

Finalmente, en general los productores de quinua de Puno son pequeños, con limitado acceso a la tierra (son minifundios en su mayoría) y al capital (poco acceso al financiamiento), éstos se diferencian en dos grandes conjuntos. Por un lado, quienes emplean más semilla tienen

más rendimiento, quienes hacen uso de insumo externo y se orienta al mercado son más eficientes, haciendo uso en su mayoría de dos variables discriminadoras en la identificación de grupos, producción de quinua, extensión total de cultivo y beneficio económico por encima del promedio general; por otro lado, quienes emplean menos semilla tienen menos rendimiento, no hacen uso de insumos externos, son menos eficientes, poseen en su mayoría, menos de dos variables discriminadoras en la identificación de grupos, producción de quinua, extensión total de cultivo y los beneficios económicos son los más bajos. Sin embargo, al comparar el beneficio económico por unidad de extensión no se diferencia entre los grupos identificados, en forma significativa. Además, las dos variedades más producidas por todos son Blancas, jank'ó o yurac, y Cancolla (blanca).

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a las instituciones promotoras de la agricultura local (Dirección regional de Agricultura, Agencias Agrarias, las ONG, empresas comercializadoras, proyectos productivos agrarios, entre otros), a fomentar en los grupos uno Moderado Desempeño Con Deshierbo (MDCD) y tres Moderado Desempeño Sin Deshierbo (MDSD), el uso de más actividades culturales (variables productivas identificadas en la clasificación), que permitan mejorar la forma usual de la producción de quinua en Puno a fin de lograr mayores rendimientos y mejor eficiencia técnica, principalmente en los distritos de El Collao (MDCD) y Chucuito (MDSD).
2. A la Dirección Regional Agraria Puno (DRA Puno) difundir y capacitar a los productores de quinua encuestados en Puno respecto al uso recomendado de semillas, debido que la evidencia estadística señala que su uso adecuado podría generar mayor rendimiento y mejor desempeño en la eficiencia técnica factible. Asimismo, los nuevos proyectos productivos y socioeconómicos de instituciones públicas y/o privadas, podrían vincularse a mejorar la proximidad al mercado, el uso de maquinaria, la capacitación en el abonamiento orgánico, abonamiento inorgánico, fungicidas y labores de deshierbo.
3. A quienes desarrollan tesis o investigación, tener en cuenta el uso de abono inorgánico o de sustitutos próximos, abono orgánico y acceso al crédito en futuras investigaciones por su importancia en la eficiencia técnica, así mismo se recomienda difundir el uso de abono inorgánicos o sus próximos orgánicos en los distritos representativos de los grupos uno Moderado Desempeño Con Deshierbo (MDCD) y tres Moderado Desempeño Sin Deshierbo (MDSD), para mejorar la eficiencia técnica, y desempeño económico.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abugoch James, L.E. (2009) Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Advances in Food and Nutrition Research*. 58.
2. Alvarado, L. 2013. Evaluación de la sustentabilidad de la producción orgánica del café a través de la medición de la eficiencia técnica económica con variables ambientales. Lima: *Natura@economía*, 1(2), 91 – 110.
3. BCRP (Banco Central de Reservas del Perú). 2016. Caracterización del Departamento de Puno (en línea). Departamento de Estudios Económicos, Puno, Perú; jul 2016. Consultado el 08 de nov. de 2017. Disponible en <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Puno/puno-caracterizacion.pdf>
4. BID (Banco Interamericano de Desarrollo); Programa IDBX, 2017. MOOC: Agrimonitor, políticas agropecuarias, seguridad alimentaria y cambio climático (en línea). Washington D. C., Estados Unidos, Harvard y MIT. Consultado el 07 de sep. de 2017. Disponible en <https://courses.edx.org/courses/course-v1:IDBx+IDB13x+2T2017/course/>
5. Coras, N. 2015. Caracterización y Eficiencia Económica de los Productores de Quinoa en el Valle del Mantaro – Junín. Tesis Lic. Ciudad de Lima, Perú: UNALM. 104p
6. Cuadras, C. 2014. *Métodos de Análisis Multivariante*. Barcelona: CMC Editions.

7. De la Fuente, S. 2011. Análisis conglomerados. Madrid, España: UAM.
8. Debreu, G. 1951. The coefficient of resource utilization. *The Econometric Society* 19(3):273-292.
9. Eguren, F. 2012. Eficiencia y rendimiento de la agricultura peruana (en línea). *La Revista Agraria*, Lima, Perú; jun 2012. Consultado el 06 de sep. de 2017 Disponible en <http://www.larevistaagraria.info/sites/default/files/revista/LRA141/Eficiencia%20y%20rendimientos.pdf>
10. Escobar, G.; Berdegué, J. 1990. Tipificación de Sistemas de Producción. Consultado el 09 de sep. de 2017. Disponible en <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/3969/49675.pdf?sequence=1>
11. Estrada, M. 2017. Tipología de Productores y Eficiencia Técnica en la Producción de Quinoa en la Región Junín. Lima: UNALM.
12. Espinosa, P.; Suárez, G. (1990). Caracterización de los Sistemas de Producción Agrícola de Productores de Maíz de la Provincia de Bolívar en Ecuador. Consultado el 10 de sep. de 2017. Disponible en <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/3969/49675.pdf?sequence=1>
13. FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. *La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Bolivia: PROINPA. 66p. Consultado 07 sep. 2017. Disponible en [http://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/cultivo\\_quinoa\\_es.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/aiq2013/res/es/cultivo_quinoa_es.pdf)
14. FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2017. *La seguridad alimentaria futura del mundo peligra debido a múltiples desafíos* (en línea). Consultado 04 sep. 2017. Disponible en <http://www.fao.org/news/story/es/item/471772/icode/>

15. FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2017. The Future of Food and Agriculture - Trends and Challenges. Rome. 180p. Publication date. Consultado el 04 sep. de 2017. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf>
16. Farrell, M J. (1957) The measurement of productive efficiency. London: Journal of Royal Statistical Society, 120(3), 253-281.
17. Felizola, J. 1986. Geografía da agricultura. 2 ed. Sau Paulo: DIFEL. 278 p.
18. Furche, C. (1990). La Economía Campesina y su Inserción estructural: Elementos para una discusión. Santiago, Chile: Serie Materiales de Capacitación, 1 - Grupo de Investigación Agrarias (GIA).
19. Gómez, V. (1986). Economía campesina: balance y perspectivas. En Perú: el problema agrario en debate (pp. 23-51). Lima: SEPIA.
20. Gómez, L.; Aguilar, E. (2016). Guía de cultivo de la quinua. Consultado el 15 de sep. de 2017. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i5374s.pdf>
21. Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. México D.F.: Mcgraw-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
22. Joseph F.; Hair Jr.; William C.; Black; Barry J.; Babin Rolph E.; Anderson 2014. Multivariate Data Analysis. Seventh ed. The United Kingdom. Pearson.
23. Kervyn, B. (1988). “La Economía Campesina en el Perú”. En: Teoría Políticas de Estudios Rurales Andinos. Bartolomé de las Casas, Cusco.
24. Koopmans, T C. (1951) Activity analysis of production and allocation. New York: Wiley.
25. Maddala, G.S. (1996). Introducción a la Econometría. México: Prentice Hall.

26. Maletta, H. 2017. La pequeña agricultura familiar en el Perú. Una tipología microrregionalizada. En IV Censo Nacional Agropecuario 2012: Investigaciones para la toma de decisiones en políticas públicas. Libro V. Lima, FAO.
27. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2015. Estrategia Nacional de Agricultura Familiar 2015 – 2021. Consultado el 27 de sep. de 2017. Disponible en <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/2016/02/enaf.pdf>
28. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2020. Boletín El Agro en Cifras. Cuadro en Excel del Boletín Enero 2020 (en línea). Consultado el 14 de feb. de 2020. Disponible en <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=noticias/el-agro-en-cifras-enero-2020>
29. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2020. Series de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA). Cuadro en Excel de Resultados de Consulta a la Base de datos de la DGESEP 2020 (en línea). Consultado el 16 de feb. de 2020. Disponible en [http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta\\_cult](http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult)
30. Mayer, E. (2004). Cultura, mercados y economías campesinas en los Andes. Lima: UNMSM.
31. Peña, D. (2002). Análisis de Datos Multivariantes. España: Mc Graw Hill Interamericana de España.
32. Pérez, C. 2007. Minería de datos. Madrid: International Thomson.
33. Pérez, C. (2011). Técnicas de segmentación. Conceptos, herramientas y aplicaciones. Madrid: Gaceta Grupo Editorial.
34. García, C. 2002. Análisis de la eficiencia técnica y asignativa a través de las fronteras estocásticas de costes: una aplicación a los hospitales del INSALUD. Valladolid, España: Universidad de Valladolid.

35. Rubio-Hurtado; María-José; Vilà-Baños R. 2017. El análisis de conglomerados bietápico o en dos fases con SPSS. REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 10(1), 118-126. doi: <http://doi.org/10.1344/reire2017.10.11017>
36. SIEA (Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias). 2017. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera 2016: Cuadros Excel Anuario de Producción Agrícola y Ganadera 2016 (en línea). Lima, Perú, MINAGRI. Consultado el 06 sep. de 17. Disponible en <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=noticias/anuario-de-la-produccion-agricola-y-ganadera-2016>
37. Soto, F.; Rodriguez, M.; Falconi, C. 2007. Políticas Para la Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe. Consultado el 20 de sep. de 2017. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-a1244s.pdf>
38. Tamayo, F. 2017. Clasificación de Productores de Quinua de la Región Junín Usando Técnicas de Análisis Multivariado. Lima. UNALM.
39. Tobar, J. 2008. Criterios de tipificación y caracterización de la agricultura familiar en El Salvador. El Salvador. 5 v. 12 p
40. UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina, La Molina); Programa, 2018. Curso en Análisis Multivariante. Lima, La Molina. DataSurvey. Feb 2018.
41. Uriel, E.; Aldás, J. 2005. Análisis multivariante aplicado. Madrid: International Thomson.
42. Victo, J.; Peralta, S. 2010. Agroecosistemas Hacia el Desarrollo Local y la Soberanía Alimentaria (en línea). Consultado el 04 de sep. de 2017. Disponible en <http://visionagroecologica.blogspot.com/2010/07/agroecosistemas-hacia-el-desarrollo.html>

43. Zambrano Morales, A. A. (15 de septiembre de 2009). Tema 6 Muestreo por Conglomerados Monoetápico. Consultado el 01 de oct. de 2017. Disponible en [http://webdelprofesor.ula.ve/economia/angelz/archivos/muestreo\\_tema7.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/economia/angelz/archivos/muestreo_tema7.pdf)

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: Encuesta realizada

#### SECCIÓN I. IDENTIFICACIÓN DEL HOGAR

<b>Provincia</b>	<b>Distrito</b>		
<b>Hogar ID</b>	<b>Centro Poblado/Comunidad</b>		
<i>El encuestado debe de ser el productor agropecuario que cultivó quinua en la última campaña (2016)</i>			

#### SECCIÓN II. CULTIVO

\* La "extensión", "Cantidad Producida" y el "Precio de venta" deben tener unidades equivalentes de conversión.

<i>Cultivo</i>	<i>Marcar cuales (x)</i>	Extensión del cultivo		Cantidad producida	Cuánto de lo producido se destina al autoconsumo				Cuánto de lo producido se destina a la venta		A cuánto estuvo el precio de venta  Soles/Kg
		Cantidad	Unidad Medida 1. Acres, 2. Hectarea 3. Metros cuadrados 4. Yardas 5. Otros	1. Kg.	2. Tonelada,	3. Arrobas	4. Manojos	5. Saco	6. Otro_____		
1. Quinua											
<b>TOTAL</b>											

#### SECCIÓN III. PARTICIPACIÓN EN ASOCIACIONES O GREMIOS

1. ¿Pertenece alguna asociación que no sea la comunidad? \_\_\_ 1= Si; 2= No.

#### SECCIÓN IV. CANTIDAD DE LOS FACTORES DE PRODUCCIÓN DE LA QUINUA

**Pedir al productor que seleccione la variedad de quinua** más utilizada de Quinua en la última campaña:

\* La "extensión", "Cantidad Producida" y el "Precio de venta" deben tener unidades equivalentes de conversión.

ACTIVIDAD	Unidad / opción (Encerrar en círculo o marcar)			
<b>Área total de la parcela (en ha., o en topos):</b>				
<b>1. Preparación Terreno</b>				
Rastrado o rastra (mullirla tierra)	Tractor (1.Si 2. No) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
Fertilizó su área de cultivo	Tipo (1. Estiércol natural 2. Otros _____)	Cantidad _____	Precio _____	
¿Realiza surcado? (líneas previas a la siembra)	Maquina (1.Si 2. No) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
	Yunta (1.Si 2. No) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
¿Realiza nivelado?	Manual (1.Si 2. No) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
	Yunta (1.Si 2. No) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
Limpieza de terreno	Manual (1.Si 2. No) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
<b>2. Siembra</b>				
Siembra (boleado)	Manual (1.Si 2. No) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
¿Realiza el tapado?	Con ganado (1.Si 2. No) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
	Manual (1.Si 2. No) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
<b>3. Labores Agrícolas</b>				
¿Realiza labores culturales?	Aporque (1.Si 2. No) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
	Abonamiento (1.Si 2. No) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
	Deshierbo (1.Si 2. No) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
¿Aplicó fungicida o insecticida?	(1.Si 2. No) Tipo _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
<b>4. Cosecha</b>				
Tipo de cosecha	1. Mecánica 2 Manual (Ciega, Otros) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
Formación de arcos (Juntar las ramas de quinua)	Manual (1.Si 2. No) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
	Mecánica (1.Si 2. No) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____
Trillado	Manual (1.Si 2. No) _____	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____

ACTIVIDAD	Unidad / opción (Encerrar en círculo o marcar)				
<b>5. Post cosecha</b>					
Hace el secado (tender la semilla)	Manual (1.Si 2. No)	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____	
Selección del grano	Manual (1.Si 2. No)	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____	
	Máquina (1.Si 2. No)	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____	
Venta del grano	Manual (1.Si 2. No)	Horas _____	Cantidad de veces _____	Precio _____	
<b>6. Insumos</b>					
6.1. Semillas	Kilogramos/ha		Cantidad _____		
6.2. Fertilizante sintético (Nitrato de amonio, sulfato de amonio, urea, abonos foliares u otros):	_____ (1.Si 2. No)				
6.3. Fertilizante orgánico (Guano de isla, estiércol, residuos de cosecha, compost, humus de lombriz, biol u otros):	_____ (1.Si 2. No)				
<b>6.4. Otros insumos</b>					
Alquiler de terreno	Soles por meses				

### SECCIÓN V. DESTINO Y COMERCIALIZACIÓN

ID	Cultivo en la última campaña	Qué cantidad de lo producido lo destina a:			
		1. Kg, 2. Tonelada, 3. Arrobas 4. Manojos 5. Saco 6. Otro _____			
		Autoconsumo	Semilla	Almacenamiento para venta futura	Venta en la cosecha
1	QUINUA				

\* La "extensión", "Cantidad Producida" y el "Precio de venta" deben tener unidades equivalentes de conversión

ID	Grano andino	¿A quién vende? Y ¿Cuánto le vende?		
		Marcar con una (X) a quién o a quienes vende	Cantidad	Unidades 1. Kg, 2 Tonelada, 3 Arrobas, 4 Manojos, 5 Saco, 6 Otro _____
1	QUINUA			
	1. Acopiador local			
	Acopiador mayorista			
	Mayorista de Puno o Juliaca			
	Molinerías			
	Empresa Transformadora			
	Organismos nacionales			
	Minoristas			
	Otros _____			
	Otros _____			

### SECCIÓN VI. ACTIVIDADES ECONOMICAS

	Parentesco con el jefe de hogar	Sexo	Edad	Ocupación	Nivel de educación	Ingreso	Fuente del ingreso
	1. Esposo 2. Esposa 3. Hijo (a) 4. Otros _____	1. M 2. F		1. Agricultor 2. Ganadero 3. Agropecuario 4. Ama de casa 5. Empleado 6. Comerciante 7. Estudiante 8. Demandante de empleo 9. Discapacitado/enfermo 10. Otros _____	1. Sin instrucción 2. Primaria incompleta 3. Primaria completa 4. Secundaria incompleta 5. Secundaria completa 6. Superior técnica incompleta 7. Superior técnica completa 8. Superior universitaria incompleta 9. Superior universitaria completa	1. Nada 2. menos de 250 soles 3. 250 – 550 soles 4. 550 – 800 soles 5. 800- 1200 soles 6. más de 1200 soles	1. Trabajo en su propia granja 2. Trabajo en otras granjas 3. Trabajo en un local de negocios 4. Trabajo en su propio negocio 5. Remesas 6. Artesanías 7. Trabaja para el gobierno en una institución pública 8. Otros _____
1	Jefe del hogar						

**SECCIÓN VII. OTROS****FINANCIAMIENTO**

1. ¿Ha recibido algún crédito en la última campaña para la producción de la quinua? (1.Sí; 2.No) \_\_\_\_\_

**CAPACITACIÓN**

1. ¿Recibió capacitación en granos andinos, en la última campaña? (1.Sí; 2.No)\_\_\_\_ , cuántas capacitaciones recibió? \_\_\_\_\_

**SECCIÓN VIII. DATOS GENERALES**

<b>Nombre del encuestado</b>			
<b>Lengua</b>	1. Aymara; 2. Quecha; 3. Otros _____	<b>Lugar de Nacimiento</b>	
<b>Generalmente, Cuáles son las principales actividades que realiza en un día común?</b> _____			
1. Labores agrícolas, 2. Pastorío, 3. Transporte, 4. Negocio, 5. Cosnstructor, 6. Otros _____			

## ANEXO 2: Muestra por distrito en Puno

Provincia	Distrito	Muestra
Puno	Acora	34
	Amantani	2
	Atuncolla	12
	Chucuito	10
	Coata	3
	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
	Saman	9
	San Anton	7
	San José	7
	San Juan de Salinas	6
	Santiago de Pupuja	11
	Tirapata	3
Chucuito	Juli	6
	Huacullani	3
	Kelluyo	8
	Pomata	16
	Zepita	18

Siguiente...

Continua...

Provincia	Distrito	Muestra
El Collao	Ilave	37
	Pilcuyo	19
Huancané	Huancane	4
	Inchupalla	3
	Pusi	2
	Taraco	16
Lampa	Lampa	6
	Cabanilla	9
	Calapuja	3
Melgar	Nicasio	4
	Pucara	5
	Ayaviri	8
San Román	Antauta	4
	Llalli	2
	Macari	9
	Nuñoa	2
San Julián	Orurillo	12
	Santa Rosa	4
San Juan	Juliaca	14
	Cabana	16
San Mateo	Cabanillas	2
	Caracoto	10
<b>Total</b>		<b>416</b>

Fuente: A partir de IV CENAGRO 2012

### **ANEXO 3: Análisis de variables para la clasificación (o tipificación)**

#### **Análisis descriptivo de variables cualitativas en base a 459 encuesta**

Respecto a si realiza labores culturales de deshierbo, observamos una distribución no uniforme, donde más del 67% se concentra en una de las dos categorías de la variable. Respecto a si realiza labores culturales de aporque, observamos una distribución no uniforme, donde más del 80% se concentra en una de las dos categorías de la variable. Respecto a si realiza rastrado o aporque, observamos una distribución no uniforme, donde más del 85% se concentra en una de las dos categorías de la variable. Respecto a si aplicó fungicida o insecticida, observamos una distribución no uniforme, donde más del 81% se concentra en una de las dos categorías de la variable. Respecto a si cuenta con alguna certificación, observamos una distribución no uniforme, donde más del 94% se concentra en una de las dos categorías de la variable. Respecto a si realizó abono inorgánico su área de cultivo, observamos una distribución uniforme, con una repartición porcentual aproximadamente equivalente en ambas categorías.

## Frecuencias de las variables cualitativas productivas

### a. Realiza labores culturales de deshierbo

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si	308	67,0	67,0
No	152	33,0	100,0
<b>Total</b>	<b>460</b>	<b>100,0</b>	

### b. Realiza labores culturales de aporque

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	368	80,2	80,2
Si	91	19,8	100,0
<b>Total</b>	<b>459</b>	<b>100,0</b>	

### c. Realiza rastrado o rastra (mullir la tierra o jaleo)

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si	394	85,7	85,7
No	66	14,3	100,0
<b>Total</b>	<b>460</b>	<b>100,0</b>	

### d. Aplicó fungicida o insecticida

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	377	81,8	81,8
Si	84	18,2	100,0
<b>Total</b>	<b>461</b>	<b>100,0</b>	

### e. Cuenta con alguna certificación

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	432	94,3	94,3
Si	26	5,7	100,0
<b>Total</b>	<b>458</b>	<b>100,0</b>	

### f. Abonó inorgánico su área de cultivo

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	236	51,2	51,2
Si	225	48,8	100,0
<b>Total</b>	<b>461</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuesta tomada en octubre 2017

## Frecuencias de las variables cualitativas económicas

Respecto a si recibió crédito en la última campaña, observamos una distribución no uniforme, donde más del 97% se concentra en una categoría de la variable No. Respecto al ingreso del jefe del hogar, observamos una distribución no uniforme, donde más del 77% se concentra en tres categorías de la variable (menos de 300 soles, de 300 a 600 soles y de 600 a 900 soles). Respecto a la fuente del ingreso del jefe de hogar, observamos una distribución no uniforme, donde más del 80% se concentra en una categoría de la variable (trabaja en su propia granja).

**a. Fuente de ingreso del jefe del hogar**

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Trabajo en su propia granja	369	80,0	80,0
Otros	22	4,8	84,8
Trabajo en otras granjas	19	4,1	88,9
Trabajo en su propio negocio	16	3,5	92,4
Trabajo en un local de negocios	12	2,6	95,0
Artesanías	12	2,6	97,6
Trabaja para el gobierno en una institución pública	11	2,4	100,0
<b>Total</b>	<b>461</b>	<b>100,0</b>	

**b. Ingreso del jefe del hogar**

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Menos de 300 soles	185	40,1	40,1
De 300 a 600 soles	107	23,2	63,3
De 600 a 900 soles	67	14,5	77,9
Nada	46	10,0	87,9
De 900 a 1200 soles	43	9,3	97,2
Más de 1200 soles	13	2,8	100,0
<b>Total</b>	<b>461</b>	<b>100,0</b>	

**c. Recibió crédito en la última campaña para la producción de la quinua**

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	446	97,0	97,0
Sí	14	3,0	100,0
<b>Total</b>	<b>460</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuesta tomada en octubre 2017

**Frecuencias de las variables cualitativas sociales**

Respecto a la ocupación del jefe de hogar, observamos una distribución no uniforme, donde más del 89% se concentra en dos categorías de la variable (agricultor y agropecuario). Sin instrucción, primaria incompleta y completa más secundaria incompleta y completa representa el 89.30%. Respecto a la lengua hablante, observamos una distribución no uniforme, donde más del 96.5% se concentra en dos categorías de la variable (quechua y aymara).

**a. Ocupación del jefe del hogar**

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Agricultor	274	59,4	59,4
Agropecuario (Ganadero)	147	31,9	91,3
Comerciante	8	1,7	93,1
Empleado	7	1,5	94,6
Discapacitado/enfermo	7	1,5	96,1
Otro	6	1,3	97,4
Ama de casa	5	1,1	98,5
13	4	,9	99,3
Demandante de empleo	3	,7	100,0
<b>Total</b>	<b>461</b>	<b>100,0</b>	

**b. Nivel de educación del jefe del hogar**

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Secundaria completa	127	27,7	27,7
Primaria completa	106	23,1	50,9
Secundaria incompleta	77	16,8	67,7
Primaria incompleta	64	14,0	81,7
Sin instrucción	35	7,6	89,3
Superior técnica incompleta	19	4,1	93,4
Superior técnica completa	19	4,1	97,6
Superior universitaria completa	6	1,3	98,9
Superior universitaria incompleta	5	1,1	100,0
<b>Total</b>	<b>458</b>	<b>100,0</b>	

**Lengua hablante**

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Quechua	258	56,0	56,0
Aymara	187	40,6	96,5
Castellano	16	3,5	100,0
<b>Total</b>	<b>461</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuesta tomada en octubre 2017

**Frecuencias de variables cualitativas de servicio y apoyo institucional**

Respecto a si recibió crédito en la última campaña, observamos una distribución no uniforme, donde más del 97% se concentra en una categoría de la variable No. El 76,40% indica que el terreno es suyo. El 91.1% no recibió capacitación en granos andinos.

**a. Pertenece a alguna asociación que no sea la comunidad**

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	427	92,6	92,6
Si	34	7,4	100,0
<b>Total</b>	<b>461</b>	<b>100,0</b>	

**c. Recibió capacitación en granos andinos**

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	420	91,1	91,1
Si	41	8,9	100,0
<b>Total</b>	<b>461</b>	<b>100,0</b>	

**b. Los terrenos que cultivaron para la última campaña fueron**

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Suyo, sin título de propiedad	164	35,6	35,6
Suyo, con escritura	102	22,1	57,7
Suyo, con título de propiedad	86	18,7	76,4
Comunidad	78	16,9	93,3
Otros	23	5,0	98,3
Alquilada	8	1,7	100,0
<b>Total</b>	<b>461</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuesta tomada en octubre 2017

**Análisis descriptivo de variables continuas en base a 459 encuesta**

**Distribución de normalidad.** Se evalúa mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. Para el caso de la distribución de normalidad, contrastamos las hipótesis:

Ho: La variable indicada tiene distribución normal

Ha: La variable indicada no posee distribución normal.

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Cantidad producida de quinua (en toneladas)	,324	456	,000	,373	456	,000
Cantidad de la producción de quinua destinada al autoconsumo (en toneladas)	,288	456	,000	,382	456	,000
Cantidad de la producción de quinua destinada a la venta (en toneladas)	,386	456	,000	,289	456	,000
Var1 Rendimiento de quinua en T por Ha	,507	456	,000	,041	456	,000
Var 2 Área de la variedad seleccionada (ha) (en hectáreas)	,496	456	,000	,059	456	,000
Cantidad - Extensión del cultivo de quinua (en hectáreas)	,507	456	,000	,049	456	,000
Var4 Mano de obra en horas por Ha	,486	456	,000	,060	456	,000
Var5 Maquinaria en horas por Ha	,479	456	,000	,033	456	,000
Precio estimado de quinua (soles)	,253	456	,000	,630	456	,000
Var3 Cantidad de semilla por Ha	,491	456	,000	,056	456	,000
Var6 Edad del jefe de hogar 1	,056	456	,002	,994	456	,072

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Encuesta tomada en octubre 2017

De acuerdo a lo anterior, y con un nivel de significancia de 0.05 ninguna variable resulta ser normal, rechazándose la hipótesis nula en todos los casos, salvo en la variable edad del jefe del hogar para la prueba de Shapiro-Wilk.

#### Transformación logarítmica natural a las variables

**Valores perdidos.** Ya que el aplicar la función logarítmica natural implica el cumplimiento de ciertos requisitos, que corresponden a que los valores de la variable sean mayores e iguales a cero, el no cumplimiento de estos requisitos implica, la aparición de valores perdidos en las nuevas variables transformadas, por lo que se hace necesario investigar la proporción de valores perdidos en las variables obtenidas:

### Resumen de variables

	Perdidos		N válido	Media	Desviación típica
	N	Porcentaje			
LOG(Venta_ea_Quinoa_Tonelada)	26	57,5%	196	-2,1293	1,20751
LOG(RendimientoGeneral)	5	1,1%	456	-,6359	1,54007
LOG(Produccion_ea_Quinoa_Tonelada)	3	0,7%	458	-2,2509	1,29681
LOG(Extension_Ea_Quinoa_1_Hectarea)	2	0,4%	459	-1,6038	1,62658
LOG(Autoconsumo_ea_Quinoa_Tonelada)	2	0,4%	459	-2,6136	1,09032
LOG(Cantidad_Semilla_Ha)	0	0,0%	461	2,6943	1,62562
LOG(Precio_quinoa_estimado)	0	0,0%	461	1,1462	,27089
LOG(Maquinaria_horas_Ha)	0	0,0%	461	2,3250	1,87378
LOG(MO_horas_Ha)	0	0,0%	461	5,3252	1,71459
LOG(Area_variedad_Hectarea)	0	0,0%	461	-1,5606	1,67351

Fuente: Encuesta tomada en octubre 2017

**Distribución de normalidad.** Para el caso de la distribución de normalidad, contrastamos las hipótesis. Se evalúa mediante las pruebas de Kolomogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk

Ho: La variable indicada tiene distribución normal

Ha: La variable indicada no posee distribución normal.

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
LOG(Produccion_ea_Quinoa_Tonelada)	,106	192	,000	,960	192	,000
LOG(Autoconsumo_ea_Quinoa_Tonelada)	,137	192	,000	,958	192	,000
LOG(Venta_ea_Quinoa_Tonelada)	,095	192	,000	,973	192	,001
LOG(RendimientoGeneral)	,135	192	,000	,780	192	,000
LOG(Area_variedad_Hectarea)	,209	192	,000	,859	192	,000
LOG(Extension_Ea_Quinoa_1_Hectarea)	,221	192	,000	,785	192	,000
LOG(MO_horas_Ha)	,055	192	,200*	,927	192	,000
LOG(Maquinaria_horas_Ha)	,120	192	,000	,946	192	,000
LOG(Precio_quinoa_estimado)	,314	192	,000	,592	192	,000
LOG(Cantidad_Semilla_Ha)	,117	192	,000	,878	192	,000
Var6 Edad del jefe de hogar 1	,053	192	,200*	,992	192	,410

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Encuesta tomada en octubre 2017 **Eliminación de valores que sobrepasan límites del diagrama de cajas (Box Plot)**

Las estadísticas de las variables cuantitativas que se muestran a continuación, han servido de base para el cálculo de los límites inferior y superior. Se ha descarta de plano, la variable Venta de Quinoa en Tonelada, por presentar demasiados valores perdidos.

	LOG(Produccion_ea_Quinoa_Tonelada)	LOG(Autoconsumo_ea_Quinoa_Tonelada)	LOG(RendimientoGeneral)	LOG(Area_variedad_Hectarea)	LOG(EXTENSION_ea_QUINUA_1_Hectarea)	LOG(MO_horas_Ha)	LOG(Maquina_ria_horas_Ha)	LOG(Precio_quinua_estimado)	LOG(Cantidad_Semilla_Ha)
2	-2.9957	-3.1011	-1.2040	-2.3026	-2.8134	4.3095	1.3863	1.0986	1.7918
5									
5	-2.3026	-2.5257	-0.5888	-1.3863	-1.3863	5.2983	2.0794	1.1632	2.4849
0									
7	-1.6094	-2.0794	0.1823	-0.6931	-0.6931	6.1502	3.2189	1.2030	3.4012
5									

### Límites inferior y superior

	LOG(Produccion_ea_Quinua_Tonelada)	LOG(Autoconsumo_ea_Quinoa_Tonelada)	LOG(RendimientoGeneral)	LOG(Area_variedad_Hectarea)	LOG(EXTENSION_ea_QUINUA_1_Hectarea)	LOG(MO_horas_Ha)	LOG(Maquinaria_horas_Ha)	LOG(Precio_quinua_estimado)	LOG(Cantidad_Semilla_Ha)
Límites I	-5.07515	-4.63365	-3.28345	-4.71685	-5.99385	1.54845	-1.3626	0.942	-0.6223
Límites S	0.47005	-0.54685	2.26175	1.72115	2.48735	8.91125	5.9678	1.3596	5.8153

**Valores perdidos.** Ya que el aplicar un recorte en los valores de la variable, eliminando los valores extremos implica, su reemplazo por valores perdidos en las nuevas variables transformadas, se hace necesario investigar la proporción de valores perdidos en las variables obtenidas:

#### Resumen de variables

	Perdidos		N válido	Media	Desviación típica
	N	Porcentaje			
CUTLOG(Precio_quinoa_estimado)	49	10,6%	412	1,1536	,06818
CUTLOG(RendimientoGeneral)	24	5,2%	437	-,5296	1,04907
CUTLOG(Produccion_ea_Quinoa_Tonelada)	20	4,3%	441	-2,2321	1,01571
CUTLOG(Maquinaria_horas_Ha)	19	4,1%	442	2,1989	1,42914
CUTLOG(Autoconsumo_ea_Quinoa_Tonelada)	19	4,1%	442	-2,5873	,81610
CUTLOG(Cantidad_Semilla_Ha)	17	3,7%	444	2,5989	1,18071
CUTLOG(Area_variedad_Hectarea)	15	3,3%	446	-1,4643	1,25040
CUTLOG(MO_horas_Ha)	14	3,0%	447	5,2444	1,31588
CUTLOG(Extension_Ea_Quinoa_1_Hectarea)	8	1,7%	453	-1,6368	1,32582

Fuente: Encuesta tomada en octubre 2017

De acuerdo a las estadísticas mostradas anteriormente, se descartan las variables correspondientes al corte del logaritmo natural del precio de quinua estimado con más del 10% de valores perdidos y el rendimiento general con mas del 5.2% de valores perdidos.

**Distribución de normalidad.** Para el caso de la distribución de normalidad, contrastamos las hipótesis. Se evalúa mediante las pruebas de Kolomogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk

Ho: La variable indicada tiene distribución normal.

Ha: La variable indicada no posee distribución normal.

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CUTLOG(Produccion_ea_Quinua_Tonelada)	,063	133	,200*	,987	133	,253
CUTLOG(Autoconsumo_ea_Quinua_Tonelada)	,094	133	,006	,981	133	,066
CUTLOG(Area_variedad_Hectarea)	,173	133	,000	,947	133	,000
CUTLOG(Extension_Ea_Quinua_Hectarea)	,207	133	,000	,942	133	,000
CUTLOG(MO_horas_Ha)	,066	133	,200*	,981	133	,056
CUTLOG(Maquinaria_horas_Ha)	,101	133	,002	,976	133	,019
CUTLOG(Cantidad_Semilla_Ha)	,079	133	,039	,980	133	,047
Var6 Edad del jefe de hogar 1	,063	133	,200*	,989	133	,401

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

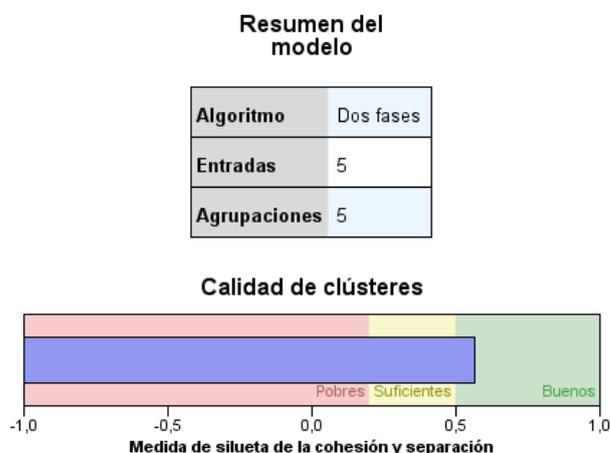
Fuente: Encuesta tomada en octubre 2017

### Resultado de análisis de variables

Variable quitada	Justificación/Prueba
- Cuenta con alguna certificación	La distribución concentre un porcentaje mayor o igual a 90% en una de sus categorías. No permitieron a una adecuada discriminación entre los grupos a formarse en el análisis cluster.
- Recibió capacitación en granos andinos	La distribución concentre un porcentaje mayor o igual a 90% en una de sus categorías. No permitieron a una adecuada discriminación entre los grupos a formarse en el análisis cluster.
- Recibió crédito en la última campaña para la producción de quinua	La distribución concentre un porcentaje mayor o igual a 90% en una de sus categorías. No permitieron a una adecuada discriminación entre los grupos a formarse en el análisis cluster.
- Pertenece a alguna asociación que no sea la comunidad	La distribución concentre un porcentaje mayor o igual a 90% en una de sus categorías. No permitieron a una adecuada discriminación entre los grupos a formarse en el análisis cluster.
- Logaritmo natural de la venta de quinua en toneladas	Los valores perdidos al calcular el logaritmo natural, son 265 (57.5%), por los que se descartó.
- Logaritmo natural del precio de quinua estimado	Más del 10% de valores perdidos al eliminar aquellos que sobrepasen los “bigotes” o límites del diagrama de caja (Box Plot).
- Logaritmo natural del rendimiento general	Más del 5.2% de valores perdidos al eliminar aquellos que sobrepasen los “bigotes” o límites del diagrama de caja (Box Plot).

- Logaritmo natural del área de la variedad en Ha.	la prueba de normalidad (Kolmogorov-No No es normal en la prueba Smirnova y Shapiro-Wilk, con un nivel de significancia de 0.05. Y conservan valores extremos.
- Logaritmo natural de la extensión de quinua en Ha.	No es normal en la prueba Smirnova y Shapiro-Wilk, con un nivel de significancia de 0.05. Y conservan valores extremos.

#### ANEXO 4: El resultado con calidad de clústeres bueno identifica cinco grupos que presenta complejidad en su interpretación



#### Resultados de clúster bietápico final

Fuente: 361 encuestas realizada en octubre 2017

Las variables que dan un resultado del cluster con calidad bueno, según importancia son:

- Aplicó fungicida a su área de cultivo
- Realizó abonamiento orgánico
- Realizó abonamiento inorgánico
- Realizó deshierbo
- Extensión total de área de cultivo en Ha (estandarizado en SPSS)

De las variables productivas, dos son de control externo (abono inorgánico, fungicida e insecticida), dos son de control interno (abonamiento orgánico y deshierbo), y la variable extensión total de área de cultivo en Ha<sup>6</sup> (estandarizado en SPSS). El número de grupos identificados por el método son cinco. La prueba de ANOVA es significativa para la variable extensión total de área de cultivo en Ha (estandarizado en SPSS), indica que hay evidencia estadística para concluir que los cinco grupos se diferencian en la variable estandarizada extensión total que cultiva en Ha.

## Descriptivos de la extensión del total de área (Zscore)

### Descriptivos

Zscore: LOG(Extensión total en Ha.)

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	81	-,2120201	,89430760	,09936751	-,4097677	-,0142724	-2,76066	1,07814
2	56	-,3483515	1,04952641	,14024887	-,6294165	-,0672865	-2,44254	1,39626
3	70	,1421824	1,00696578	,12035543	-,0979202	,3822849	-2,53299	1,59706
4	94	,1035587	,93700232	,09664441	-,0883579	,2954754	-2,21683	1,62197
5	69	,0477449	,91935964	,11067789	-,1731094	,2685992	-2,63972	1,83532
Total	370	-,0370260	,96856680	,05035339	-,1360416	,0619896	-2,76066	1,83532

(\*) El modelo opera con 370 encuestas.

Fuente: 377 encuestas realizada en octubre 2017 (SPSS)

### ANOVA

Zscore: LOG(Extensión total en Ha.)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12,510	4	3,127	3,421	,009
Dentro de grupos	333,657	365	,914		
Total	346,167	369			

(\*) El modelo opera con 370 encuestas.

Fuente: 377 encuestas realizada en octubre 2017 (SPSS)

La prueba de ANOVA es significativa para la variable original extensión del cultivo de quinua en Ha, indica que hay evidencia estadística para concluir que los cinco grupos se diferencian en esta variable

También, en las variables producción de quinua en TM, cantidad producida destinada a la venta, Beneficio y edad, hay evidencia estadística para concluir que los cinco grupos se diferencian en estas variables.

### ANOVA de variables continuas

		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Cantidad - Extensión del cultivo de quinua (en hectáreas)	Entre grupos	1.277	4	.319	2.329	.056
	Dentro de grupos	50.045	365	.137		
	Total	51.323	369			
Extensión del total de área por cultivo en hectáreas	Entre grupos	50.055	4	12.514	4.626	.001
	Dentro de grupos	987.404	365	2.705		
	Total	1037.460	369			
Cantidad producida de quinua (en toneladas)	Entre grupos	.645	4	.161	4.088	.003
	Dentro de grupos	14.406	365	.039		
	Total	15.052	369			
Var5 Maquinaria en horas por Ha	Entre grupos	8061.226	4	2015.306	.554	.696
	Dentro de grupos	1327516.906	365	3637.033		
	Total	1335578.131	369			
Var4 Mano de obra en horas por Ha	Entre grupos	1483838.559	4	370959.640	1.467	.212
	Dentro de grupos	92290283.138	365	252850.091		
	Total	93774121.697	369			
Cantidad de la producción de quinua destinada al autoconsumo (en toneladas)	Entre grupos	.095	4	.024	2.308	.058
	Dentro de grupos	3.745	365	.010		
	Total	3.840	369			
Cantidad de la producción de quinua destinada a la venta (en toneladas)	Entre grupos	.286	4	.072	3.291	.011
	Dentro de grupos	7.931	365	.022		
	Total	8.218	369			
Beneficio	Entre grupos	944580.328	4	236145.082	2.405	.049
	Dentro de grupos	35844821.836	365	98204.991		
	Total	36789402.164	369			
Var6 Edad del jefe de hogar 1	Entre grupos	2835.110	4	708.778	4.559	.001
	Dentro de grupos	56747.563	365	155.473		
	Total	59582.673	369			

Fuente: 370 encuestas de octubre 2017 (Stata)

La prueba de ANOVA no es significativa para las variables de extensión del cultivo de quinua en Ha, maquinaria en horas por Ha, mano de obra en horas por Ha, y cantidad de producción de quinua destinada al autoconsumo en TM. Estas variables no se diferencian sus medias en los grupos.

El grupo uno el 100% no realiza labores culturales de deshierbo. En promedio de extensión total (Ha.) es 1.22 Ha, menor a todo los grupos. El beneficio es el menor de todos. En promedio de edad es 48 años, menor de los grupos.

El grupo dos el 100% no aplica fungicida, no realiza abonamiento orgánico y no realiza abonamiento inorgánico. El 100% realiza labores culturales de deshierbo. Representa el grupo más pequeño (15% de productores encuestados).

El grupo tres el 100% realiza aplicación de fungicida e insecticida. También, el 70% aplica abono inorgánico y el 92.9% realiza labores culturales de deshierbo. En promedio de extensión total (Ha) es 2.18, mayor a los grupos. El beneficio es el mayor de todos.

El grupo cuatro el 100% aplica abono inorgánico. El 60.6% realiza labores culturales de deshierbo. En promedio de edad es 56 años, mayor de los grupos. Representa el grupo de mayor tamaño (25% de productores encuestados).

El grupo cinco el 100% realiza labores de abonamiento. El 55.1% aplica abono inorgánico y el 95.7% realiza labores culturales de deshierbo.

Se pueden distinguir, por un lado, dos grupos con extensión total menores, en su mayoría no realizan aplicación de fungicidas ni labores culturales de abonamiento, no aplican abono inorgánico, y la venta de quinua son menores (grupos uno y dos); por otro, tres grupos con extensión total mayores, realizan al menos una actividad de control interno y una actividad de control externo, y la venta de quinua son mayores (grupo tres, cuatro y cinco).

### Resultado de variables de tipificación, ANOVA y tamaño

Grupos	1	2	3	4	5	Total general
<b>Variables de clúster bietápico</b>						
Aplicación de fungicida o insecticida	No (98.8%)	No (100%)	Si (100%)	No (100%)	No (100%)	
Realización de abono orgánica	No (97.5%)	No (100%)	No (74.3%)	No (100%)	Si (100%)	
Aplicación de abono inorgánico	No (100%)	No (100%)	Si (70.0%)	Si (100%)	Si (55.1%)	
Realización de labores de deshierbo	No (100%)	Si (100%)	Si (92.9%)	Si (60.6%)	Si (95.7%)	
Promedio de extensión total (Ha.)	1.22	1.34	2.18	1.98	1.78	1.72
<b>Variables significativas de ANOVA</b>						
Promedio de producción de quinua (TM.)	0.1198	0.1207	0.18	0.21	0.22	0.17
Promedio de venta de quinua (TM.)	0.0367	0.0379	0.07	0.09	0.11	0.07
Promedio de Beneficio	346.62	377.41	626.11	484.66	418.29	452.59
Promedio de edad del productor	48.70	55.45	53.66	56.32	53.93	53.57
<b>Tamaño</b>						
Número de productores encuestados	81	56	70	94	69	370
Tamaño en % (encuestados)	22%	15%	19%	25%	19%	100%

Fuente: 370 encuestas de octubre 2017 (Excel)

En cuanto a las provincias de Puno. Azángaro concentra el 29.17% del grupo tres y 48.61% del grupo cuatro. Chucuito, el 60.38% del grupo uno y 20.75% del grupo dos. Collao, el 26.09% del grupo dos y el 34.78% del grupo tres. Huancané, el 34.62% del grupo dos y 46.15% del grupo cuatro. Lampa, el 34.62% del grupo tres, el 42.31% del grupo cuatro y el 23.08% del grupo cinco. Melgar, el 30.30% del grupo uno y 42.42% del grupo cinco. Puno, 33.33% del grupo uno y 20.00% del grupo dos. San Román, el 20.51% del grupo tres y el 51.28% del grupo cinco.

### Provincia y grupos por provincia

Provincia	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Total general
Azángaro	4.17%	4.17%	29.17%	48.61%	13.89%	100.00%
Chucuito	60.38%	20.75%	1.89%	13.21%	3.77%	100.00%
Collao	10.87%	26.09%	34.78%	13.04%	15.22%	100.00%
Huancané	11.54%	34.62%	3.85%	46.15%	3.85%	100.00%
Lampa	0.00%	0.00%	34.62%	42.31%	23.08%	100.00%
Melgar	30.30%	9.09%	12.12%	6.06%	42.42%	100.00%
Puno	33.33%	20.00%	13.33%	21.33%	12.00%	100.00%
San Román	7.69%	7.69%	20.51%	12.82%	51.28%	100.00%
Total general	21.89%	15.14%	18.92%	25.41%	18.65%	100.00%

Fuente: 370 encuestas de octubre 2017 (Excel)

En cuanto a los grupos identificados en Puno. Chucuito representa el 39.51% del grupo uno. Puno, el 26.79% del grupo dos. Azángaro, el 30.00% y Collao, el 22.86% del grupo tres. Azángaro, el 37.23% y Huancané, el 12.77% del grupo cuatro. San Román, 28.99 del grupo cinco.

### Provincia por grupo y grupos

Provincia	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Azángaro	3.70%	5.36%	30.00%	37.23%	14.49%
Chucuito	39.51%	19.64%	1.43%	7.45%	2.90%
Collao	6.17%	21.43%	22.86%	6.38%	10.14%
Huancané	3.70%	16.07%	1.43%	12.77%	1.45%
Lampa	0.00%	0.00%	12.86%	11.70%	8.70%
Melgar	12.35%	5.36%	5.71%	2.13%	20.29%
Puno	30.86%	26.79%	14.29%	17.02%	13.04%
San Román	3.70%	5.36%	11.43%	5.32%	28.99%
Total general	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: 370 encuestas de octubre 2017 (Excel)

## ANEXO 5: ANOVA de variables clúster bietápico

### ANOVA

Variables		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Extensión total de todo los cultivos (Ha)	Entre grupos	24.966	2	12.483	5.292	.005
	Dentro de grupos	844.407	358	2.359		
	Total	869.373	360			
Extensión de quinua (Ha)	Entre grupos	.181	2	.090	.787	.456
	Dentro de grupos	41.141	358	.115		
	Total	41.322	360			
Producción de quinua (TM)	Entre grupos	.248	2	.124	5.925	.003
	Dentro de grupos	7.480	358	.021		
	Total	7.727	360			
Maquinaria (Horas/Ha)	Entre grupos	538.834	2	269.417	.077	.926
	Dentro de grupos	1258490.657	358	3515.337		
	Total	1259029.492	360			
Mano de obra (Horas/Ha)	Entre grupos	2305136.142	2	1152568.071	4.530	.011
	Dentro de grupos	91091698.503	358	254446.085		
	Total	93396834.645	360			
Producción de quinua destinada al autoconsumo (TM)	Entre grupos	.040	2	.020	2.558	.079
	Dentro de grupos	2.827	358	.008		
	Total	2.867	360			
Producción de quinua destinada a la venta (TM)	Entre grupos	.074	2	.037	3.944	.020
	Dentro de grupos	3.350	358	.009		
	Total	3.424	360			
Beneficio	Entre grupos	180711.521	2	90355.760	3.399	.034
	Dentro de grupos	9516081.530	358	26581.233		
	Total	9696793.051	360			
Edad del jefe de hogar	Entre grupos	2851.860	2	1425.930	9.148	.000
	Dentro de grupos	55803.570	358	155.876		
	Total	58655.429	360			

Fuente: 361 encuestas de octubre 2017 (Stata)

## ANEXO 6: Grupos por distritos de Puno

Etiquetas de fila	2	1	3	Total general
Achaya	25%	50%	25%	100%
Acora	63%	27%	10%	100%
Amontani	0%	100%	0%	100%
Antauta	0%	0%	100%	100%
Arapa	100%	0%	0%	100%
Asillo	75%	25%	0%	100%
Atuncolla	18%	18%	64%	100%
Ayaviri	50%	25%	25%	100%
Azángaro	33%	56%	11%	100%
Cabana	55%	36%	9%	100%
Cabanillas	64%	36%	0%	100%
Calapuja	100%	0%	0%	100%
Caminaca	100%	0%	0%	100%
Caracoto	50%	50%	0%	100%
Chucuito	41%	6%	53%	100%
Chupa	67%	33%	0%	100%
Coata	0%	100%	0%	100%
Huacullani	0%	0%	100%	100%
Huancané	40%	60%	0%	100%
Ilave	32%	54%	14%	100%
Juliaca	47%	40%	13%	100%
Kelluyo	22%	22%	56%	100%
Lampa	100%	0%	0%	100%
Llalli	100%	0%	0%	100%
Macari	0%	50%	50%	100%
Mañazo	75%	25%	0%	100%
Muñani	83%	17%	0%	100%
Nicasio	100%	0%	0%	100%
Orurillo	60%	20%	20%	100%
Paucarcolla	0%	9%	91%	100%
Pichacani	0%	100%	0%	100%
Pilcuyo	47%	41%	12%	100%
Platería	50%	50%	0%	100%
Pomata	14%	14%	71%	100%
Pucará	100%	0%	0%	100%
Pusi	50%	50%	0%	100%
Samán	78%	22%	0%	100%

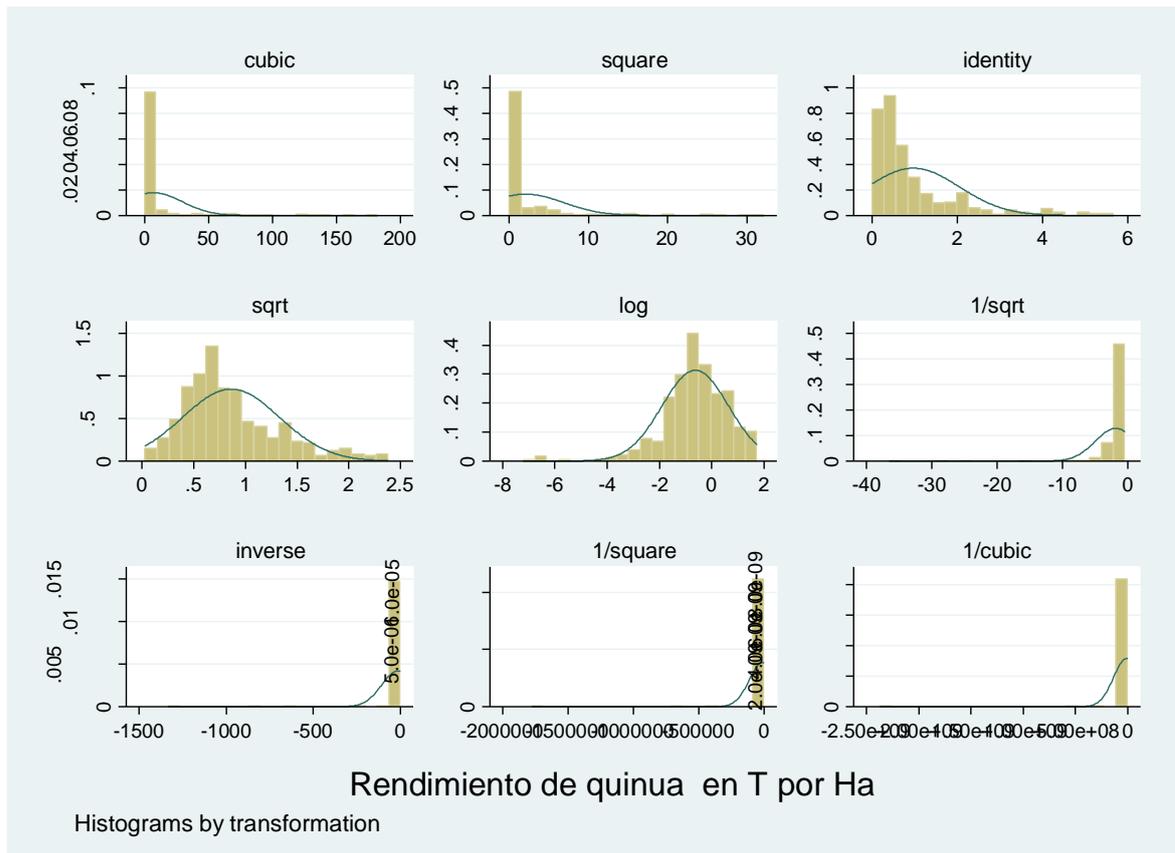
... continua

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>Total general</b>
San Antón	75%	25%	0%	100%
San José	100%	0%	0%	100%
San Juan de Salinas	100%	0%	0%	100%
Santa Rosa	20%	60%	20%	100%
Santiago de Pupuja	80%	10%	10%	100%
Taraco	59%	24%	18%	100%
Tiquillaca	50%	50%	0%	100%
Tirapata	67%	33%	0%	100%
Zepita	5%	37%	58%	100%
<b>Total general</b>	<b>48%</b>	<b>29%</b>	<b>23%</b>	<b>100%</b>

Fuente: 361 encuestas de octubre 2017 (Stata)

## ANEXO 7: Análisis de variables para la estimación de eficiencia técnica.

Las variables del modelo de eficiencia técnica se transformaron para operar con la que se aproxima a una distribución normal. La variable rendimiento de quinua en TM por Ha se transformó y de los resultados, el que tiene de tiene título log, al medio de la imagen de Stata, se aproxima a una distribución normal. El área total cultivada en Ha, MO en horas por Ha, maquinaria en horas por Ha y cantidad de semilla en Kg, tienen la misma presentación visual, siendo la transformación logarítmica la que se aproxima a una distribución normal.



**Resultado visual de Stata para seleccionar la transformación del rendimiento en T por Ha. que se aproxima a una distribución normal.**

## ANEXO 8: Resultado inicial de estimación de eficiencia técnica

El resultado inicial es  $\text{Prob} > \chi^2 = 0.000$  y rechaza la hipótesis nula de que todos los parámetros estimados sean iguales a cero ( $\beta_i=0$ ). De forma individual la extensión total de todos los cultivos en Ha ( $\log\_totalarea$ ) es significativo, mientras que las demás variables no son significativas. Todo a un nivel de significancia del 0.05.

### Resultado inicial de estimación de eficiencia técnica

```
Stoc. frontier normal/half-normal model      Number of obs   =      361
                                                Wald chi2(5)    =     131.44
Log likelihood = -501.12171                  Prob > chi2     =      0.0000
```

log_prod	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
log_totalarea	-.4156606	.0427627	-9.72	0.000	-.4994739	-.3318472
log_mo	-.000531	.0568376	-0.01	0.993	-.1119306	.1108686
log_maq	.0431893	.0477737	0.90	0.366	-.0504454	.136824
log_sem	.078764	.0654643	1.20	0.229	-.0495437	.2070717
edad	.0071789	.0040884	1.76	0.079	-.0008342	.015192
_cons	-.4218667	.2822788	-1.49	0.135	-.975123	.1313896
/lnsig2v	-.7508964	.1907315	-3.94	0.000	-1.124723	-.3770695
/lnsig2u	.3086649	.2168876	1.42	0.155	-.1164269	.7337568
sigma_v	.6869813	.0655145			.5698617	.8281717
sigma_u	1.166879	.1265408			.9434485	1.443222
sigma2	1.833549	.2385888			1.365924	2.301175
lambda	1.69856	.1796581			1.346436	2.050683

```
Likelihood-ratio test of sigma_u=0: chibar2(01) = 15.82 Prob>=chibar2 = 0.000
```

Fuente: 361 encuestas de octubre 2017 (Stata).