

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN



**“CARACTERIZACIÓN Y EFICIENCIA ECONÓMICA DE LOS
PRODUCTORES DE QUINUA EN EL VALLE DEL MANTARO-JUNÍN”**

Presentado por:

NILO ADOLFO CORAS AVILA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE ECONOMISTA

Lima – Perú

2015

DEDICATORIA

*Con cariño y gratitud a mis
padres Hugo y Esperanza
por su amor, esfuerzo y confianza.*

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Universidades Belgas Flamencas (VLIR) por otorgar su apoyo en el financiamiento de la investigación, sin el cual hubiera sido imposible su desarrollo.

A mi patrocinador el Dr. Waldemar Mercado Curi, por orientarme profesionalmente y apoyar con su experiencia en la investigación científica en el logro de la tesis.

A las Agencias Agrarias de Sicaya y Jauja y sus trabajadores, los cuales siempre estuvieron predispuestos para con la investigación y dieron un apoyo incalculable en la recolección de la información primaria.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1	MARCO TEÓRICO	4
2.1.1	EFICIENCIA ECONÓMICA.....	4
2.1.2	ANÁLISIS MULTIVARIANTE	11
2.2	ANTECEDENTES	19
2.2.1	QUINUA	19
2.2.2	TIPIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS.....	25
2.2.3	EFICIENCIA EN LA AGRICULTURA	28
III.	METODOLOGÍA.....	33
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	33
3.2	HIPÓTESIS.....	33
3.3	ZONA DE ESTUDIO.....	34
3.4	FUENTES DE INFORMACIÓN	42
3.4.1	SECUNDARIA.....	42
3.4.2	PRIMARIA	42
3.5	MÉTODOS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	45
3.5.1	POBLACIÓN Y MUESTRA	45
3.5.2	TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	46
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
4.1	TIPIFICACIÓN DE LOS PRODUCTORES DE QUINUA	55
4.2	NIVELES DE EFICIENCIA EN LOS PRODUCTORES DE QUINUA.....	69
4.2.1	ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA TÉCNICA	69
4.2.2	ANALISIS DE LA EFICIENCIA ECONÓMICA	75
4.2.3	ANALISIS DE DETERMINANTES EXÓGENOS DE LA EFICIENCIA TÉCNICA	77
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
5.1	CONCLUSIONES.....	80
5.2	RECOMENDACIONES.....	84
VI.	BIBLIOGRAFIA	86
VII.	ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 : Base de datos	13
Cuadro 2: Matriz de distancias	14
Cuadro 3: Método de Ward	17
Cuadro 4: Comparación del contenido de aminoácidos esenciales	23
Cuadro 5: Productores de quinua a nivel distrito en las provincias de Huancayo y Jauja	35
Cuadro 6: Descripción sociodemográfica de Sicaya	38
Cuadro 7: Extensiones de cultivos en el distrito de Sicaya	39
Cuadro 8: Descripción sociodemográfica de Acolla	40
Cuadro 9: Extensiones de cultivos en el distrito de Acolla	41
Cuadro 10: Población y tamaño de la muestra	46
Cuadro 11: Selección de variables para el <i>cluster</i>	56
Cuadro 12: Comparación de los promedios entre <i>cluster</i> de productores	56
Cuadro 13: Comparación de los valores promedios entre <i>clusters</i> a nivel distrito	58
Cuadro 14: Proporción de la superficie total dedicado a la quinua	59
Cuadro 15: Proporción de productores según tipo de riego	60
Cuadro 16: Recursos utilizados para la cosecha del grano	61
Cuadro 17: Recursos utilizados para la cosecha del grano en Acolla	62
Cuadro 18: Requerimiento de mano de obra por una ha	63
Cuadro 19: Requerimiento de mano de obra por una ha a nivel distrito	64
Cuadro 20: Comparación de fertilizantes utilizados por ha	64
Cuadro 21: Comparación de fertilizantes utilizados a nivel distrital por ha	66
Cuadro 22: Costos de producir una ha de quinua según tipo de productores y distritos	67
Cuadro 23: Costos y rentabilidades de los productores de quinua por una ha	69
Cuadro 24: Resultados de la estimación de la Función Frontera Estocástica para la función de producción de la quinua	70
Cuadro 25: Niveles de eficiencia técnica	73
Cuadro 26: Resultados de la estimación de la Función Frontera Estocástica para una función de costos	75
Cuadro 27: Niveles de eficiencia económica	77
Cuadro 28: Resultados de la relación de eficiencia técnica y determinantes exógenos	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación de la eficiencia económica.....	7
Figura 2: Representación gráfica del método del vecino más cercano	16
Figura 3: Dendograma.....	18
Figura 4: Mapa de la zona de estudio	36

ACRÓNIMOS

CENAGRO	Censo Nacional Agropecuario
FAO	Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación
FONCODES	Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social
kg	Kilogramo
km	Kilómetros
ha	Hectárea
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agraria
m	Metros
mm	Milímetros
msnm	Metros sobre el nivel del mar
MBGC	Maíz Blanco Gigante del Cusco
OMS	Organización Mundial para la Salud
MINAGRI	Ministerio de Agricultura y Riego
t	Tonelada
UNALM	Universidad Nacional Agraria La Molina

RESUMEN

Mediante la técnica de *clustering* aplicada a variables cuantitativas que explican el proceso productivos, se identificó tres grupos de productores, los pequeños que representan el 46.7% del total, son los que tienen un uso de mano de obra intensivo, bajos niveles de capitalización, alta diversificación de cultivos y no cuentan con riego tecnificado; el segundo estuvo compuesto de medianos agricultores que son el 37.6%, tienen mayores niveles de rendimiento, más áreas cultivadas, buenos niveles de capitalización y una diversificación de cultivos similar a los pequeños; finalmente los grandes productores son el 15.9%, ellos tienen las más grandes extensiones cultivadas, niveles de capitalización mayores a los otros grupos, son extensivos en sus siembras, usan mucha mano de obra y sus niveles de rendimiento son similares a la de los medianos agricultores. A través de la función de frontera estocástica de producción se estimó la eficiencia técnica que tiene como promedio 79%, con una variabilidad de 47% a 94%, demostrando las diferencias en el uso de insumos de agricultores de esta región, se observa que con una adecuada administración en el uso de insumos se podrían obtener mejores rendimientos utilizando la misma cantidad de *inputs*. Con la función de frontera estocástica en costos se quiso calcular la eficiencia económica, sin embargo en los resultados obtenidos no se encontró significativo que las desviaciones de la función de costos sean explicadas por el término de error que engloba las ineficiencias, esto porque en el cálculo de eficiencia económica en la agricultura los precios de los insumos varían poquísimos entre productores, debido que los precios son definidos en el mercado. Finalmente se analizó las relaciones que tienen la eficiencia técnica con variables exógenas al modelo como: niveles de educación, acceso a sistemas de riego, inquilinato del predio agrícola; de cuales se concluyó que tienen una relación directa.

SUMMARY

By clustering technique applied to quantitative variables that explain productive process, three kind of farmers of quinoa were identified, the first were called small farmers and represents the 46.7% of total, and they have a high levels of use of hand work, low levels of capitalization, high diversification of crops and do not have irrigation technology. The second group was formed for medium producers, which have higher throughput, big areas of cultivation, high levels of capitalization and diversification of crops similar to small farmer, this kind of producer represented the 37.6%. Finally the group of big producers that represented the 15.9%, they have bigger areas than mediums, the highest levels of capitalization, low diversification, high use of hand of work and throughput similar to medium producer. Through the stochastic frontier production, the study calculated the technical efficiency, which has a averaged of 79 % with a variability from 47 % to 94 %, demonstrating the variability in the use of inputs of the farmers in this region, the results show also that with proper administration in the input by the producers could get better outputs using the same amount of inputs. By the function of stochastic frontier cost, the study wanted to calculate the economic efficiency, however the results were not found significant deviations of the cost function are explained by the error term that encompasses inefficiencies, this because in the calculation of economic efficiency in agriculture, the prices of inputs are few variables between producers, due prices are defined in the market. Finally, the research analyzed the relationships among technical efficiency and exogenous variables to the model like: education levels, access to permanent irrigation systems, and tenancy of the farm; of which concluded that have a direct relationship (which does not imply causation).

I. INTRODUCCIÓN

La investigación se realiza dentro del programa de cooperación interuniversitaria entre el Consejo de Universidades Belgas Flamencas (VLIR) y la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) enmarcado en el proyecto de “Desarrollo de cadenas de valor para la conservación de la biodiversidad y la mejora de los medios de vida rurales”. La quinua tiene hoy una coyuntura favorable que incentiva a los productores tradicionales a ampliar sus áreas de cultivo y a otros agricultores los anima a empezar a sembrarla, todos ellos son actores primarios de la cadena valor y de los cuales se tiene un limitado conocimiento sobre sus técnicas productivas y resultados económicos, en ese sentido la investigación tiene como propósito realizar una exploración en cuanto a los insumos que son requeridos y los procesos realizados para la obtención del grano andino y evaluar si la proporción entre los *inputs* y *outputs* es la óptima, asimismo se examina la relación entre costos de factores – costo total para evidenciar si existe una eficiencia en costos. Con el objetivo de ampliar los conocimientos sobre los productores se hace también una tipificación basada en características técnico-productivas de forma que se identifiquen sus distintas necesidades y se cree un marco para que las políticas tengan un adecuado enfoque.

La tesis tiene un carácter descriptivo y explicativo – no experimental, ya que describe y tipifica mediante la técnica de estadística multivariada los sistemas productivos en los que se enmarcan a los agricultores; también explica mediante el modelo econométrico de fronteras estocásticas si los agricultores son eficientes en el uso de insumos de forma que elijan los niveles adecuados de *inputs* para obtener un mayor producto y si escogen los factores según sus precios minimizando el costo de producción, asimismo se identifica las variables que potencian o limitan la eficiencia en el adecuado uso de insumos. La realización del trabajo se basó principalmente en información primaria que se recolectó a través de encuestas sobre aspectos productivos y que se realizaron en el mes de noviembre del año 2013 en los dos distritos más representativos en unidades productoras de quinua en el Valle del Mantaro, que

según el IV Censo Nacional Agropecuario, fueron Sicaya (distrito de Huancayo) y Acolla (distrito de Jauja). En base a esto se puede decir que los resultados obtenidos tienen validez para la fecha de la recolección de la información y la zona donde se realizó.

La quinua no es uno de los principales cultivos del Valle del Mantaro, pero tiene gran potencial para el productor debido a la calidad de sus suelos y su ubicación geográfica que facilita su comercialización y distribución del producto hacia mercados importantes como Lima, ya sea para venderlos o embarcarlos en el puerto con fines de exportación. Asimismo la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) a través de su estudio “Quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria” proyecta que la quinua tiene grandes perspectivas de crecimiento mundial, debido al aumento de la demanda de productos de alto valor nutritivo lo que abre grandes posibilidades de incrementar el bienestar de los actuales y nuevos productores.

En esta coyuntura donde el mercado para cultivos de alto valor nutritivo se viene expandiendo favorablemente, es preciso conocer las características de los productores de este cultivo para observar si poseen limitaciones tanto en el aspecto técnico como económico. **Por ese motivo el objetivo general de la investigación fue:**

“Determinar 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”.

De cual se desprenden los siguientes **objetivos específicos:**

- a. Identificar y tipificar los distintos sistemas de producción existentes del cultivo en la zona de estudio.
- b. Determinar la eficiencia técnica de los productores de quinua en base a la relación entre el uso de insumos y el nivel de producción obtenido.
- c. Evidenciar la eficiencia económica de los productores de quinua sobre la base del efecto que tienen los costos de los insumos en el costo total de producción.

En esa finalidad, el documento se divide en siete capítulos. En el primero se da una introducción al problema y se presentan los objetivos de la investigación. En el segundo se detalla la revisión de literatura, en el que se encuentra el marco teórico en base al cual se desarrolla la tesis y los antecedentes de investigaciones similares en caracterización de sistemas de producción agrícolas y estudios de eficiencia técnica y económica en otros cultivos. El tercer capítulo comprende la metodología, donde se detalla las hipótesis, la muestra que se utilizó, una descripción de la zona de estudio, las fuentes a las que se recurrió para obtener la información y el tratamiento de ésta a través de métodos que validan las hipótesis del estudio.

El cuarto capítulo presenta los resultados y discusiones del análisis multivariado que se realizó mediante la técnica conocida como *cluster* para caracterizar a los productores según sus variables productivas. También se presentan los resultados del modelo conocido como función de fronteras estocásticas que se utilizó tanto para estimar la función de producción como para determinar la de costos, identificando qué variables contribuyen a un mayor producto o a una disminución de costos, asimismo se evidencia los niveles de eficiencia técnica y económica obtenidos a través del método econométrico. Adicionalmente se muestra los resultados de una regresión que relaciona los niveles de eficiencia técnica con variables cualitativas sociales y productivas.

En el capítulo cinco se concluye qué variables caracterizan a los sistemas productivos agrícolas de la quinua en el Valle Mantaro, asimismo se identifica cuál de estos tipos de finca es predominante en la zona. Se determina también si existe la posibilidad de expandir la producción de quinua utilizando las actuales cantidades de insumos y si es posible disminuir el costo de producción fruto de una adecuada elección de precios de los factores. Asimismo se describe la relación entre las variables cualitativas productivas - sociales y la eficiencia técnica. El capítulo seis contiene la bibliografía a la que se recurrió para enriquecer la investigación y finalmente en el capítulo siete se encuentran los Anexos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 MARCO TEÓRICO

En esta sección se presentó aspectos como la eficiencia económica y sus componentes, así como también la herramienta de la estadística multivariante conocida como el análisis *Clustero* de conglomerados que es utilizado para caracterizar a los productores de quinua.

2.1.1 EFICIENCIA ECONÓMICA

La eficiencia económica es un tema que ha sido abordado desde los primeros días de la Economía como ciencia a través de sus autores clásicos. Adam Smith (1776) por ejemplo en la Riqueza de las Naciones le concede un lugar importante y la define como una consecuencia de la división del trabajo, es decir que cuando los obreros se especializaban en un determinado proceso incrementaban su productividad debido al conocimiento y experiencia que iban adquiriendo con el pasar del tiempo, esto se traducía en un incremento de la producción sin hacer mayor uso del factor trabajo, generando un mayor eficiencia en su conjunto. Asimismo producto de esta optimización de los recursos las naciones incrementaban su patrimonio, ya que Smith argumentaba que la riqueza de las naciones se medía por la magnitud de su capacidad productiva.

Si bien el concepto de eficiencia económica ha sido tratado por diversos autores es Farrell (1957) quien recoge los conceptos tanto de los economistas clásicos, así como de otros contemporáneos a él, como Koopmans (1951) para elaborar un concepto de eficiencia que pueda ser medible, en ese sentido la importancia de su estudio radica en elaborar una medición que sirva tanto a los economistas teóricos como a los realizadores de políticas, los primeros se verían beneficiados con un concepto que podría ser aplicado en la práctica en diversas

industrias y el segundo grupo obtendrían información de distintos sectores que serían capaces de aumentar su producción incrementando solamente la eficiencia sin tomar mayores recursos.

El propósito del trabajo de Farrell es el de mostrar una medición satisfactoria de la eficiencia productiva y cómo puede ser calculada en la práctica.

La eficiencia económica posee dos componentes: el enfoque técnico y el enfoque asignativo o de precios, estas dos condiciones se deben cumplir de forma que se pueda obtener una eficiencia total. A continuación se describe cada una de ellas.

Eficiencia técnica

Koopmans (1951) fue el primer autor en dar un concepto sobre la eficiencia técnica y la definió como aquella situación en la que el incremento en cualquiera de los *outputs*, exige una reducción en al menos alguno de los restantes o el incremento de alguno de los *input*; o bien en la que la disminución de un insumo cualquiera exige, al menos, el aumento del algún otro o la disminución de alguno de los productos. Esta definición fue tomada en su totalidad por Farrell (1957).

Eficiencia de asignación o de precios

Por otra parte, la eficiencia asignativa o de precios definida por Farrell (1957) consiste en la capacidad que tiene una firma o empresa para combinar los insumos de una forma óptima en relación a los precios de éstos sin afectar los niveles de producción, es decir, pueden existir distintas combinaciones de insumos y por ende diferentes costos que den el mismo nivel de producción, sin embargo la firma eficiente es aquella que tomando en cuenta los precios de los *inputs*, encuentra una combinación inmejorable que minimiza el costo de producción.

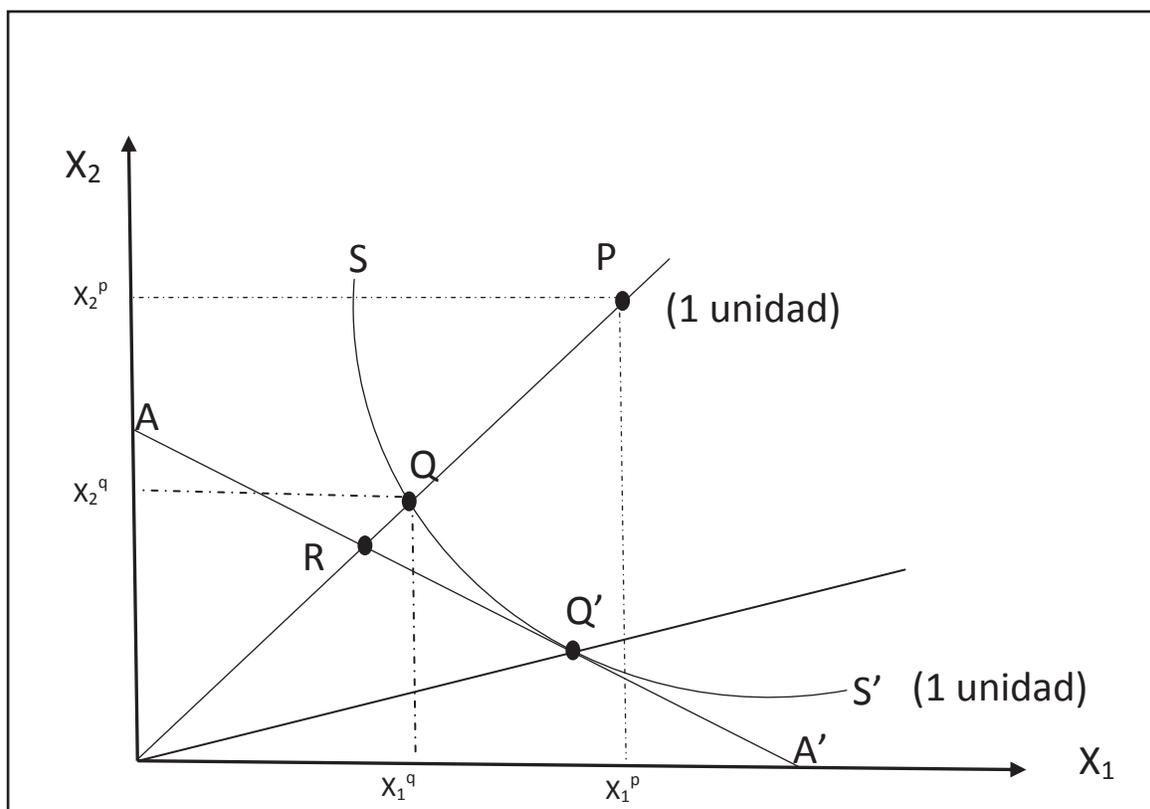
Representación de la eficiencia económica

Farrell (1957) fue el que ilustró la medición de la eficiencia económica mediante la utilización de un ejemplo sencillo, en el cual toma como supuestos que la empresa emplea dos factores y produce un solo bien, bajo condiciones de retornos de escala constantes, se asume que la función de producción es conocida.

El supuesto de los retornos constantes a escala permite que toda la información relevante sea presentada en una isocuanta. Esta representación se puede observar en la Figura 1, donde punto P representa la cantidad de insumos de los dos factores que usa la empresa (X_1^p , X_2^p), por una unidad del bien. La isocuanta SS' representa las muchas combinaciones de los dos factores que una firma perfectamente eficiente utiliza para producir el producto.

Ahora el punto Q representa una empresa usando los 2 factores (X_1^q , X_2^q) en la misma proporción que P. Esto significa que la firma situada en Q puede producir la misma cantidad que la empresa que se ubica en P, usando la fracción OQ/OP de los factores que utilizan en P. Así pues es natural definir a OQ/OP como la eficiencia técnica de la firma ubicada en P. Este ratio tiene algunas propiedades que en la medición de eficiencia son obviamente necesarios; toma el valor de la unidad (o 100%) para una compañía perfectamente eficiente, será definitivamente pequeña si las cantidades de insumos para un bien son demasiados grandes.

Figura 1: Representación de la eficiencia económica



Fuente: Adaptado de Farrell 1957, fig 1

Una adición necesaria al análisis de las empresas que utilizan sus factores en la mejores proporciones es la de incluir los precios de éstos. Así en el Figura 1, es Q' y no Q el óptimo método de producción, si bien ambos puntos representan el 100% de eficiencia técnica, los costos de producción en Q' serán solo una fracción OR/OQ de los costos que se incurren en Q , este ratio se define como la eficiencia de precios de Q . Además si la empresa observada cambiara la proporción de sus insumos hasta que estos fueran iguales a los representados en el punto Q' , manteniendo la eficiencia técnica constante, los costos podrían ser reducidos hasta el nivel de OR/OQ ; por lo tanto es razonable concluir que este ratio mide la eficiencia en precios de la empresa situada en P .

Una empresa será perfectamente eficiente si cumple con las dos condiciones explicadas líneas arriba, y se representa mediante el ratio OR/OP , y es llamado convenientemente como

eficiencia económica o total, es importante notar que es igual al producto de la eficiencia técnica y de asignación.

Técnicas de evaluación de la eficiencia económica

Para la evaluación de la eficiencia han surgido diversos métodos a través del tiempo, se puede clasificar a dos grandes grupos según se requiera o no de una forma funcional para catalogar la relación entre *inputs* y *outputs*, estos pueden ser los métodos paramétricos o no paramétricos; la técnica de mayor aceptación dentro del primer grupo es conocido como Función de Frontera Estocástica y el más usado en el segundo es Análisis Envolvente de Datos. Se describirá brevemente estas dos técnicas por ser las de mayor utilización en estudios de esta naturaleza. Las descripciones fueron tomadas del trabajo de García y Serrano (2003).

Función Frontera Estocástica

Para evaluar la eficiencia de una entidad, la función frontera de producción puede expresarse como:

$$Y_i = f(X_i; \beta) + \varepsilon_i = 1, 2, \dots, N \quad [1]$$

Donde N es el número de entidades consideradas, Y_i es el logaritmo del *output*, X_i es un vector fila de *inputs*, expresado en logaritmos; β es un vector de parámetros que debe ser estimado; $f()$ es la tecnología de producción; y el término ε_i , error compuesto, definido por:

- Una perturbación simétrica, a la que se denota por v_i , que recoge el impacto de efectos que no se encuentran bajo el control de la entidad objeto de estudio. En este concepto pueden incluirse posibles errores de medición, observación u otros factores como mal tiempo, huelgas, etc. Se supone que las v_i se encuentran idénticamente distribuidas con distribuciones normales con media cero y varianza σ_v^2 , esto es $N(0, \sigma_v^2)$.
- Un componente error, u_i , no-negativo y asimétrico e invariante en el tiempo conocido como Efecto Ineficiencia Técnica. Se considera que la ineficiencia técnica se distribuye

según una distribución seminormal dado que sólo puede disminuir el *output* por debajo de la frontera; si bien es habitual encontrar distintos supuestos distribucionales para esta ineficiencia, entre los cuales destacan: Exponencial, Normal Truncada o Gamma.

Tal y como se ha definido la función frontera de producción en la expresión (1), el *output* frontera obtenible a partir de un conjunto dado de *inputs* viene determinado por $f(X_i; \beta) + v_i$, de tal forma que dicha frontera es estocástica, puesto que la variable v_i es aleatoria. El modelo posibilita que determinadas observaciones puedan permanecer por encima o por debajo de la función de producción $f(X; \beta)$. Téngase en cuenta que v_i , a diferencia de lo que ocurre con u_i , no está restringida (v_i puede tomar valores mayores, menores o iguales a cero).

Por otro lado, el término u_i puede ser considerado como un índice de eficiencia técnica de la entidad, de manera que las unidades técnicamente ineficientes serán aquellas que presenten valores positivos, esto es:

$$u_i = [f(x; \beta) + v_i] - y_i > 0 \quad [2]$$

Es decir, una entidad es ineficiente técnicamente si el *output* observado (y_i) se encuentra por debajo del *output* de la frontera.

Si esto es así, el término u_i recogerá la cantidad, en términos absolutos, de *output* necesario para que la entidad alcance la frontera. En términos relativos, la eficiencia técnica de una entidad (ET_i) se puede expresar como el cociente entre su *output* y el máximo producto alcanzable.

$$ET_i = \frac{y_i}{[f(x; \beta) + v_i]} [3]$$

Evidentemente, si la eficiencia técnica es igual a la unidad, la entidad es eficiente, la ineficiencia técnica sería cero.

En el tratamiento de los datos se hará una descripción más detallada sobre la obtención de los niveles de eficiencia, no sólo técnica sino también la económica bajo una función de costos; este será el método que se utilizará en la investigación.

Análisis envolvente de datos

García y Serrano (2003) indican que dado que es una técnica no-paramétrica, no supone ninguna forma funcional de la relación entre los *inputs* y los *outputs*, ni una distribución de la ineficiencia. Además, es capaz de manejar situaciones de múltiples insumos y productos, expresados en distintas unidades. Son precisamente estas ventajas de este método las que han favorecido su uso extensivo.

Considérese, a modo ilustrativo, un conjunto de entidades cada una de las cuales produce un único bien (y) a partir de un único insumo (x). En esta situación resulta sencillo obtener un indicador de eficiencia para cada una de las n entidades consideradas -la tradicional definición de eficiencia entiende ésta como el cociente entre el *output* y el *input*- y realizar, a partir de las puntuaciones obtenidas, una clasificación de eficiencia. Así, la entidad más eficiente será aquella cuyo cociente sea mayor. Evidentemente también se podrá comparar las entidades y determinar la eficiencia relativa de éstas respecto de las calificadas como más eficientes.

Si siguiendo con este razonamiento, si en lugar de un único *output* y un único *input*, el conjunto de n entidades produjese a) dos bienes (y_1, y_2) a partir de un único insumo (x) o b) un único producto (y) a partir de dos factores (x_1, x_2), se tendrían que considerar dos cocientes: ($y_1/x, y_2/x$) para la situación a) y ($x_1/y, x_2/y$) para la situación b).

Los casos descritos anteriormente deben ser extendidos para tener en cuenta situaciones mucho más realistas puesto que, salvo muy raras excepciones, las entidades previsiblemente producirán varios *outputs* a partir de varios *inputs*. En consecuencia, debe acudir a métodos de programación matemática que permitan obtener el casco convexo de los datos, es decir, la frontera eficiente. La técnica del Análisis Envolvente de Datos (AED) es una técnica de programación lineal que facilita la construcción de una superficie envolvente, frontera

eficiente o función de producción empírica, a partir de los datos disponibles del conjunto de entidades objeto de estudio, de forma que aquellas que determinan la envolvente son denominadas entidades eficientes, y permite la evaluación de la eficiencia relativa de cada una de las entidades.

2.1.2 ANÁLISIS MULTIVARIANTE

Uriel y Aldás (2005) afirman que 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.

Las ciencias sociales no han sido ajenas a la tendencia de mayor utilización de las técnicas multivariantes e incluso han enriquecido sus análisis gracias a éstas; precisamente porque estudian las múltiples relaciones entre los seres humanos y su entorno, para lo cual es necesario recoger información de diferentes variables y es la estadística multivariada la que provee de técnicas para su análisis, de forma que ayuda a la comprensión de los fenómenos sociales.

Existen diversos métodos estadísticos según el fin que persiga la investigación; por ejemplo, hay métodos de predicción, de ordenamiento y agrupación, de dependencia, etc. Aquí se presentará la técnica de *cluster* que es una técnica de agrupamiento que trata de crear grupos de objetos que sean similares en relación a la información de las variables estudiadas.

Análisis de *cluster* o agrupamiento

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. Uriel y Aldás (2005) indican que el *clustering* 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 *clusters* sean lo más distintos posible unos de otro respecto a las variables consideradas.

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 *decity 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.

La distancia euclídea se define así:

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{p=1}^k (x_{ip} - x_{jp})^2}$$

Dónde: D_{ij} es la distancia euclidiana, x_{ip} y x_{jp} son los valores que toman dos observaciones en la variable x_p y 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, debidos a los grandes volúmenes de información que se pueden llegar a manejar.

“Una vez que, mediante el cálculo de la matriz de distancias, se sabe qué observaciones están más próximas entre sí, y más distantes de otras, es necesario formar los grupos, lo que implica tomar dos decisiones: selección del algoritmo de agrupación que se elige y la determinación de un número de grupos razonable.” Uriel y Aldás (2005).

Existe una diversidad de algoritmos que permiten el agrupamiento de las observaciones a través de la matriz de distancias, entre los más utilizados se puede encontrar los siguientes métodos: el del centroide, el del vecino más cercano y el de Ward. La técnica a utilizar queda a la elección de cuál de ellas cree el investigador que es la más apropiada para el estudio. A

continuación se presentará una pequeña base de datos para poder explicar mediante ejemplos sencillos los conceptos de cada una de las técnicas de aglomeración mencionadas.

Se considerará una data con 5 individuos para simplicidad de la explicación, sobre los cuales se han medido dos variables “X” e “Y”, los valores de éstas se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1 : Base de datos

Individuo	X	Y
A	10	22
B	12	25
C	16	10
D	50	30
E	45	25

Fuente: Adaptado de Uriel y Aldas 2005, cuadro 3.1

A partir de esta base de datos se podrá construir una matriz de distancias que consiste en calcular mediante un indicador desimilaridad cuan parecidas son las dos observaciones entre sí, para este caso se utilizará la distancia euclídea al cuadrado y no la euclidiana, debido a que la exigencia de la raíz cuadrada a la que obliga el segundo indicador puede ser muy exigente en la complejidad de los cálculos. En el Cuadro 2 se presenta la matriz de distancias que servirá de insumo para explicar los métodos de agrupamiento, como se puede apreciar existe un valor para cada par de observaciones que son los valores del indicador de similaridad, obviamente la diagonal principal toma valores de cero, ya que esta representa la distancia entre un mismo punto. A modo de ejemplo se calculará la distancia entre los individuos A y B:

$$D_{AB} = (10 - 12)^2 + (22 - 25)^2 = 13$$

Cuadro 2: Matriz de distancias

	A	B	C	D	E
A	0	13	180	1664	1234
B	13	0	241	1469	1089
C	180	241	0	1556	1066
D	1664	1469	1556	0	50
E	1234	1089	1066	50	0

Fuente: Adaptado de Uriel y Aldas 2005, cuadro 3.2

La primera técnica aglomerativa que se explica es la del centroide, la cual Prieto (2006) describe como un algoritmo que plantea que la distancia entre dos conglomerados sea la de sus centros, estos son los valores medios de las observaciones de las variables que conforman el grupo. Cada vez que se agrupa a los individuos, se calcula uno nuevo, es decir que éstos cambian a medida que se fusionan los *clusters*. Prieto (2006) advierte también que con este método a veces se producen resultados desordenados y confusos, aunque tiene la ventaja de que es menos afectado por los valores atípicos.

La técnica de centroide mide la proximidad entre dos grupos calculando la mínima distancia entre los valores medios que representan todo el conglomerado y se puede definir de la siguiente manera:

$$D_{RS} = \sqrt{\sum_{p=1}^k (\bar{X}_{Rp} - \bar{X}_{Sp})^2}$$

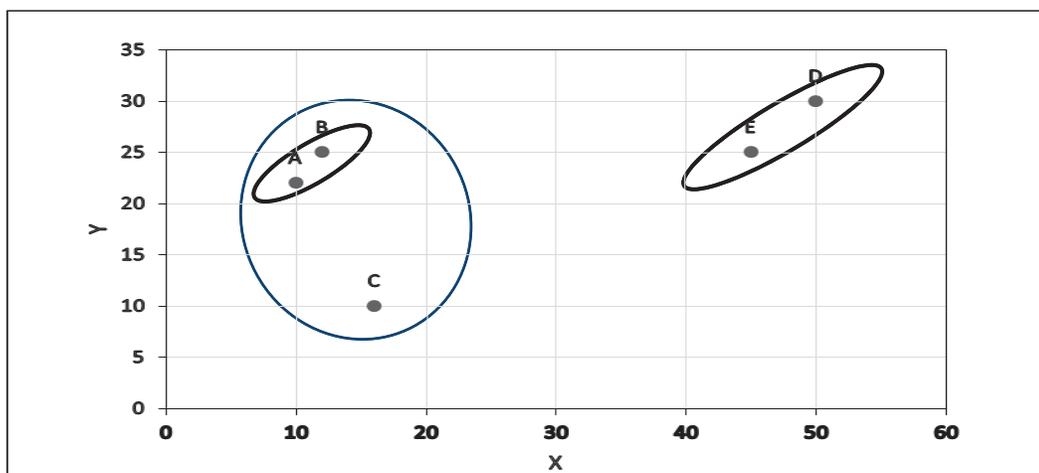
Donde \bar{X}_{Rp} y \bar{X}_{Sp} son las medias de la variable X_p en los grupos R y S, respectivamente y k el número de variables. Así para nuestro pequeño ejemplo se observan cinco individuos en el Cuadro 1 en la que sus observaciones también son centroides (esto debido a que es una sola observación), en ese sentido, aplicando la distancia que se acaba de presentar los primeros elementos a unir son A y B, debido a que sus centros son los que se encuentran más próximos, seguidamente se calcula el nuevo valor que representará al grupo formado por A-B y se recalcula la matriz de distancias para identificar nuevamente cuales son los centroides que se encuentran más cercanos y por ende los que pasarían a formar un nuevo grupo.

La técnica que se acaba de describir y las que se van a presentar más adelante son procesos iterativos, las cuales consisten en agrupar las observaciones según cuanto se parezcan entre sí hasta formar un solo grupo; sin embargo el objetivo del análisis *clusterno* es formar un solo conglomerado sino algunos, en ese sentido existe una herramienta que ayudan a identificar cuando detener este proceso de forma que se pueda obtener unos pocos grupos diferenciados. Este instrumento se presentará al final de este acápite, ya que su aplicación se extiende a todos los métodos de aglomeración.

La segunda técnica es la del vecino más cercano o también llamado de vinculación simple, Uriel y Aldás (2005) sostienen que este es un algoritmo donde la distancia entre conglomerados es representada entre los dos miembros más cercanos de esos grupos, la idea es agrupar a los *clusters* que estén más próximos. Prieto (2006) afirma sobre esta técnica, que la distancia entre dos grupos cualesquiera, es la más corta del punto de un conglomerado hasta cualquier punto del otro y agrega también que este método tiene el problema de que a veces produce largas cadenas que no describe adecuadamente los grupos.

Esta técnica se comprende mejor visualmente, los datos presentados en el Cuadro 1 se pueden representar gráficamente, como se observa en la Figura 2, aquí se ve cuáles son las observaciones más cercanas entre sí, se puede apreciar que al estar A y B muy próximos o siendo los vecino más cercanos formarán un conglomerado al igual que D y E, así también al estar C más próximo de un elemento del grupo formado por A-B que el constituido por D-E, se unirá al primero formando el *cluster* A-B-C.

Figura 2: Representación gráfica del método del vecino más cercano



Fuente: Adaptado de Uriel y Aldas 2005, figura 3.2

Finalmente el método de Ward según Uriel y Aldás (2005) no calcula la distancia entre los distintos conglomerados para decidir cuales se deben fusionar, ya que su objetivo es maximizar la homogeneidad dentro de cada *cluster*. Para ello plantea todas las posibles combinaciones de observaciones para el número de grupos que se esté considerando en cada etapa concreta. El criterio que utiliza para decidir la solución con la que se obtiene el grupo más homogéneo; es calcular los centroides de los grupos resultantes de las posibles fusiones y a continuación obtiene la distancia euclídea desde el centro a todas las observaciones del grupo, aquella solución en que se obtiene una menor suma de cuadrados es la que garantiza la máxima homogeneidad y por lo tanto la elegida.

Gallardo (2012) refuerza esto sosteniendo que el método de Ward es un procedimiento en el cual, en cada etapa, se unen los dos grupos para los cuales se tenga el menor incremento en el valor total de la suma de los cuadrados de las diferencias, dentro de cada conglomerado, de cada individuo hacia los valores medios del *cluster*.

Tomando en cuenta la base de datos inicial que se presentó en el Cuadro 1 se puede observar que existen 5 elementos con los cuales se podría formar 10 posibles grupos en los que haya dos elementos, el método de Ward consiste en identificar estos posibles 10 conjuntos, calcular el centroide de cada uno de éstos e identificar con cuál de los conglomerados la suma de

cuadrados es mínima garantizando de esta manera obtener grupos bastante homogéneos. En el Cuadro 3 se observa los posibles grupos, su centroides, la distancia de los elementos del grupo hacia los valores medios y finalmente la suma de cuadrados del indicador euclidiano.

Cuadro 3: Método de Ward

Grupos	Centroide	Distancias de los elementos del grupo al centroide	Suma de cuadrados de las distancias euclidianas
(A-B), C, D, E	C AB = (11; 23.5)	D AB = 6.5	6.5
(A-C), B, D, E	C AC = (13; 16)	D AC = 90	90
(A-D), B, C, E	C AD = (30;26)	D AD = 832	832
(A-E), B, C, D	C AE = (22.5; 28.5)	D AE = 717	717
(B-C), A, D, E	C BC = (14; 17.5)	D BC = 120.5	120.5
(B-D), A, C, E	C BD = (31; 27.5)	D BD = 734.5	734.5
(B-E), A, C, D	C BE = (28.5; 25)	D BE = 544.5	544.5
(C-D), A, B, E	C CD = (33; 20)	D CD = 778	778
(C-E), A, B, D	C CE = (30.5; 17.5)	D CE = 533	533
(D-E), A,B,C	C DE = (47.5;27.5)	D DE = 25	25

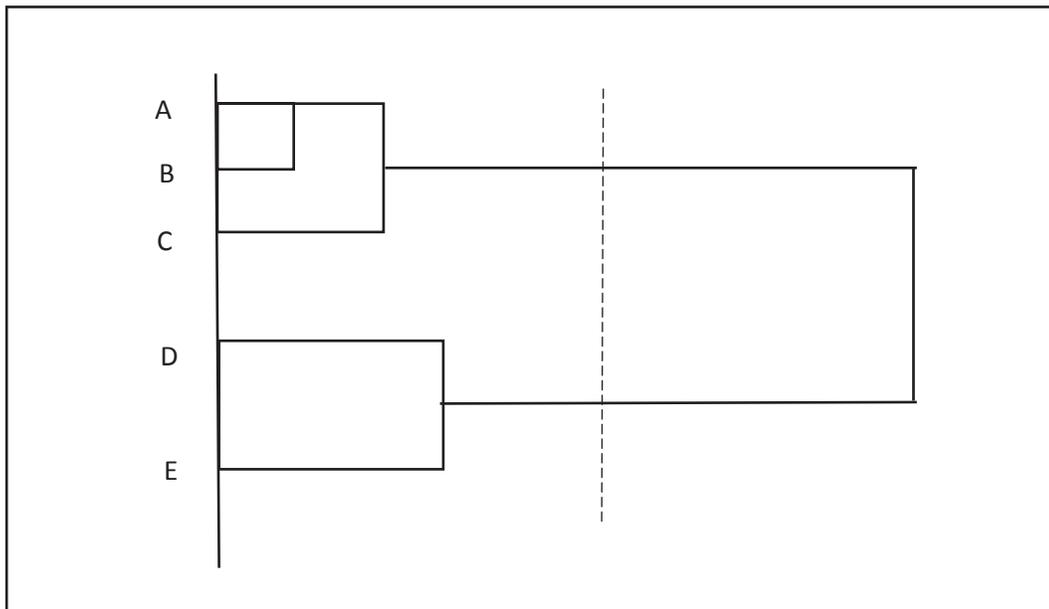
Fuente: Adaptado de Uriel y Aldas 2005, ejemplo 3.11

Se puede apreciar en el Cuadro 3 que el grupo que minimiza la suma de los cuadrados de las distancias euclidianas es el grupo formado por los individuos A y B, certificando que el conglomerado formado por ellos es el más homogéneo.

Como se puede ver en los tres algoritmos que se presentaron, se inicia considerando a cada observación como un grupo y posteriormente estas se van fusionando sucesivamente entre los más cercanos o los que minimicen la varianza intragrupal hasta crear un solo conglomerado, pero en cada etapa que se avanza un grupo cada vez más distintos, menos susceptibles a formar un *cluster*. La interrogante ante esta situación es ¿Hasta qué punto se puede fusionar? Hoy existen programas estadísticos que proveen de herramientas de apoyo para tomar esta decisión, la herramienta principal es el dendograma el cual es una representación gráfica de la formación ordenada de los conglomerados y la distancia entre ellos.

En la Figura 3 se observa el ejemplo de un dendograma para la agrupación que se obtuvo con los métodos presentados. Volviendo a la pregunta de hasta qué punto se deberían permitir la fusión de los grupos, Chauza y Villa (2011) mencionan que no existe un indicador o una hipótesis nula que permitan dar una respuesta definitiva, sin embargo plantean como alternativa seguir procedimientos basados en la inspección visual de la herramienta gráfica. Similar opinión tienen Uriel y Aldás (2005) que plantean detener el proceso de fusión cuando los grupos están a una distancia significativa mayor a las que previamente se ha unido, es decir en el momento en que la siguiente reunión se va a dar entre grupos muy distintos, eso se traduce en la herramienta cuando en esta se da un gran salto. En el dendogramase ve una diferencia significativa cuando se da la unión de los grupos (A-B-C) y (D-E), en ese sentido estos dos grupos están a tal distancia que no sería razonable fusionarlos, quedando 2 conglomerados adecuadamente caracterizados.

Figura 3: Dendograma



Fuente: Adaptado de Uriel y Aldas 2005, figura 3.11

2.2 ANTECEDENTES

En esta sección se presenta inicialmente los estudios que se han realizado sobre la quinua los cuales fueron propiciados por el Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y universidades que se enfocaron en la descripción de cualidades y usos que se le puede dar al cultivo. Seguidamente se describirá los objetivos y resultados de trabajos orientados a la tipificación de productores agrícolas mediante la técnica de *cluster* en distintos países como la Argentina y Ecuador, debido a que los estudios de esta tipología en el Perú y más aún en el Valle del Mantaro son limitados; finalmente se dará a conocer estudios sobre la eficiencia técnica y económica que tiene una amplia difusión en muchas industrias, así como también en la agricultura y en diversos cultivos.

2.2.1 QUINUA

Descripción

La quinua tiene como nombre científico el de *ChenopodiumQuinoaWilld* y según De la Cruz (2009) es considerado un pseudocereal debido a que no pertenece a la familia de las gramíneas en la que están los cereales “tradicionales”, pero debido a su alto contenido de almidón su uso es el de un cereal; sin embargo Canahua y Mujica (2013) consideran que ese nombre es peyorativo y no tiene ningún sustento técnico y recomiendan llamarlo grano andino.

El cultivo de la quinua se extiende por muchos países de Sudamérica como: Perú, Bolivia, Ecuador, Chile, Argentina y Colombia; sin embargo su centro de origen se encuentra en los Andes de Perú y Bolivia así lo menciona la FAO (2011), e incluso de forma más exacta y basándose en la evidencia de los diversos tipos observados Gómez y Eguiluz (2011) sostienen que va desde el sur del Nudo de Pasco–Perú hasta el altiplano peruano – boliviano. Si bien este cultivo de origen andino en los últimos años ha sido promovido para su consumo y producción por campañas tanto nacionales como internacionales, su utilización viene de miles de años atrás, Suca (2008) afirma que desde hace 3000 a 5000 años es producida en forma doméstica por los pobladores del altiplano. Siendo un producto muy antiguo y que se

encuentra en muchos países con distintas características climatológicas y geográficas, la quinua ha tenido que adaptarse generando una diversidad genética, en ese sentido los trabajos de la FAO (2011) y Gómez y Eguiluz (2011) coinciden en agruparla en 5 grupos mayores según sus características morfológicas y de adaptación. A continuación se presenta una descripción de estos grupos realizados por la FAO (2011).

Quinua de nivel del mar: Se han encontrado en las zonas de Linares y Concepción (Chile) a 36° Latitud Sur. Son plantas más o menos robustas, de 1.0 a 1.4 metros de altura, de crecimiento ramificado, y producen granos de color crema transparente.

Quinua de valles interandinos: Son las que se adaptan entre los 2500 a 3500 msnm (metros sobre el nivel del mar), se caracterizan por su alto desarrollo - hasta 2.5 m (metros) o más de altura y con muchas ramificaciones- con inflorescencia laxa y que normalmente presentan resistencia al mildiu.

Quinua de altiplano: Se desarrollan en áreas mayores como cultivos puros o únicos y, entre los 3600 a 3800 msnm, corresponde a la zona del altiplano peruano-boliviano. En esta área se encuentra la mayor variabilidad de caracteres y se producen los granos más especializados en su uso. Las plantas crecen con alturas entre 0.5 a 1.5 m, con un tallo que termina en una panoja principal y por lo general compacta. En este grupo es donde se encuentra el mayor número de variedades mejoradas y también los materiales más susceptibles al mildiu cuando son llevados a zonas más húmedas.

Quinua de salares: Son las que crecen en las zonas de los salares al sur del altiplano boliviano, la zona más seca con 300 milímetros de precipitación. Se siembran como cultivos únicos a distancias de 1 m x 1 m y en hoyos para aprovechar mejor la escasa humedad. Son quinuas con el mayor tamaño de grano (> a 2.2 milímetros de diámetro), se las conoce como “Quinua Real” y sus granos se caracterizan por presentar un pericarpio grueso y con alto contenido de saponina.

Quinua de los yungas: Es un grupo reducido de quinuas que se han adaptado a las condiciones de los Yungas de Bolivia a alturas entre los 1500 y 2000 msnm, y se caracterizan por ser de desarrollo algo ramificado. Alcanzan alturas de hasta 2.20 m, son plantas verdes, y cuando están en floración toda la planta íntegra, toma la coloración anaranjada.

Como se ve la quinua ha podido adaptarse a distintas ubicaciones geográficas y desarrollar características particulares según el lugar donde esté, por ejemplo la quinua de la costa es más pequeña que la de los valles interandinos; sin embargo estas dos poseen características morfológicas generales y que pueden describir a cualquiera de las mencionadas líneas arriba, en ese sentido es importante describir una morfología general de la quinua, para eso se tomará como base el trabajo realizado por Gómez y Eguiluz (2011) que describe cada parte de la planta.

La raíz: Es pivotante vigorosa de la cual emergen raíces secundarias, terciarias, etc., formando un sistema radicular bien ramificado. La longitud de la raíz está relacionada aparentemente con la altura de la planta. La longitud del sistema radicular depende del genotipo, el tipo de suelo, la disponibilidad de humedad y nutrientes. Este buen desarrollo radicular explicaría, entre otros aspectos su tolerancia a la sequía.

El tallo: Es cilíndrico en la base tornándose anguloso a partir de la zona donde emergen las ramas en forma alternada. La textura de la medula de la planta jóvenes es blanda, y cuando se acerca a la madurez es esponjosa y hueca, de color crema y sin fibra.

La inflorescencia: Es una panoja con longitud que varía de 15 a 70 cm. Las panojas pueden ser claramente diferenciadas y terminales o no diferenciadas debido al tipo de ramificación. Los colores de la panoja son muy diversos: verdes, amarillas, naranjas, rosadas, rojas, granates, violetas, marrón, gris y negra. Todas ellas con diversas tonalidades del claro al oscuro

Los frutos: Cuando tienen un diámetro mayor a 2.2 mm son considerados grandes, medianos si tienen entre 1.8 a 2.2 mm, y son pequeños los que tienen un diámetro menor a 1.8 mm. Las

partes del fruto son el pericarpio y las semillas. Las semillas tienen el episperma, el perisperma y el embrión.

Propiedades

La quinua tiene diversas características que han propiciado que haya sido elegida por la FAO como un alimento con gran potencial para fortalecer la seguridad alimentaria en el mundo, entre sus principales propiedades está la de ser un cultivo de gran adaptabilidad y que requiere limitados recursos físicos para su desarrollo, poseer una alta calidad nutritiva y tener una diversidad de usos.

La quinua está en diversos lugares del continente entre los que existen grandes contrastes en lo que se refiere a condiciones climatológicas y de dotación de recursos físicos. Así pues la FAO (2011) sostiene que: “Tomando en consideración las condiciones donde se desarrolla el cultivo y la amplia variabilidad genética que se dispone, la quinua tiene una extraordinaria adaptabilidad a distintos pisos agroecológicos. Se adecúa a diferentes climas desde el desértico hasta los calurosos y secos, el cultivo puede crecer con humedades relativas desde 40% hasta 88%, y la temperatura apropiada para el cultivo es de 15 a 20°C, pero puede soportar desde 4°C hasta 38°C. Es una planta eficiente al uso de agua, es tolerante y resistente a la falta de humedad del suelo, obteniéndose producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm”.

En cuanto a sus cualidades nutricionales se puede decir que es un alimento con importante cantidad de proteínas que tienen alto contenido de aminoácidos esenciales y son estos últimos los que hacen diferencia con respecto a otros alimentos, así en su trabajo Gómez y Eguiluz (2011) afirman que la ventaja nutricional más importante de la quinua es su composición de aminoácidos esenciales, los cuales están muy cerca estándares recomendados por la FAO y la Organización Mundial para la Salud (OMS) para todos los grupos de edad. Asimismo la FAO (2011) basándose en la literatura en nutrición humana sostiene que son cuatro los aminoácidos esenciales que definan la calidad de las dietas humanas mixtas; a los que hace mención son: la metionina, la lisina, la treonina y el triptófano. A continuación se presentará en el Cuadro 4, un

comparativo entre alimentos sobre la cantidad (gramos) de aminoácidos esenciales que se pueden encontrar por 100 gramos de proteína.

Cuadro 4: Comparación del contenido de aminoácidos esenciales

Aminóacido	Quinoa	Arroz	Cebada	Maíz	Trigo	Patrón -FAO
Arginina	7.3	6.9	4.8	4.2	4.5	-
Fenilalanina	4.0	5.1	5.2	4.7	4.8	6.0
Histidina	3.2	2.1	2.2	2.6	2.0	-
Isoleucina	4.9	4.1	3.8	4.0	4.2	4.0
Leucina	6.6	8.2	7.0	12.5	6.8	7.0
Lisina	6.0	3.8	3.6	2.9	2.6	5.5
Metionina	2.3	2.2	1.7	2.0	1.4	3.5
Treonina	3.7	3.8	3.5	3.8	2.8	4.0
Triptófano	0.9	1.1	1.4	0.7	1.2	1.0
Valina	4.5	6.1	5.5	5.0	4.4	5.0

Fuente: Catálogo del banco de germoplasma de quinua 2011

Se observa en el Cuadro 4 que en los cuatro aminoácidos que hace mención la FAO la quinua tiene valores superiores en la lisina y metionina y relativamente menores en la treonina y triptófano; pero aquí se debe aclarar que la quinua tiene proporciones de proteína mayores a los otros alimentos, es decir que para obtener 100 g de proteínas es necesario consumir menores cantidades en comparación con el resto de cereales, lo que potencia su valor nutricional. Incluso la FAO (2011) hace mención a una comparación donde encontró que 100 g de quinua posee el quintuple de lisina, más del doble de isoleucina, metionina, fenilamina, treonina y valina y cantidades muy superiores de leucina al confrontarlos con 100 g de trigo.

Además de ser un alimento de alto valor nutritivo la quinua también puede ser usada con fines nutracéuticos y medicinales. Al ser un alimento que contiene fibra (el 6% del peso del grano) su ingesta favorece el tránsito intestinal y previene el cáncer de colon. También es usado por curanderos con fines curativos y mágicos religiosos.

Producción

A nivel internacional los mayores productores de quinua son Perú y Bolivia, Suca (2008) encontró que hasta el año 2008 la producción de ambos países representaba el 92% de toda la producción en el planeta, en el 2012 según FAO (tomado de FAOSTAT) Perú y Bolivia han producido 44.2 mil y 37.5 mil toneladas, respectivamente; lo que significaba un incremento al 99% de la producción mundial entre ambos países. En el año 2013 según datos preliminares del Instituto Nacional de Estadística de Bolivia y del Ministerio de Agricultura y de Riego del Perú (MINAGRI), el país altiplánico habría reemplazado a nuestro país como el principal productor con 61.2 mil toneladas en tanto que nuestra producción fue de 47.7 mil toneladas.

Debido a sus cualidades el cultivo de la quinua, es producto de diversos proyectos que pretenden insertarlas en países fuera de la región sudamericana, la FAO (2011) afirma que Estados Unidos inició ensayos con ecotipos del grupo costeño en el Estado de Colorado en la década de los ochenta, producto de ello se creó una asociación con los productores que hoy en día obtienen rendimientos de 1000 Kg/ha. También varios países europeos han participado en el proyecto “Quinoa un cultivo multipropósito para la diversificación agrícola de los países europeos”, lo que demuestra el interés por este grano de alto valor nutritivo.

En tanto en el ámbito nacional la producción de quinua se sitúa básicamente en zonas alto andinas, según datos del MINAGRI a fines del 2012 fue Puno la principal región productora con 71.3 % seguido de Ayacucho con el 9.5%, Cusco 5.8%, Junín 3.7% y Apurímac 3.4%.

Esta información al ser contrastada con la de periodos anteriores demuestra que la distribución de la producción en el territorio nacional ha cambiado en los últimos años, ya que según Arbieto, Del Pozo y Sheen (2007), la región Puno el año 2006 concentraba el 84% de quinua producida en el país; la disminución de la participación de esta región se debe principalmente al incremento que han tenido las otras regiones debido a la creciente demanda y los precios altos, así según el MINAGRI algunas lugares han tenido picos de crecimiento, por ejemplo el incremento que ha tenido la producción de Ayacucho del 2012 con respecto al 2011 es de

189.8%, le sigue Arequipa con 66.2%, Apurímac con 66.0%, La Libertad con 42.9%, Cajamarca con 34.6% y Ancash con 30.8%.

Según las cifras mencionadas la producción de quinua se está incrementando a buen ritmo en diversos lugares del país, sin embargo existen algunas limitaciones que todavía no permiten que estas sean mayores. Arbieto, Del Pozo y Sheen (2007) identificaron algunas como el uso de semillas de poca calidad, bajo nivel tecnológico en la producción, limitado uso de maquinaria en el proceso productivo para mejorar la eficiencia y reducir costos de producción, y deficientes labores de post cosecha; FAO (2011) considera que los materiales genéticos, el clima y la política tienen una fuerte influencia en los niveles de productivos.

2.2.2 TIPIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS

La descripción detallada de los sistemas productivos que se encuentran en la agricultura es de suma importancia debido a que permite conocer a fondo cuales son las características que identifica a un determinado agricultor, de modo que se pueda conocer sus limitaciones y fortalezas y plantear políticas de desarrollo adecuadas para cada tipo de productor agrícola. Por ejemplo un agricultor con nivel de educación superior y que tuviera una finca de mediano tamaño en un lugar plano, con nivel tecnológico alto y que destina su producción a la venta tendrá distintos requerimientos a un agricultor sin educación, con un predio pequeño con pendiente y que destina su producción al autoconsumo. En ese sentido Escobar y Berdegué (1990) sostienen que si bien en una misma región es posible encontrar distintos factores físico-biológicos, socioeconómicos y culturales, es indispensable identificar las distintas combinaciones de estos factores en su relación con las diferentes clases de unidad de producción y ayudar al conocimiento de la dinámica de desarrollo.

Escobar y Berdegué (1990) propusieron también un sistema metodológico para tipificar y caracterizar los diversos sistemas de fincas lo que consistía primero en determinar un adecuado marco teórico y seleccionar las variables que permitan operacionalizarlas, posteriormente la recolección de datos y la realización de un análisis estadístico multivariado y finalmente interpretar y validar las clasificaciones.

Espinoza y Jativa (1990) en su estudio sobre la caracterización del productor de maíz en la provincia de Bolívar en Ecuador, tuvo como objetivo el de clasificar los sistemas de producción agrícola en grupos de fincas homogéneas, a partir de una encuesta obtuvo 97 variables sobre aspectos económicos, sociales y agropecuarios; estos datos fueron analizados por el método de conglomerado (*cluster*) para permitir la identificación y caracterización en grupos relativamente similares. Como resultado de su análisis encontró cinco grandes grupos que resumían la variabilidad de los productores de maíz que se resumen a continuación:

Grupo 1: En este se encuentra productores con predios pequeños donde sólo se cultiva maíz, no existe alguna asociación a pastos; son propietarios de los lotes y poseen un número mayor de bovinos, ovinos y porcinos en comparaciones a los demás grupos; asimismo tienen algunas prácticas agronómicas especiales como la mayor uso de semillas y utilización media de fertilizantes.

Grupo 2: Aquí encontró a campesinos casi sin tierras y que ofrecen su trabajo y generalmente son jornaleros de fincas más grandes, el cultivo de maíz está asociado al frijol, poseen cantidades medianas de bovinos y porcinos, su utilización de fertilizantes es casi inexistente.

Grupo 3: Son productores que tienen fincas de tamaño intermedio que son de su propiedad, su principal actividad es la agricultura pero también obtienen recursos de otras actividades como la albañilería y jornales, tienen poca cantidad de animales, usan poca cantidad de semillas pero la utilización de abonos y fertilizantes es alto.

Grupo 4: Los agricultores de este grupo tienen lotes de tamaños intermedios mayores al grupo 3, tienen acceso al crédito, su cultivo de maíz está asociado al del frijol, además tiene un uso intensivo en agroquímicos, fertilizantes y abonos.

Grupo 5: Los productores de este grupo son de los que manejan predios más grandes, en su mayor parte cultivados. En general manejan más de dos lotes, de los cuales son dueños, aplican

abono orgánico y usan fertilizante en cantidades significativas. Tienen considerable superficie sembrada con pastos.

Coronel y Redolfi (2005) en su trabajo tipificación de los sistemas agropecuarios en el área de riego de Santiago del Estero en la Argentina tuvo como propósito el de conformar una imagen ordenada de la agricultura de irrigación, hecho que significa un aporte a la elaboración de un diagnóstico provincial de los sistemas productivos agropecuarios, y diseñar modelos de optimización productiva, en los cuales se proponga un plan de producción en función de los recursos disponibles.

Para este estudio Coronel y Redolfi (2005) recolectó información vía una encuesta de la que pudo extraer 52 variables que fueron analizadas según la correlación que tenían entre ellas y la información que se repetía, de las variables iniciales quedaron 7 que no se relacionaban entre sí y que representaban distintos comportamientos de los productores. Sobre éstas se realizó un análisis de componentes principales obteniendo 4 factores que explicaban el 68% de la variación, sin embargo no pudo dar una interpretación adecuada; ante los resultados poco satisfactorios para interpretar los componentes principales, procedió a aplicar el análisis factorial para hallar nuevos factores cuyas cargas fueran fáciles de estudiar, con el fin de asignarles sentido y nombre a cada uno de ellos.

Producto del análisis factorial se obtuvieron 3 nuevos factores, el primero se pudo interpretar como medida del uso de capital y mano de obra en las explotaciones rurales, el segundo como indicativo de la caracterización social y la orientación del producto y el tercero como la escala o tamaño de producción. Posteriormente se realizó el análisis *cluster* con el propósito de formar grupos de sistemas productivos similares respecto de las tres nuevas variables creadas: recursos del predio, realidad socio-productiva y dimensión. Se obtuvieron cuatro grupos diferenciados que se detallan brevemente.

Explotación tipo 1: constituida por unas 600 ha. en su conjunto, encuadradas en un sistema productivo exclusivamente agrícola, con mano de obra permanente, un parque de maquinaria moderno y completo y sin restricciones serias de capital. El propietario tiene pocos años de

experiencia en la actividad en comparación con las otras y se dedica a tiempo completo; consecuentemente, no tiene ingresos extras. El manejo actual de este tipo de explotación se identifica por la escasa diversificación productiva en grandes extensiones.

Explotación tipo 2: formada por 160 ha en total, destinadas a la agricultura y ganadería, donde las tareas rurales están totalmente mecanizadas; con pocas restricciones de capital y mano de obra permanente. El productor realiza la supervisión y dirección del campo, pero utiliza parte de su tiempo en otras actividades que le generan ingresos extra.

Explotación tipo 3: posee unas 48 ha con suelos de calidad regular, dedicadas totalmente a actividades agrícolas. Cuenta con un tractor e implementos básicos de arrastre con alto grado de obsolescencia. La producción está organizada con base en el trabajo del grupo doméstico, con un alto componente de labores manuales. El productor reside en el predio, tiene aproximadamente 45 años de experiencia en la actividad y no posee ingresos agrarios extra.

Explotación tipo 4: que juntas tienen 72 ha, con suelos de buena calidad, ocupadas para cultivos agrícolas mono específicos, como el algodón o una combinación de maíz y trigo. No hay mano de obra permanente y la fuerza laboral está formada por el propietario, un familiar y mano de obra eventual. Dispone de tractores e implementos de labranza, todos amortizados. La antigüedad del parque de maquinarias demuestra la imposibilidad de capitalización.

2.2.3 EFICIENCIA EN LA AGRICULTURA

La teoría sobre la eficiencia productiva tuvo como punto de partida el de crear un indicador que muestre que tan bien se combinan los insumos para obtener un producto, de modo que se pueda saber en qué medida se puede incrementar la producción sin aumentar la dotación de *inputs* o en todo caso en cuanto se puede reducir los niveles de insumos y seguir produciendo la misma cantidad. La agricultura y siendo más específico la que se practica en menor escala es la que ha tenido una amplia cobertura de estudios en referencia a ese tema, debido principalmente a que se asume que los pequeños agricultores debido a la poca capacitación

que poseen y niveles bajos de acceso a las tecnologías son los que tienen menores posibilidades de combinar de forma adecuada sus insumos.

Por lo expuesto antes, la eficiencia en la agricultura ha sido estudiada por diversos autores tales como Jaime y Salazar (2011) que investigaron los niveles que alcanzan los agricultores que producen trigo en la región del Ñuble en Chile, e indagaron si existe una relación entre la participación en organizaciones y la utilización óptima de los recursos.

Jaime y Salazar (2011) propusieron un modelo de frontera estocástica para una función de producción en la que el logaritmo de la cantidad de quintales de trigo está explicada por los logaritmos de número de hectáreas, personas involucradas en la cosecha del trigo, insumos que hace referencia a la cantidad de químicos y fertilizantes medidos en kilogramos y riego que es una variable dicotómica. Los resultados que arrojó la estimación fue de niveles de eficiencia técnica en torno al 50 %, los cuales varían en un rango de 4% a 92%, asimismo encontró también que entre los factores que contribuyen a la producción de trigo se encuentra principalmente la extensión de área cultivada con una elasticidad de 1.9%, los otros insumos son significantes para el modelo, pero contribuyen en menor medida.

Jaime y Salazar (2011) también plantearon explicar los niveles de ineficiencia encontrados a partir de variables como el tipo de propiedad, el nivel de educación, la experiencia, número total de hectáreas dedicadas a la agricultura y participación del agricultor en organizaciones sociales; producto de esta estimación se encontró que las variables que son significativas para el nuevo modelo, son el tipo de propiedad, la superficie dedicada a la agricultura y la participación en organizaciones sociales, de lo que se concluye que los productores que son propietarios tienen menores niveles de ineficiencia, ya que al ser propietario del predio la motivación crece y se reduce los niveles de ineficiencia, en cuanto a la superficie se encontró una relación negativa debido a las limitaciones administrativas que tienen los pequeños productores cuando su superficies crecen, y finalmente la asociación en organizaciones sociales tiene una influencia positiva en los niveles de eficiencia , ya que las incrementa debido capacidad de generar redes de apoyo y soporte mutuo entre miembros de la organización.

En el Perú también se han dado estudios de esta índole, por ejemplo de los Ríos (2006) realizó una investigación sobre algodón Tangüis, en donde utilizó la técnica de frontera estocástica para obtener los niveles de eficiencia técnica en una función de producción tipo *Cobb-Douglasen* la que la producción en kilogramos es explicada por la superficie sembrada en ha, la cantidad de mano de obra en jornales, los fertilizantes en kilogramos. El análisis revela que, en promedio, la eficiencia técnica de estos productores es de 71.6%, lo que sugiere que se pueden obtener importantes ganancias en producción con el nivel de tecnología existente.

No obstante, de los Ríos (2006) menciona que, a pesar del rol que cumple un mayor nivel de eficiencia en la producción, las ganancias en productividad que se podrían lograr por medio de innovaciones tecnológicas son de importancia crítica en la agricultura. Los niveles de eficiencia técnica obtenidos no dependen significativamente del lugar en estudio, ni de la superficie sembrada del cultivo, mas se estudió la relación entre la eficiencia técnica y algunas características propias de los productores. Este análisis verificó la importante relación negativa que existe entre la eficiencia técnica y las zonas poco propicias para la siembra del cultivo, sea por condiciones del tipo de suelo o por el acceso al agua. Asimismo, el inadecuado manejo y cuidado del cultivo, recogido por la percepción de un agente especializado externo, tiene una correlación negativa con la eficiencia técnica, lo que sugiere la importancia de una adecuada orientación a los productores por medio de asistencia técnica y políticas de promoción y extensión agraria que los orienten.

En la investigación que realizó Alvarado (2012) sobre la eficiencia de los cafetaleros en la región Piura, se observa dos escenarios para calcular la eficiencia técnica, el primero fue una estimación para los productores convencionales y la otra para los agricultores orgánicos, ambas se realizaron mediante las estimaciones de frontera estocástica. En el primer caso se asume una función de producción en la cual el logaritmo de rendimientos del cultivo en kilogramos por hectárea está explicados por los logaritmos de la cantidad de fertilizante en kilogramos, cantidad de jornales y la cantidad de agua en metros cúbicos; en el segundo caso se estima la misma función pero sin la variable cantidad de fertilizantes, debido a que se trata de una función para productores orgánicos. Se encontró en promedio niveles de eficiencia

técnica de 64% para los productores convencionales y de 63% para los agricultores orgánicos, de lo que se puede deducir 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.

Un análisis más amplio fue el que realizó Calisto (2010) en su trabajo con los agricultores de Maíz Blanco Gigante del Cusco (MBGC) en las provincias de Calca y Urubamba, ya que propuso identificar y cuantificar los componentes que potencian o limitan la eficiencia económica o total mediante el uso de funciones *Cobb-Douglas* de producción y costos.

Para la función de producción plantea que los kilogramos obtenidos de MBGC depende del área total sembrada medida en hectáreas, del trabajo medido en días hombres al año, de la cantidad de fertilizantes y semillas medidos en kilogramos, a partir de esta función se realizó una estimación en la que encontró que los parámetros del área sembrada y cantidad de fertilizantes utilizada poseen signo positiva lo que evidencia que su uso se encuentra en los niveles adecuados, esto es, un incremento en tales insumos, tiene una respuesta positiva en el nivel de producción del cultivo, lo contrario sucede en el uso de los insumos trabajo y semillas, en los cuales el signo negativo indica que se está utilizando en cantidades superiores al óptimo técnico, asimismo calculó los niveles de eficiencia de los productores de MBGC obteniendo resultados que oscilan entre 27% y 96% con un promedio de 72%, de lo que concluye que si los productores promedio utilizan adecuadamente sus *inputs* podrían alcanzar mayores niveles de producción, aumentándola en 24%.

En el caso de la función de costos, Calisto (2010) propone que el costo total de producción está relacionado con el promedio del salario por hombre, el precio promedio de 10 kg de fertilizantes, el índice de precios de las semillas y la producción ajustada; como resultado de la estimación de este modelo, encontró que la producción ajustada, el precio de fertilizantes y el precio de semillas tienen signo positivo, de manera que si estos se incrementan el costo total de producción también lo hace, sin embargo el precio del salario tiene signo negativo hecho que muestra que en caso el precio del jornal se incremente el costo total de producción disminuye, esto puede estar explicado porque el precio del jornal varía de acuerdo a las

diferentes localidades donde se realiza el estudio, y no es una variable que explique el consiguiente incremento en los costos de producción; asimismo también calculó los niveles de eficiencia económica los cuales van desde 6% hasta 92% con una media de 81%, de esto se deduce que el productor promedio de MBGC podría reducir hasta en 11 por ciento los costos de producción si alcanza el nivel de eficiencia técnica del productor más eficiente.

Asimismo realizó una estimación para ver la relación que tiene la eficiencia técnica con algunas variables productivas y socioeconómicas como el tamaño de la explotación, la edad del agricultor, su nivel educativo, los ingresos de otras actividades, y el acceso al crédito. Encontrando que los ingresos de otras actividades y educación tienen signo positivo; por lo tanto un incremento en los mismos tiene una respuesta positiva en el nivel de producción del cultivo. La educación es un factor crítico pues el 43% de los productores tienen como máximo primaria completa.

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación tiene ciertas características que la catalogan como un estudio descriptivo y explicativo no – experimental a la vez.

La investigación es de corte descriptivo, porque caracteriza y agrupa a distintos productores de quinua según sus variables económicas y productivas de manera que se pueda identificar productores con características semejantes y actuar sobre éstos proponiendo alternativas de desarrollo.

Explicativo no – experimental debido a que se utiliza variables productivas que son imposibles de modificar o que muestran situaciones ya existentes, las cuales sirvieron para identificar a los *input*, los costos y el nivel alcanzado de *output*, que serán de utilidad para estimar los modelos de frontera estocástica para explicar las funciones de producción y de costos y los niveles de eficiencia alcanzados.

3.2 HIPÓTESIS

3.2.1 General

Se plantea que los productores de quinua en los distritos de Sicaya (Huancayo) y Acolla (Jauja) que se encuentran ubicados en el Valle del Mantaro no son eficientes del punto de vista técnico (relación insumo – producto) y del punto de vista económico (relación de precios de insumos y costos de producción), por tanto, no se optimiza la eficiencia económica repercutiendo en la no minimización de costos y en la no obtención del máximo beneficio posible.

3.2.2 Especificas

- a. El cultivo tradicional predomina entre los productores de quinua debido al acceso reducido a los insumos, uso elevado de la mano de obra y reducida inversión en los propios factores productivos.
- b. La mayoría de los productores de quinua presentan ineficiencia técnica debido a la no adecuada utilización de la combinación de insumos que favorecen a la producción, siendo que, una mejor gestión de los insumos productivos puede favorecer una mejor cosecha.
- c. La mayoría de los productores de quinua presentan ineficiencia económica debido a que no minimizan el costo de producción, resultando en mayor gasto e ineficiencia del punto de vista económico.

3.3 ZONA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en los dos distritos con mayor representatividad de productores de quinua del Valle del Mantaro, estos son: Sicaya y Acolla, el primero pertenece a la provincia de Huancayo y el segundo a la provincia de Jauja. Según el IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) realizado el año 2012, son estos los lugares donde existe una mayor cantidad de unidades agropecuarias que producen quinua, a continuación se presentan en el Cuadro 5 la cantidad de agricultores del grano andino en cada jurisdicción.

Cuadro 5: Productores de quinua a nivel distrito en las provincias de Huancayo y Jauja

Provincia de Huancayo			Provincia de Jauja		
Distritos	Cantidad de productores	% Del distrito	Distritos	Cantidad de productores	% Del distrito
Carhuallanga	1	0%	Jauja	17	2%
Chacapampa	5	1%	Acolla	322	44%
Chicche	3	1%	Apata	2	0%
Chilca	3	1%	Curicaca	11	2%
Chongos Alto	4	1%	El Mantaro	1	0%
Chupuro	2	1%	Huamali	3	0%
Colca	133	37%	Huaripampa	4	1%
Culhuas	2	1%	Huertas	3	0%
El Tambo	4	1%	Janjaillo	7	1%
Hualhuas	1	0%	Julcan	4	1%
Huasicancha	8	2%	Llollapampa	6	1%
Huayucachi	3	1%	Marco	53	7%
Pilcomayo	3	1%	Masma	19	3%
Pucara	2	1%	Muquiyauyo	9	1%
San Jerónimo de Tuman	1	0%	Paca	4	1%
Sapallanga	14	4%	Paccha	35	5%
Sicaya	171	48%	Pancan	12	2%
TOTAL	360	100%	Parco	15	2%
			Pomacancha	9	1%
			Ricran	1	0%
			San Lorenzo	3	0%
			San Pedro	1	0%
			Chunan		0%
			Sausa	12	2%
			Sincos	23	3%
			Tunam Marca	54	7%
			Yauli	1	0%
			Yauyos	95	13%
			TOTAL	726	100%

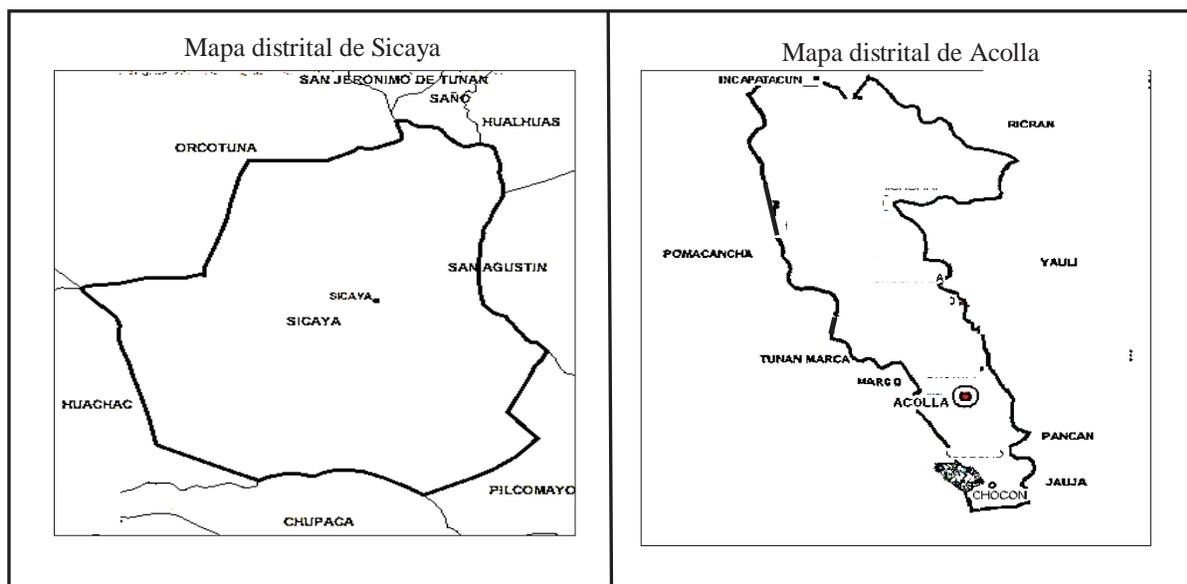
Fuente: IV CENAGRO 2012

Sicaya

El distrito de Sicaya se encuentra a 13 km al norte de la ciudad de Huancayo, distancia que se puede recorrer en aproximadamente 15 minutos en transporte público a través de la Carretera Central Margen Derecha. Su jurisdicción abarca una extensión de 42.39 Km² que se extiende sobre la cresta de una falla geológica que conforma una meseta enmarcado en tres niveles, la parte baja que es bañada por el río Mantaro y rodeado de árboles, la parte media donde se encuentra el centro poblado y la zona alta denominada “Pampamarca” que es una llanura donde la agricultura es intensiva; tomando en cuenta que el distrito abarca distintos niveles, su altitud varía desde los 3260 hasta los 3355 metros sobre el nivel del mar.

Sus límites se pueden observar la Figura 4 en la parte izquierda donde se muestra el mapa del distrito, así pues limita por el Norte con el distrito de Orcotuna, por el Este tiene como límite el río Mantaro que lo separa de los distritos de San Jerónimo de Tunán, San Pedro de Saño y San Agustín de Cajas; por el Sur limita con el distrito de Pilcomayo y la provincia de Chupaca y por el Oeste el distrito de Huachac.

Figura 4: Mapa de la zona de estudio



Fuente: Censo poblacional 2007 (INEI)

Según el Censo Poblacional realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) el año 2007, este distrito contaba con una población de 7532 habitantes, de los cuales el 95.6% fueron considerados como residentes urbanos y 4.4% como rurales, asimismo su principal actividad económica es la agricultura, ya que el 54% de su Población Económicamente Activa se encuentra ocupada en este rubro. Estos datos podrían prestarse a una confusión, ya que se podría concluir que una población eminentemente urbana estaría dedicada principalmente a una actividad primaria lo cual sería contradictorio, por ejemplo si se define lo rural/ urbano según actividad económica como lo hacen en Chile. Por ese motivo es de vital importancia tener claro las definiciones de los indicadores socioeconómicos de forma que no se caiga en confusiones.

Según el INEI una población es considerada urbana si tiene más de 100 casas contiguas o cuando es capital de distrito aunque no cumplan el requisito de la cantidad de domicilios, así pues si se toma este concepto sobre lo que es rural o urbano; se podría decir que no existe contradicciones en las estadísticas nacionales, ya que en Sicaya a pesar de que gran parte de su población se dedica a la agricultura no existe la necesidad de que ellos se trasladen a lugares alejados donde la población este dispersa, al contrario la población recorre trayectos pequeños para realizar sus actividades diarias, ya que los campos de cultivo se encuentran cerca al centro poblado.

Se puede apreciar en el Cuadro 6 que según los datos del censo del 2007 sus pobladores tienen una aceptable cobertura servicios básicos como la educación, el agua potable, electricidad, pero está todavía pendiente fortalecer los servicios de salud y saneamiento; por ejemplo el 90% tiene abastecimiento de agua por parte de red pública dentro de la vivienda, el 91% de los jóvenes entre los 12 y 16 años asisten a un sistema educativo regular, el 77% tiene alumbrado eléctrico; sin embargo todavía falta implementar proyectos que impulsen otros servicios como el saneamiento, ya que sólo el 47% tiene una red pública de desagüe.

La pobreza monetaria en esta localidad asciende al 56% de la población, lo que significa que sus actividades productivas (principalmente agricultura y comercio) no les otorga una renta mínima que llegue a cubrir sus necesidades alimentarias y no alimentarias, más grave aún es la

pobreza monetaria extrema que es definida como la porción de pobladores que no alcanzan el valor monetario necesario para la adquisición de una canasta de alimentos capaz de satisfacer un mínimo de necesidades nutricionales de las personas, en esta situación se encuentra el 16% de los sicaínos.

Cuadro 6: Descripción sociodemográfica de Sicaya

Variable Sociodemográficas - Sicaya	%
Población urbana	96
Población rural	4
Pobl. con red pública de agua dentro de la vivienda	90
Pobl. con red pública de desagüe dentro de la vivienda	47
Pobl. alumbrado público	77
Asistencia al sistema educativo niños 12 a 16 años	91
Tasa desnutrición niños 6-9 años	40
Pobreza monetaria	56
Pobreza monetaria extrema	16

Fuente: XI Censo 2007 (INEI) – Mapa de pobreza (FONCODES)

La información sobre los niveles de pobreza que sufre este lugar es reforzada por el Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social (FONCODES) a través de la creación de un indicador a nivel distrital de pobreza basado en necesidades básicas insatisfechas o carencias de servicios básico como la proporción de la población que no tiene acceso a agua, desagüe o letrinas, electricidad, también el porcentaje de mujeres analfabetas y la tasa de desnutrición en niños de 6 a 9 años. Luego este indicador se estratifica en índices por quintiles de población (20% de la población en cada quintil), de tal manera que el quintil 1 y 2 contienen a los ámbitos geográficos más pobres, el quintil 3 los medianamente pobres y los quintiles 4 y 5 los menos pobres. Sicaya se encuentra en el quintil 2, es decir que la población de este distrito se encuentra entre el 40% de la población más pobre del país y se podría concluir que existe una ausencia en la oferta de los servicios básicos lo cual limita su desarrollo y condiciona aún más los bajos niveles de bienestar que sufre esta localidad.

Si bien este lugar está abocado a la producción de alimentos, sus niveles de desnutrición infantil son realmente altos, lo que parece ser contradictorio, ya que producen alimentos de

alto valor nutritivo como la quinua, el trigo, papa; e incluso la quinua ha sido elegida por la FAO como un alimento que contribuye a la seguridad alimentaria. A pesar de todo esto según FONCODES la tasa de desnutrición en los niños de 6 a 9 años es de 40%, dato que es preocupante ya que es en la niñez donde se da el principal desarrollo de capacidades cognitivas, lo que es equivalente a decir que es muy probable que estos niños no tengan un adecuado desempeño en el colegio y por lo tanto vean disminuidas sus posibilidades de salir del círculo de la pobreza.

La agricultura que es la principal actividad de este distrito y está orientada principalmente al cultivo de cereales, tubérculos (papa) y en menor medida hortalizas; según el IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) en este lugar se habían sembrado alrededor de 1291 hectáreas (ha) en la campaña agrícola 2011 – 2012 de las cuales 980 ha estaban bajo algún sistema de riego en tanto 311 ha dependían de las lluvias de temporada; en el cuadro 7 se puede observar los cultivos que caracterizaron la producción agrícola en este distrito en la campaña 2011 – 2012.

Cuadro 7: Extensiones de cultivos en el distrito de Sicaya

Cultivos campaña 2011 - 2012	%
Extensión cultivada con maiz -choclo	26
Extensión cultivada con maiz -amilaceo	8
Extensión cultivada con trigo	9
Extensión cultivada con quinua	16
Extensión cultivada con papa	20
Extensión cultivada con zanahoria	8
Otros	13

Fuente: IV CENAGRO 2012

Acolla

El distrito de Acolla se encuentra a 8 km al norte de la ciudad de Jauja, el acceso es vía la carretera asfaltada que va hasta la provincia de Tarma, en transporte público se llega en aproximadamente en 10 minutos. Su extensión es 120 Km² y se ubica en la depresión andina

de la cordillera occidental de los Andes Centrales a una altitud de 3457 metros sobre el nivel del mar. En la parte derecha de la figura 4 se puede apreciar el mapa distrital y sus respectivos límites, por el Norte limita con la provincia de Tarma, por el Sur con los distritos de Yauyos y Jauja, por el Este con Ricran, Paca y por el Oeste con Pomacancha, Tunanmarca y Marco.

En el Cuadro 8 se aprecia que de sus 8402 pobladores que tiene el distrito de Acolla, el 55% vive en zonas urbanas y el 45% en las rurales, al tener un importante componente rural los valores de los indicadores en cuanto a servicios básicos son menores en comparación a distritos urbanos, ya que la lejanía y dispersión de la población en zonas rurales hacen complicado que los organismos competentes pueda brindar acceso a algunos servicios como abastecimiento de agua y un adecuado saneamiento, esto se ve reflejando en que sólo el 2.3 % de su población tiene abastecimiento de agua mediante una red pública dentro de la vivienda, 0.1% posee una red pública de desagüe; sin embargo otros servicios en la que la dispersión no es una limitante sí están provistos, como el acceso a la educación donde el 93% de los adolescentes entre 12 y 16 años asisten a un sistema educativo regular, también las viviendas con alumbrado eléctrico alcanzan al 83% de su población.

Cuadro 8: Descripción sociodemográfica de Acolla

Variable Sociodemográficas - Acolla	%
Población urbana	55
Población rural	45
Pobl. con red pública de agua dentro de la vivienda	2.3
Pobl. con red pública de desagüe dentro de la vivienda	1
Pobl. con alumbrado público	83
Asistencia al sistema educativo niños 12 a 16 años	93
Tasa desnutrición niños 6-9 años	50
Pobreza monetaria	68
Pobreza moentaria extrema	29

Fuente: XI Censo 2007 (INEI) – Mapa de pobreza (FONCODES)

Los niveles de pobreza monetaria que se encontró según el censo del 2007 en este distrito son realmente preocupantes, ya que alcanza al 68% de su población y la pobreza extrema al 29%;

limitando así su desarrollo y la obtención de una vida plena por parte de sus pobladores. En cuanto a la ubicación en el mapa de pobreza elaborado por FONCODES, Acolla se encuentra ubicado en el quintil 1, es decir que en promedio los pobladores de este distrito se encuentran dentro del 20% de la población más pobre del país, debido a su limitado acceso a servicios básicos.

Acolla es un distrito eminentemente productor de alimentos, sin embargo la tasa de desnutrición en niños de 6 a 9 años según FONCODES son de las más altas del país, llegando a estar en 50%, es decir la mitad de los niños en esta localidad productora de quinua, trigo, habas y papa, no están adecuadamente alimentados lo cual incide en un deficiente desarrollo de las capacidades cognitivas y por ende un mal desempeño en sus escuelas y disminuyendo la probabilidades de obtener un nivel adecuado de estudios que le podría permitir salir de la pobreza en la que se encuentra.

Su principal actividad económica es la agricultura donde está ocupada el 66% de su población económicamente activa. Los cultivos que se realizan en este lugar depende de las lluvias que se dan en el periodo de noviembre a marzo, ya que de sus 1516 ha sembradas en la campaña 2011- 2012 el 95% (1448 ha) están bajo el sistema de secano, lo que la convierte en una actividad riesgosa, ya que gran parte de las áreas sembradas dependen del fenómenos climatológicos como las lluvias. Los productos con mayor extensión sembrada en dicha campaña se observan en el Cuadro 9.

Cuadro 9: Extensiones de cultivos en el distrito de Acolla

Cultivos campaña 2011 - 2012	%
Extensión cultivada cebada	23
Extensión cultivada quinua	8
Extensión cultivada trigo	8
Extensión cultivada haba	15
Extensión cultivada papa	34
Otros	12

Fuente : IV CENAGRO 2012

3.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

3.4.1 Secundaria

Se recurrió a fuentes secundarias principalmente para enmarcar la situación de los productores de quinua en el Perú y más específicamente en el Valle del Mantaro, para lo cual se recurrió a fuentes como el IV Censo Nacional Agropecuario realizado (CENAGRO) realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) el año 2012 para conocer cuántos son los productores y cuáles son sus niveles de producción en esta región, se acudió también a otras fuentes secundarias como el Censo Poblacional realizado el año 2007 por el INEI de forma que se pueda tener una visión sobre la situación social y demográfica de los distritos que acogen el estudio, tales como sus niveles de acceso a servicios básicos, sus niveles de pobreza monetaria; para los datos sobre pobreza no monetaria se recurrió a FONCODES que elaboró un mapa de la pobreza basada en las carencias de servicios básicos. Otra institución que brindó información de valía para el estudio fue el Ministerio de Agricultura y Riego a través de sus boletines regionales y sistema histórico de producción agrícola (<http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/>).

La FAO también fue fuente de consulta de información para conocer los niveles de producción, rendimientos, superficies cosechadas a nivel mundial.

3.4.2 Primaria

Para la realización de la investigación fue necesario realizar una encuesta (la que se encuentra en el Anexo 2) debido a la información detallada que se necesita del productor y que no fue posible encontrar en las consultas que se realizó a distintas base de datos y organizaciones, además que los estudios con productores de quinua son relativamente nuevos y no existen muchos todavía, por estas razones no es posible encontrar la información necesaria en vías secundarias.

Para la investigación, específicamente para la consecución del primer objetivo que trata sobre la tipificación o caracterización de los productores de quinua, es necesaria poseer información detallada relacionada al agricultor como: cantidad de estos en el Valle del Mantaro, algunas características sociales tales como niveles de educación, edad, experiencia en el cultivo; y en las que más énfasis se puso fue en las variables productivas como el nivel de utilización de maquinarias, la extensión de sus terrenos y el uso que dan a éstos, el tipo de posesión que tienen, si tienen acceso algún tipo de riego, el uso de químicos en la agricultura, de fertilizantes, semillas, así como los niveles de mano de obra.

La consecución de los dos últimos objetivos requiere información detallada en lo que se refiere a insumos y costos de producir quinua en los distritos donde se desarrolla la investigación, esta data no ha sido recogida por ninguna institución a la que se pueda acudir como fuente, por ese motivo se recurrió al trabajo de campo.

Para la recolección de información primaria se realizaron entrevistas y encuestas, las primeras se realizaron con autoridades y técnicos de las Agencias Agrarias de Sicaya (Sr. Teodoro Encarnación) y Jauja (Sr. Luis Arotoma) con el fin de validar los procedimientos que siguen los agricultores para la producción de quinua; de forma que se pueda estructurar una encuesta acorde con la realidad de estos lugares. Las encuestas se realizaron a los productores de quinua en el Valle de Mantaro en los distritos de Sicaya y Acolla, la elección de estos lugares se realizó en base a la representatividad que tienen en cuanto a unidades agropecuarias que producen el grano tal como se mostró en el Cuadro 5.

La encuesta se realizó en el mes de noviembre del 2013, en el lapso de dos semanas y con el apoyo de los técnicos de las Agencias Agrarias que permitió su agilización gracias a su conocimiento sobre los agricultores. El contenido de la encuesta se puede dividir en tres rubros según la información recolectada, estas son:

- a. Datos generales. En esta sección se preguntó sobre los datos que identifican tanto al productor como al terreno que utiliza, se obtuvo información como el nombre, edad, nivel de educación, extensión de su terreno, extensión dedicada a la quinua, tipo de

posesión, sistema de riego utilizado y sobre la utilización de químicos en los sembríos a modo general.

- b. Aspectos productivos (insumos y costos). Se recogió información sobre qué insumos y en qué cantidades se han usado, así como también los costos de éstos que son necesarios para la producción de una hectárea de quinua.

En esta sección se identificó los niveles de utilización de maquinarias para la preparación de terreno y la cosecha, la cantidad de mano de obra utilizada en todo el proceso, las cantidades de semillas, fertilizantes, asimismo se contabilizó otros insumos como el número de costales, el número de viajes para el transporte del producto hacia el almacén. Se obtuvo información de los costos unitarios de los insumos mencionados, así como también el costo del alquiler del terreno en esa localidad; mención aparte tienen la cantidades de agroquímicos utilizados que fueron imposible de cuantificarlos debido a la gran variedad de productos y marcas comerciales, pero se pudo obtener los costos promedio incurridos en este rubro, de forma que se pueda calcular el costos total de producir una hectárea de quinua.

Como información adicional también se preguntó sobre los rendimientos del cultivo y el nivel del precio al que vendieron su producto, de manera que esta información junto a los costos obtenidos se pueda calcular los niveles de rentabilidad producto del cultivo de la quinua.

- c. Percepción del mercado. Se detalla las variaciones en los precios y los costos con respecto al año pasado y sus expectativas sobre los precios y la demanda para la siguiente campaña. Así se obtuvo en términos cualitativos las variaciones tanto de precios como de costos y las razones a las que atribuyen las diferencias en el tiempo, como su percepción de cara al futuro.

3.5 MÉTODOS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.5.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población considerada para la investigación es la totalidad de productores de quinua en los dos distritos más representativos en unidades productoras del Valle del Mantaro, que son los distritos de Sicaya y Acolla, los cuales tienen según el IV Censo Nacional Agropecuario 171 y 322 unidades agropecuarias que producen el grano andino, respectivamente.

Para el cálculo de la muestra se utilizó la fórmula para poblaciones finitas que se muestra a continuación:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q * N}{e^2 (N-1) + Z_{\alpha}^2 p * q}$$

Donde:

n = Número de elementos de la muestra

N = Población de productores de quinua en Acolla y Sicaya (493 productores de quinua)

Z_{α} = Puntuación correspondiente al nivel de confianza que se haya elegido, para la presente se ha elegido un nivel de confianza de 90% (suele usarse los niveles de confianza de 99%, 95% y 90%) lo cual indica incluir el puntaje correspondiente en la distribución Z, este valor es 1.65

p = Es el nivel de varianza que se espera en las respuestas, si el nivel de variabilidad en las respuestas es máxima, “p” toma el valor de 0.5, sin embargo debido al tipo de estudio que realizó (se eligió solo dos distrito y se trabaja un solo cultivo) y en base a investigaciones

preliminares, se asume que la variabilidad en la respuestas es moderada por que le asigna a “p” un valor de 0.74¹.

$$q = 100 - p$$

e = Error permitido, este parámetro es determinado por el investigador según el nivel de precisión que desee tener en la investigación, se fijó un nivel de precisión de 8%.²

Con los parámetros establecidos el tamaño de la muestra calculado es de 69, lo que representa el 13% de la población, esta muestra se divide en dos sub-muestras de 24 y 45 unidades, la primera para el distrito de Sicaya y la segunda para el distrito de Acolla, así en el cuadro 10 se observa la población y el tamaño de muestra obtenido para cada distrito, se verifica también la representatividad de cada localidad sobre el total de la muestra.

Cuadro 10: Población y tamaño de la muestra

	Población de productores	% Representatividad	Tamaño de muestra	% Representatividad
Sicaya	171	35%	24	35%
Acolla	322	65%	45	65%
Total	493	100%	69	100%

Fuente: CENAGRO 2012

3.5.2 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información recogida a través de las encuestas fue ordenada y sistematizada en una hoja de cálculo del software Excel 2013, esta herramienta permite un uso fácil y posee compatibilidad

¹ La teoría menciona que normalmente el dato de proporciones se debe basar en estudios preliminares, en ese sentido se tomó como base la investigación realizada con productores de quinua en las provincias de Chupaca y Jauja en la Región Junín desarrollado por Gamboa y Mercado (2014) donde toman las siguientes proporciones $p=0.74$ y $q = 0.26$ para el cálculo del tamaño de la muestra.

² Si bien en la mayoría de estudios demográficos se emplea un nivel de error de 5%, este valor es determinado a criterio del investigador. Para el caso de la investigación se emplea el valor de 8%, que significa un nivel de incertidumbre moderada por la naturaleza del estudio (recolección de información sensible para los productores). Esto se hace también con el objetivo de reducir el tamaño de muestra por tema de limitaciones en costo y tiempo.

para que las bases de datos introducidos en ella puedan ser exportadas a distintos paquetes estadísticos y econométricos. Posteriormente la información ya sistematizada fue trabajada en el programa SPSS 19, con el cual se realizó el análisis *clúster* que ayudó a agrupar a los productores de quinua en diferentes conglomerados que tengan características lo más similares posibles dentro de ellos y que sean lo más diferente a los elementos que contengan los otros grupos. La información también fue analizada en el *software* estadístico STATA 12, el cual sirvió para estimar los modelos econométricos que permitan calcular los niveles de eficiencia a los que llegan los productores de quinua.

Análisis Cluster

La investigación utilizó un análisis de *cluster* jerárquico, es decir una investigación en la que a *priori* no se conoce el número de grupos a formar y más bien estos se darán a conocer producto de la misma naturaleza de los datos.

Para la tipificación de productores de quinua se eligieron variables que expliquen el proceso productivo de quinua las cuales deben ser de carácter cuantitativo, ya que es requisito indispensable para poder realizar el análisis de conglomerados. En ese sentido se eligieron variables tales como: número de hectáreas dedicada al cultivo de quinua, rendimiento por hectárea, cantidad de mano de obra utilizada, kilogramos de semillas utilizadas por hectárea, número de sacos de 50 kilogramos de fertilizantes, valor en soles de agroquímicos, precio de venta de un kilogramo y costo total de producción.

Una vez que se realizó la elección de variables con las cuales se realiza la aglomeración, se procede a estandarizarlas en puntuaciones Z con un rango de -1 a 1, este proceso se hace porque las variables con la que se va trabajar están en distintas escalas como soles, hectáreas, sacos y podría afectar el proceso de aglomeración dándoles mayor peso a variables que contengan datos grandes como costo de producción o valor de agroquímicos. Seguidamente se calcula la matriz de distancias en base a distancia euclidiana que es la medida de similitud de mayor consistencia y utilización; ya teniendo como insumo la matriz se eligió como algoritmo de aglomeración al método de Ward que es el que maximiza la homogeneidad

dentro de los grupos elegidos y el cual se cree que es más adecuado para el trabajo. Para elegir la cantidad de grupos se realizó un análisis de la herramienta gráfica denominada dendograma.

Modelo de eficiencia

Para la obtención de los niveles de eficiencia de los productores de quinua se utilizó una técnica paramétrica llamada función de frontera estocástica. La función de producción que se especifica es la de Cobb- Douglas sobre la cual se pretende obtener la eficiencia técnica; también se especificó una función de costos para hallar la eficiencia económica. Los parámetros de ambas funciones se estimaron a través del software econométrico STATA 12 mediante su funcionalidad conocida como *frontier* la que provee de estimaciones para los parámetros de modelos lineales con una perturbación que es asumida como una combinación de dos componentes, una con una distribución simétrica y la otra con una distribución estrictamente no – negativa.

La función de producción que se especifica tiene la siguiente naturaleza:

$$Y_i = f (X_i, \beta) \xi_i$$

Donde Y_i es la producción, X_i el vector de insumos y ξ_i es el nivel de eficiencia por productor el cual debe estar en un rango de 0 a 1, si $\xi_i = 1$ el productor está obteniendo una producción óptima y si es menor a 1 no está utilizando de la mejor manera los *inputs*. Se asume también que el *output* estará sujeto a choques aleatorio, lo que implica que:

$$Y_i = f (X_i, \beta) \xi_i \exp (v_i)$$

Tomando un logaritmo natural a ambas partes:

$$\ln Y = \ln f (X_i, \beta) + \ln \xi_i + v_i$$

Se asume que existen k *inputs*, asimismo se reemplaza $-\ln \xi_i = u_i$. Esto implica que dado que ξ_i toma valores entre 0 y 1, u_i siempre tomará valores positivos. Dejando el siguiente modelo:

$$\ln Y = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln f(x_{ji}) + v_i - u_i$$

Se tiene la función y el término de error representado por $z_i = v_i - u_i$, v_i es una variable aleatoria no restringida y u_i es el término de ineficiencia. El nivel de eficiencia técnica de un productor va venir dado por el cociente entre la producción observada y la frontera estocástica estimada, de esta forma:

$$ET = \frac{Y_i}{f(X_i, \beta) \exp(v_i)} = \exp(-u_i)$$

La componente u_i es inobservable y debe ser inferida a partir del término compuesto ($z_i = v_i - u_i$). Para descomponer este término y establecer lo que es el ruido blanco y lo que es la ineficiencia, se supone algún tipo de distribución para las dos componentes. Para v_i se asume que es independientemente e idénticamente distribuida como una normal $N(0, \sigma_v^2)$, para el caso de u_i se han supuesto muchas distribuciones no negativas como la *Gamma*, Exponencial y Semi Normal, para esta investigación se asumirá una distribución Semi Normal que es la de mayor utilización en los trabajos de frontera estocástica. Así las funciones de densidad de los de v (Normal) y u (Semi Normal) son las siguientes:

$$f(v) = (2\pi\sigma_v^2)^{-1/2} \exp[-v^2(2\sigma_v^2)^{-1}] \quad \text{y} \quad f(u) = 2(2\pi\sigma_u^2)^{-1/2} \exp[-u^2(2\sigma_u^2)^{-1}]$$

Como se distribuyen independientemente, la distribución conjunta sería el producto de sus funciones de densidades individuales.

$$f(u, v) = (\pi \sigma_v \sigma_u)^{-1} \exp[-v^2(2\sigma_v^2)^{-1} - u^2(2\sigma_u^2)^{-1}]$$

Como $z_i = v_i - u_i$, entonces la función de densidad conjunta es de u y z :

$$f(u, z) = (\pi \sigma_v \sigma_u)^{-1} \exp[-(z+u)^2(2\sigma_v^2)^{-1} - u^2(2\sigma_u^2)^{-1}]$$

Teniendo la función de distribución conjunta de z y u , se halla la función de densidad de z integrando función de u con límites de 0 a $+\infty$:

$$\int_0^{\infty} f(u, z) du = 2\sigma^{-1} \varphi(z\sigma^{-1}) \Phi(-z\lambda\sigma^{-1})$$

Dónde: $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$; $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$; Φ y φ son la función de distribución y densidad, respectivamente. Finalmente con esta última función se estiman los parámetros a través de la maximización de la función de verosimilitud, asimismo se obtienen λ y σ^2 que son indicadores de la pertinencia de plantear el modelo de frontera estocástica, si $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$ toma un valor de 0 podría dar una idea de que el modelo colapsará en un modelo lineal con sólo ruido blanco y la no existencia de ineficiencia ya que $\sigma_u = 0$, sin embargo algunos autores sugieren la recomodación de la función de verosimilitud en función de $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma^2}$ debido a que γ toma valores entre cero y uno, mientras que λ puede tomar cualquier valor no negativo y la reparametrización tiene ventajas en el proceso de iteración de la función de verosimilitud.

Una vez estimado el conjunto de parámetros, el siguiente paso fue encontrar la medida de eficiencia de cada productor, para extraer la información que z posee de u , una solución a esto fue la de Jondrow, que recomienda hallarla por la media de la distribución condicional del término de ineficiencia u_i , dado z_i ; y es definido como:

$$E(u_i/\varepsilon_i) = \frac{\sigma\lambda}{(1+\lambda^2)} + \left[\frac{\varphi(\varepsilon_i\lambda/\sigma)}{(-\varepsilon_i\lambda/\sigma)} - \frac{\varepsilon_i\lambda}{\sigma} \right]$$

Una vez obtenida la estimación puntual de u , la estimación de la eficiencia técnica (ET) decada firma se obtiene a partir de la siguiente ecuación

$$ET_i = \frac{Y_i}{Y_i^*} = \frac{E(Y_i/u_i, x_i)}{E(Y_i/u_i=0, x_i)} = E[\exp(-u_i)/z_i]$$

La ET_i toma valores dentro del intervalo (0,1), donde 1 indica un predio plenamente eficiente y 0 implica ineficiencia absoluta.

Una vez provista la derivación de la función de frontera estocástica para una función de producción, se podría realizar una deducción análoga para la función de costos, lo que permite especificarla de la siguiente forma:

$$\ln(c_i) = \alpha_0 + \alpha_q \ln Y_i + \sum_{j=1}^k \alpha_j \ln f(p_{ji}) + v_i + u_i$$

Donde c_i es el costo, Y_i la producción ajustada, p_{ji} , son los precios de los insumos, intuitivamente se puede decir el término de ineficiencia debe tener el signo positivo debido a que estas incrementarían el costo de producción, así el término de error es definido como $z_i = v_i + u_i$. La eficiencia en costos vendría definida como el ratio del costo mínimo observado del total de la producción (c^*) y el actual costo total de producción (c). Análogamente a como se obtuvo la eficiencia técnica la eficiencia en costos es:

$$EC_i = \frac{C_i}{C_i^*} = \frac{E(C_i/u_i, x_i)}{E(C_i/u_i=0, x_i)} = E[\exp(u_i)/z_i]$$

En ese sentido la eficiencia económica vendría a ser la inversa de la de costos $EE = 1/EC$. Así los valores de eficiencia toman valores entre 0 y 1, donde 1 es cuando el costo efectivo coincide con el costo mínimo.

Finalmente para la eficiencia de asignación:

$$EA = EE/ET$$

De igual forma, la eficiencia de asignación toma el valor de 1 cuando la combinación de factores es la óptima y 0 es cuando no lo es.

Así pues la forma funcional que se toma para la investigación es la siguiente:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + v_i - u_i$$

Donde Y_i es la producción de quinua por una hectárea, X_1 es el número de hectáreas (ha) en las que produce el grano andino, X_2 la cantidad de mano de obra utilizada para la producción de una hectárea, X_3 la cantidad de semillas en kilogramos utilizada para una ha, X_4 el número de sacos de 50 kilogramos de fertilizantes para la producción de una ha.

Asimismo función de costos que se especificó fue la siguiente:

$$\ln C_i = \alpha_0 + \alpha_q \ln Y_i + \alpha_1 \ln P_1 + \alpha_2 \ln P_2 + \alpha_3 \ln P_3 + v_i + u_i$$

Donde C_i es el costo total de producir una hectárea (ha) de quinua, Y_i es la producción ajustada en kilogramos obtenida en una ha, P_1 es el precio promedio del jornal, P_2 es el precio de las semillas utilizadas para la producción de una ha y P_3 es el precio promedio de los fertilizantes utilizados.

Como trabajo exploratorio una vez calculadas los niveles de eficiencia técnica de los productores, ésta se relacionó ésta con algunas variables ajenas a la función de producción, en ese sentido se realizó una regresión lineal con variables cualitativas que a priori podrían limitar o potenciar una adecuada combinación de los recursos que permitan obtener mayores rendimientos. En ese sentido se realizó una regresión lineal donde se tomó como variables el sistema de riego que posee, el nivel de educación al que llegó, lugar de producción, el tipo de tenencia de tierra; y como variable endógena se tomó los niveles de eficiencia técnica obtenidos con el modelo de frontera estocástica. Así el modelo que se especificó fue el siguiente:

$$U_i = \text{distrito} + \text{nivel educación} + \text{tipo riego} + \text{tipo tenencia tierra}$$

Con esta regresión se pretende identificar qué impacto pueden tener las variables categóricas que explican la situación del productor en los niveles de eficiencia técnica que se calculó con el modelo de frontera estocástica.

Restricciones de la investigación

La investigación tiene algunas limitaciones en cuanto a la selección de muestra, el uso de la información primaria y la omisión de algunas variables agronómicas.

- Para el trabajo fue necesario recolectar información detallada de las prácticas agrícolas, los insumos y los costos en los que incurre el productor; realizar una encuesta para el levantamiento de esta data a un gran número de productores resultaría en un costo elevado de la investigación. En ese sentido con el objeto de reducir el tamaño de muestra y el costo del trabajo se utilizó un nivel de precisión de 8% que es relativamente mayor a lo que usualmente se usa (5%), emplear este parámetro para la determinación de la muestra significa que los resultados tendrán un margen de error de $\pm 8\%$.
- La data primaria que se levantó es información sensible, por ende está sujeto al humor y a la confianza que tengan los productores a los encuestadores, los datos que brindaron los agricultores no pudieron ser contrastados en campo, por lo que se limitó a confiar en lo que éstos decían junto con el asentimiento del personal de las Agencias Agrarias (de Sicaya y Jauja) que colaboraron en la recolección de la data.
- La encuesta se realizó en el mes de noviembre del año 2013, fecha en la cual la quinua escasea y los productores empiezan a vender sus productos almacenados de forma que consigan recursos que sirva de capital para el inicio de la próxima campaña, estos dos eventos tuvieron impacto principalmente en el precio de venta del producto, por lo que no representa un comportamiento promedio y más bien es coyuntural, por ese motivo para el cálculo de los niveles de rentabilidad se tomó como dato el presentado

por la Dirección Regional Agraria de Junín el cual representa el comportamiento a lo largo del año del precio de la quinua.

- Se omitió algunas variables agronómicas importantes como la calidad del suelo en los que se desarrollan el cultivo de la quinua, la cual es probable tenga una influencia en la producción obtenida por los productores; otra variable que no fue tomada en cuenta, pero posiblemente tenga un impacto en los niveles de rendimiento y por ende en la eficiencia fue la variedad de quinua que sembraban los agricultores, si bien se INDICA que las principales variedades que se usan en esta región son la Hualhuas en el distrito de Sicaya y la Rosada de Junín en Acolla, no se pudo obtener esta información a nivel productor, esto debido en parte al propio desconocimiento de la variedad de semillas que llegan a usar y en otros casos porque aplican una combinación de estos dos tipos de semillas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo comprende la discusión y la presentación de los resultados que se obtuvieron de los análisis previos, comenzando con la tipificación de los productores de quinua en distintos grupos en base a variables cuantitativas; seguidamente se discutió los niveles de eficiencia que se obtuvieron en el modelo, identificando las variables que la limitan o que podrían potenciarla.

4.1 TIPIFICACIÓN DE LOS PRODUCTORES DE QUINUA

En el ámbito de la producción de quinua existe una heterogeneidad de productores con distintas características y por ende con diferentes necesidades, comúnmente se ha hecho una división de los productores según el tamaño de su predio o su nivel de tecnología; sin embargo esta clasificación es limitada debido a que no captura el efecto de otras variables. Aquí se ha tratado de tipificar a los agricultores en base a siete características cuantitativas, con la cual se pretende obtener un conocimiento más detallado de la producción y las diferencias que podría haber entre productores en cuanto a su forma de accionar para conseguir el producto final.

Para la tipificación de agricultores se ha elegido las siguientes variables que han sido obtenidas mediante la encuesta realizada en los distritos de Sicaya y Acolla. La primera fue la extensión dedicado al cultivo de la quinua, la segunda característica fue el rendimiento en kilogramos que se obtiene por producir una hectárea de quinua; las siguientes se enfocan principalmente en los distintos niveles de insumo que son utilizados en la obtención del producto como: la cantidad de semillas, fertilizantes, el valor en agroquímicos. Finalmente se adicionó la información en cuanto a los precios de venta obtenidos por un kilogramo y el costo total de producción por una hectárea. En el Cuadro 11 se resumen las variables utilizadas en la caracterización.

Cuadro 11: Selección de variables para el *cluster*

Variable	Unidad de medida
Extensión de terreno dedicado a quinua	Hectáreas
Rendimiento del cultivo de la quinua	Kilogramos/hectárea
Cantidad de semillas	Kilogramos/hectárea
Cantidad de fertilizantes	Número de sacos/hectárea
Valor de agroquímicos	Soles/hectárea
Cantidad de mano de obra	Jornales/hectárea
Precio de venta	Soles/kilogramo
Costo de producción	Soles/hectárea

Fuente: Encuesta del Anexo2

Producto del análisis *cluster* se obtuvo 3 grupos bien diferenciados, el dendograma que sirvió para la elección de los conglomerados se observa en el Anexo 1, ahí se puede apreciar que se realizó el corte en la distancia 10, la cual se consideró la adecuada para finalizar con el proceso iterativo de agrupación, debido a que los grupos que se llegarían unir en la siguiente etapa eran muy diferentes. En el Cuadro 12 se observa los valores promedio por *cluster* de las variables que fueron elegidas para la caracterización de los productores, también se observa la representatividad que tienen cada grupo de productores en la población total.

Cuadro 12: Comparación de los promedios entre *cluster* de productores

Cluster	Población (%)	Extensión					Mano de obra (Jornal/ha)	Precio venta (Soles/kg)	Costo (Soles/ha)
		quinua (ha)	Rendimiento (Kg/ha)	Semilla (Kg/ha)	Fertilizantes (#Costales/ha)	agroquímicos (Soles/ha)			
Pequeño	46.4%	1.4	1492.5	23.1	3.1	364.1	61	10.1	4736.6
Mediano	37.7%	2.3	2456.9	26.0	8.0	422.9	49	10.4	6331.0
Grande	15.9%	5.2	2654.5	30.0	13.6	1024.5	61	9.9	8318.1
Promedio		2.3	2041.2	24.3	6.6	491.5	56	10.2	5909.1

Fuente: Encuesta Anexo2

Debido a los valores obtenidos por cada grupo, se les ha denominado como pequeño, mediano y grande, así en el Cuadro 12 se muestran la representatividad y los promedio de los distintos grupos; las variables en las que se encuentran mayores diferencias son la extensión dedicada al cultivo de la quinua, lo gastado en agroquímicos, la cantidad de mano de obra, los niveles de

fertilización y el costo total, se podría decir que éstas son características que diferencian a los productores.

Se observa que el 46.4% de la población son productores con extensiones pequeñas, rendimientos bajos y con poca utilización de insumos excepto en la mano de obra la cual tiene un uso intensivo, a pesar de su poca producción estos agricultores venderían su producto a precios relativamente mayores a los productores grandes; sin embargo cabe precisar que esta situación podría estar sesgada al periodo en que se recogió la información que fue el mes de noviembre, fecha en la cual los productores que poseen bajos niveles de capital y que tienen como fuente principal de ingresos a la agricultura empiezan a vender algunos productos almacenados de modo que puedan obtener ingresos para el inicio de la próxima campaña y las fiestas navideñas y que coincidió con la época de escasez y precios altos del grano andino.

El segundo *cluster* en los que se encuentra el 37.7% de los agricultores tiene mayor superficie con quinua obteniendo mayores rendimientos, los insumos utilizados y los costos son comparativamente mayores a la de los productores pequeños, sin embargo en cuanto a mano de obra sus requerimientos son menores incluso a grandes productores; el precio que recibían en el momento que se realizó la encuesta era el más alto entre los tres grupos. El grupo más pequeño es el de productores grandes el cual representa sólo el 15.9% del total, en este conglomerado se encuentran los productores con grandes extensiones de tierra dedicada al cultivo de quinua, mayores rendimientos, y en general con una mayor utilización de insumos que los otros grupos.

Si bien en el Cuadro 12 se recoge los niveles promedio de las variables que fueron utilizadas para la realización del *clustering*, no recoge el comportamiento de los distritos por separado.

En el Cuadro 13 se muestra las medias de las variables que se obtuvieron para las localidades de Sicaya y Acolla. Entre las diferencias que son más evidentes es que los agricultores de Sicaya pertenecen al segundo y tercer grupo, ya que el 58.3% de la muestra es catalogado como productores medianos, y el 41.7% como grandes, en tanto la producción de quinua en Acolla está sustentada básicamente por productores pequeños que representa el 71.1% de

todos sus productores utilizados para el estudio, y el 26.7% son agricultores medianos y el 2.2% son grandes.

Cuadro 13: Comparación de los valores promedios entre *clusters* a nivel distrito

Distrito	Cluster	Población (%)	Extensión quinua (ha)	Rendimiento (Kg/ha)	Semilla (Kg/ha)	Fertilizant(Sacos/ha)	Agroquímico (Soles/ha)	Mano obra (Jornal/h)	Precio venta (Soles/kg)	Costo (Soles/ha)
Sicaya	Mediano	58.3%	2.4	2562.0	28.1	9.8	360.0	49	9.8	6990.2
	Grande	41.7%	4.3	2730.0	31.0	14.2	1007.8	62	9.6	8448.4
	Promedio distrital		3.2	2632.5	29.3	11.6	629.8	54	9.7	7597.8
Acolla	Pequeño	71.1%	1.3	1492.5	23.1	3	364.2	61	10.1	4736.6
	Mediano	26.7%	2.2	2333.3	23.5	6.0	495.8	50	11.1	5566.2
	Grande	2.2%	15	1900	20	8.0	1200	52	13	7016
	Promedio distrital		1.9	1725.8	23.1	4.0	417.8	58	10.4	5008.5

Fuente: Encuesta Anexo2

Para la comparación en las variables productivas a nivel distrito derivadas de los datos que se observan en el Cuadro 13, se toma a los productores catalogados como medianos, ya que en Sicaya no hay productores identificados como pequeños y en Acolla sólo el 2.2% son productores grandes y al ser tan pocos, los valores extremos propiciarían un análisis errado.

Así pues comparando entre productores medianos se observa que los productores en Sicaya obtienen rendimientos más altos que los de Acolla, existen diferencias también entre la cantidad de semillas requeridas para la producción de una hectárea, siendo los kilogramos usados en Sicaya mayores a la cantidad utilizada en el distrito jaujino en más de 5 kilogramos, esta relación se invierte en lo concerniente a lo gastado en agroquímicos, ya que es Acolla donde se gasta casi 130 soles más que el distrito huancaíno; las diferencia que más saltan a la vista se encuentran en la variable relacionada al uso de fertilizantes, su uso es de casi 4 sacos más en Sicaya con respecto a Acolla.

Los costos incurridos en Sicaya también son mayores, esto se puede deducir debido a su mayor utilización de insumos como semillas, fertilizantes, asimismo el mayor costo incurrido

se puede deber a un mayor nivel de capitalización y uso de tecnología que también son componente importante del costo; sin embargo según la Oficina de Estadística de la Dirección Regional Agraria en el año 2013 el precio promedio al que venden su producto es menor al que obtienen los agricultores acollinos por la venta del cereal andino.

Una característica que se repite en la mayoría de agricultores de la sierra peruana es la de diversificar sus cultivos de modo que se reduzcan los riesgos de pérdida ante factores ya sean climatológicos, de enfermedades o de mercados; los productores de quinua del Valle de Mantaro no son ajenos a estas prácticas, así en el Cuadro 14 se observa que la extensión dedicada a la quinua representa un proporción de la superficie total que manejan, en el caso de los productores pequeños se ve que la proporción de quinua está casi del mismo nivel de productores medianos, pero menor a los grandes agricultores; el comportamiento de los pequeños y medianos productores se podría explicar debido a que sus riegos son mayores y también usan sus tierras para fines de autoconsumo por lo que diversifican más sus productos.

Se observa también que en los productores de Sicaya el cultivo de la quinua representa una mayor proporción a los porcentajes de Acolla, la extensión del cultivo de quinua representa el 39% y 44% para los medianos y grandes productores de Sicaya, en tanto que en Acolla para la mayoría de los productores la extensión dedicada a la quinua bordea el 30%, esto va en concordancia con los resultados en el IV CENAGRO, donde se encontró que en Sicaya el 16% del total de superficie cultivada estaba cubierta por quinua, mientras que en Acolla era el 8%.

Cuadro 14: Proporción de la superficie total dedicado a la quinua

Cluster	Promedio			Sicaya			Acolla		
	Total extensión terreno (ha)	Extensión quinua (ha)	% Dedicado al cultivo de quinua	Total extensión terreno (ha)	Extensión quinua (ha)	% Dedicado al cultivo de quinua	Total extensión terreno (ha)	Extensión quinua (ha)	% Dedicado al cultivo de quinua
Pequeño	3.9	1.3	33%				3.9	1.3	33%
Mediano	7.1	2.3	32%	6.2	2.4	39%	8.2	2.2	27%
Grande	13.4	5.2	39%	9.8	4.3	44%	50.0	15.0	30%

Fuente: Encuesta Anexo2

Junto a la diversificación de cultivos, la dificultad al acceso a sistemas de riego caracteriza a los productores de quinua del Valle del Mantaro, si bien la producción de quinua no es intensiva en la utilización de agua, el acceso a sistemas tecnificados de riego podría reducir el riesgo de pérdida por ausencia de lluvia o incrementar las campañas que se puedan realizar en el año.

En el Cuadro 15 se muestran los porcentajes de los tipos de riego que usan según productor y distrito, como se puede observar el sistema de sólo seco es el que predomina en el cultivo de quinua en los productores pequeños y medianos con el 100% y 73% respectivamente, haciéndolos más vulnerables al cambio climatológico; en el caso de productores grandes es el 55% que depende solamente de las lluvias.

Se presenta también el caso de productores que alternan parcelas con sistemas de seco y riego tecnificado, aquí se puede observar también una característica en la agricultura de la sierra, pero que en la encuesta no se tomó en cuenta debido a su complejidad para la recolección de información y es la atomización de los terrenos que administran. En promedio el 23% de los medianos productores alternan las áreas que manejan con unas parcelas que dependen sólo de la lluvia y otras que tienen riego tecnificado, esta proporción asciende al 36% en los grandes. Los agricultores que tienen una cobertura de riego tecnificado para toda su finca es mínima en el caso de los agricultores medianos y llega solo al 4%, en el caso de los grandes asciende a 9%.

Cuadro 15: Proporción de productores según tipo de riego

	Promedio			Sicaya			Acolla		
	Riego	Riego y Secano	Secano	Riego	Riego y Secano	Secano	Riego	Riego y Secano	Secano
Pequeño	0%	0%	100%				0%	0%	100%
Mediano	4%	23%	73%	7%	43%	50%	0%	0%	100%
Grande	9%	36%	55%	11%	40%	50%	0%	0%	100%

Fuente: Encuesta Anexo2

Ahora comparando entre los distritos en lo que se realiza el estudio, la diferencia es grande, toda la producción de quinua que se realiza en el distrito jaujino depende de las lluvias de temporada, en tanto el distrito que pertenece a la provincia de Huancayo tiene una mejor infraestructura que le permite alrededor del 40% de sus productores alternar parcelas con riego tecnificado y otras que sigan el sistema seco y más o menos el 10% de sus productores tienen riego tecnificado para toda la extensión de quinua que manejan y es la mitad de los agricultores de este distrito los que dependen únicamente de las lluvias.

Otra rasgo que se observó fue la utilización de maquinarias para ciertos procesos, se identificó que existe un uso casi generalizado de éstas en la preparación de terreno, como en el barbecho, la rastra y en el surcado; estas actividades están prácticamente mecanizadas y usan principalmente tracción mecánica y en menor medida la tracción animal; en el proceso en el cual sí se notan diferencias en cuanto al uso de tecnologías es en la cosecha, siendo los productores grandes y medianos los que utilizan trilladoras mecanizadas, en tanto que en los pequeños agricultores predomina la trilla manual que consiste primero en segar la panoja en horas de la madrugada seguidamente juntarlos en parvas y al final hacerlas pisar por un tractor para que el grano se desprenda de la panoja, todo este proceso requiere un cantidad importante de jornales y es un componente importante del total de mano de obra .

En el Cuadro 16 se aprecia con qué recursos se realiza la trilla del grano, en el caso del *cluster* que contiene a los productores pequeños el 84% utiliza mano de obra en tanto que tal proporción se invierte en favor de la trilladora mecánica para el caso del mediano llegando al 81% y en el caso de los agricultores grandes llega al 100% los que realizan la cosecha mecanizada.

Cuadro 16: Recursos utilizados para la cosecha del grano

<i>Cluster</i>	Pequeño	Trilla	Mano de Obra	84%
			Trilladora	16%
	Mediano	Trilla	Mano de Obra	19%
			Trilladora	81%
	Grande	Trilla	Mano de Obra	0%
			Trilladora	100%

Fuente: Encuesta Anexo2

En la comparación distrital se puede observar en el Cuadro 17 donde se nota que el proceso productivo de Sicaya es mecanizado, ya que se encontró que para la cosecha del grano todos los encuestados mencionaron que la realizaban con una trilladora, es decir el 100% tanto de los productores medianos como los grandes utilizaban esta maquinaria para este proceso. Situación distinta se observó en la localidad de Acolla donde persiste la utilización de mano de obra como jornal, se puede apreciar también que los productores que fueron catalogados como pequeños el 84% requiere jornaleros para realizarla y sólo el 16% lo realiza con maquinarias, en el caso de los agricultores médianos el 42% contrata mano de obra y 58% usa la trilladora, los productores grandes que son una proporción pequeña en este distrito son los que siempre usan maquinarias para la cosecha, lo que demuestra el bajo nivel de capitalización de los productores de este distrito.

Cuadro 17: Recursos utilizados para la cosecha del grano en Acolla

<i>Cluster</i>	Pequeño	Trilla	Mano de Obra	84%
			Trilladora	16%
	Mediano	Trilla	Mano de Obra	42%
			Trilladora	58%
	Grande	Trilla	Mano de Obra	0%
			Trilladora	100%

Fuente: Encuesta Anexo2

En la distribución de la utilización de mano de obra también se encuentran comportamientos característicos en cada grupo el cual se puede observar en el Cuadro 18, así en el grupo de pequeños y grandes productores la utilización de mano de obra es intensiva y en promedio llegan a necesitar a 61 jornales para la producción de una hectárea, en tanto los agricultores medianos sólo necesitan alrededor de 49 personas; a pesar de que los pequeños y grandes necesitan similar cantidad de mano de obra, la utilización que hacen de este recurso es distinta, por ejemplo la cantidad de jornales que usan los pequeños productores en el deshierbo de malezas y otros plantas que compiten con la quinua en la fase de crecimiento es de aproximadamente 34 jornales que representa el 55% del total, en tanto que los agricultores grandes requieren 49 trabajadores lo que significa el 80% del total de mano de obra que

utilizan, y los que se encuentran en el grupo restante necesitan en promedio 35 personas que representa el 71%.

El otro proceso en la que se requiere una importante cantidad de jornales para los pequeños agricultores es la cosecha, donde necesitan en promedio 19 personas lo que significa el 31% de su recurso humano mientras que los agricultores de mayor y mediana medida sólo necesitan 3 y 7 personas lo que representa el 5% y 14% del total del capital humano respectivamente, esto debido a que la cosecha la realizan de forma mecanizada; en cuanto a los procesos como la siembra y el control fitosanitario los 3 grupos utilizan recursos similares.

Cuadro 18: Requerimiento de mano de obra por una ha

<i>Cluster</i>	Siembra	%	Control Fitosanitario	%	Deshierbo	%	Cosecha	%	Mano de obra total
Pequeño	4	7%	4	7%	34	55%	19	31%	61
Mediano	4	9%	3	6%	35	71%	7	14%	49
Grande	5	8%	4	7%	49	80%	3	5%	61

Fuente: Encuesta Anexo2

La comparación entre distritos de la distribución de la utilización de mano de obra se puede apreciar en el cuadro 19, ahí se observa que no existen muchas diferencias en algunas partes del proceso productivo como la siembra y el control fitosanitario donde la cantidad de jornales utilizados son casi las mismas, mención aparte son el deshierbo y la cosecha, en el distrito de Sicaya usan mayores recursos tanto los medianos como los grandes productores de lo que se puede deducir que aquí existe una mayor incidencia de malezas, ya que el 80% de los jornaleros que requieren se abocan a la labor de deshierbar el campo, sin embargo es en el distrito de Acolla donde se usa mayor mano de obra en total, principalmente porque al no ser intensivos en el uso de maquinarias la cosecha también se realiza de forma manual, así el requerimiento de mano de obra se incrementa especialmente en los pequeños y medianos agricultores, en el Cuadro 19 se observa que en el caso de los pequeños y medianos productores de Acolla los jornales utilizados en la cosecha representa el 31% y 22%, respectivamente.

Cuadro 19: Requerimiento de mano de obra por una ha a nivel distrito

<i>Distrito</i>	<i>Cluster</i>	Siembra	%	Control Fitosanitario	%	Deshierbo	%	Cosecha	%	Mano de obra total
<i>Sicaya</i>	Mediano	4	8%	2	4%	40	82%	3	6%	49
	Grande	5	8%	5	8%	50	81%	2	3%	62
<i>Acolla</i>	Pequeño	4	7%	4	7%	32	55%	19	31%	61
	Mediano	5	10%	4	8%	30	60%	11	22%	50
	Grande	4	8%	4	8%	40	77%	4	8%	52

Fuente: Encuesta anexo2

Se encontró también que los niveles de fertilización es un rasgo distintivo entre los productores de quinua, donde los agricultores pequeños tienen niveles menores en comparación con los otros, aquí se mostrará cuáles son los fertilizantes y en qué medida son utilizados, esta información se muestra en el Cuadro 20, por ejemplo la urea es usada en cantidades menores por los agricultores pequeños siendo su promedio el de 2.75 sacos de 50 kilos utilizados por el 63% de los productores pequeños, en tanto el 80% productores medianos emplean alrededor de 3.9 sacos de este componente y los agricultores grandes tienen mayores niveles tanto en la cantidad de sacos como en su nivel de utilización siendo 5.67 sacos usados por el 81% de este tipo de productores.

Cuadro 20: Comparación de fertilizantes utilizados por ha

	Urea	%	Cloruro de potasio	%	Fosfato diamónico	%	Nitrato de amonio	%	Mezcla de nutrientes - Compomaster	%
Pequeño	2.75	63%	0	0%	1.75	25%			4.14	12%
Mediano	3.90	80%	3.00	34%	4.47	57%			8.25	15%
Grande	5.67	81%	3.71	64%	5.11	81%	4.5	18%	9.00	18%
Total	3.76	72%	3.31	23%	3.97	46%	4.5	3%	6.15	18%

Fuente: Encuesta Anexo2

Se ve también que el cloruro de potasio no es manejado por los pequeños productores, el 34% de los medianos productores emplean dosis de 3 sacos en promedio, similares son las

cantidades de que emplean los agricultores del tercer grupo, sin embargo aquí lo utilizan el 64% de los que conforman dicho aglomerado. El fosfato diamónico es de poco uso en el primer *cluster*, sólo el 25% lo utilizan en promedio 1.75 sacos, distinto a los niveles que emplean los productores grandes que rondan los 5.1 sacos y lo usa el 81 % de ellos. Es importante mencionar la utilización de un producto llamado compomaster, que es un fertilizante compuesto que posee los nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio en un solo producto, es decir que cuando se usa este tipo de fertilización generalmente ya no utilizan los fertilizantes primarios; en ese sentido se puede observar que su utilización todavía es limitada en todos los *cluster* que se han identificado, siendo su nivel de utilización menor de 20% de los productores en todos los grupos.

Un comportamiento que se puede deducir del Cuadro 20 es que los productores grandes superan tanto en la cantidad de sacos como en su nivel de utilización a los otros grupos, esto podría dar una idea de los mejores rendimientos que obtienen, sin embargo también contribuye a una mayor competencia de malas hierbas, e incluso una utilización desequilibrada de los fertilizantes podrían causar la pérdida de otros nutrientes producto de la mayor absorción de macronutrientes que se emplean en menor cantidad, contribuyendo al deterioro del suelo y perjudicando la sostenibilidad de la agricultura.

En el Cuadro 21 se observa una comparación entre la fertilización de los distritos donde se realizó el estudio, estas diferencias podrían ser atribuidas a la distinta calidad del suelo o también el acceso a recursos financieros para la obtención de los fertilizantes adecuados. En el Cuadro 21 se aprecia que los agricultores de Sicaya usan principalmente tres fertilizantes simples, es decir los que proveen principalmente un macronutriente, entre los que se encuentran la urea y el fosfato diamónico, los productores medianos usan en promedio 4 sacos del primero y 5 sacos del segundo, mientras que los grandes productores 5 sacos de cada uno, el otro fertilizante de bastante utilización es el cloruro de potasio del que se usa 2.6 sacos los medianos y 3.7 los grandes productores.

Cuadro 21: Comparación de fertilizantes utilizados a nivel distrital por ha

Sicaya										
	Urea	%	Cloruro de potasio	%	Fosfato de diamónico	%	Nitrato de amonio	%	Mezcla de nutrientes - Compomaster	%
Mediano	3.9	71%	2.6	57%	4.9	71%			9.3	21%
Grande	5.7	90%	3.7	70%	5.1	90%	4.5	20%	10	10%
Acolla										
	Urea	%	Cloruro de potasio	%	Fosfato de diamónico	%	Nitrato de amonio	%	Mezcla de nutrientes - Compomaster	%
Pequeño	2.8	63%			1.8	25%			4.1	21%
Mediano	3.9	92%	6	8%	3.6	42%			5	8%
Grande									8	100%

Fuente: Encuesta Anexo2

En tanto los productores de Acolla utilizan menores cantidades de fertilizantes en comparación con el otro distrito, principalmente se usa la urea y el fosfato diamónico, del primero usan casi 3 sacos los pequeños y un poco menos de 4 sacos los medianos productores, en el caso de fosfato diamónico los productores pequeños usan la mitad de lo que usan los productores medianos; los restantes son usados por pocos productores, para la comparación se ha tratado de analizar fertilizantes que hayan sido usados por una cantidad importantes de productores, de modo que garantiza un comportamiento generalizado, y por el contrario para comparar se evitó el análisis de fertilizantes utilizados por un cantidad mínima de productores, ya que no sería un comportamiento promedio, y más bien podría ser un valor atípico producto de alguna necesidad específica de alguna parcela.

Adicionalmente se comparó los costos promedio que tienen los diversos agricultores, en el Cuadro 22 se puede observar los costos de los pequeños, mediano y grandes productores, así como también se hace una distinción a nivel distrital. Los costos tienen una distribución similar en los tres niveles de productores siendo el proceso de deshierbo y el alquiler de terrenos lo que representa mayor porcentaje del costo, juntos representan alrededor del 45% del costo total, en el caso de los agricultores medianos y grandes, los fertilizantes y el gasto en

productos agroquímicos también tienen porcentajes relativamente altos, y en el caso de los pequeños disminuye confirmando que estos últimos utilizan menores cantidades de dicho insumo y son los costos en la cosecha lo que representa mayores gastos para estos agricultores, los demás procesos tienen un costo similar en los tres grupos.

Cuadro 22: Costos de producir una ha de quinua según tipo de productores y distritos

Costos	Grande	%	Mediano	%	Pequeño	%	Sicaya	%	Acolla	%
Aradura	702.00	8%	497.00	8%	337.00	7%	573.25	8%	389.11	8%
Rastrado	202.85	2%	215.59	3%	171.07	4%	231.43	3%	176.67	4%
Surcado	170.91	2%	175.58	3%	175.00	4%	172.50	2%	175.67	4%
Siembra	171.82	2%	139.27	2%	115.75	2%	131.25	2%	123.78	2%
Control Fitosanitario	176.36	2%	110.38	2%	122.19	3%	161.67	2%	118.56	2%
Dehierbo	1755.00	21%	1148.46	18%	959.25	20%	1,567.71	21%	938.58	19%
Cosecha	626.36	8%	605.77	10%	633.09	13%	595.83	8%	635.53	13%
Semilla	391.68	5%	351.77	6%	303.47	6%	397.02	5%	303.04	6%
Transporte	66.36	1%	60.38	1%	54.06	1%	62.92	1%	56.00	1%
Alquiler Terreno	1863.64	22%	1903.85	30%	1240.63	26%	2058.33	27%	1340.00	27%
Valor Agroquímicos	1024.55	12%	422.88	7%	364.06	8%	629.79	8%	417.78	8%
Fertilizantes	1166.64	14%	701.65	11%	260.88	6%	1016.08	13%	334.18	7%
Costo Total	8318.14		6332.97		4736.60		7597.77		5008.48	

Fuente: Encuesta Anexo2

El Cuadro 22 observa también la comparación de costos a nivel distrital en la que se puede encontrar grandes diferencias en los ítems de alquiler de terrenos, fertilizantes y dehierbo, en todos estos son los productores del distrito de Sicaya los que incurren en mayores costos; el

alquiler de terreno en Sicaya y costo en fertilizantes es superior en casi 700 soles, así en el proceso de deshierbo hay una diferencia de 600 soles.

La rentabilidad que obtienen los productores de quinua es un cálculo para el cual es necesaria mucha información, primero porque los productores usan los cultivos que se pueden almacenar como un activo que venden según sus necesidades. Un estudio realizado por Mercado y Gamboa (2012) sobre la comercialización de la quinua en el Valle del Mantaro, sostiene que los productores de quinua destinan hacia la venta (74.9%), al almacenamiento (22.9%), al autoconsumo (1%) y guarda para semilla de la campaña posterior (1.2%).

A pesar de que la información sobre el destino que se le daba a la quinua fue recogida por la encuesta en que se basa el estudio, se utilizó el dato de la investigación realizada por Mercado y Gamboa principalmente porque en ésta se realizan encuestas específicas a los agricultores sobre el destino que se le dan a su producto. Así pues ellos aplicaron los siguientes cuestionarios: i) A productores sobre temas de producción (67 encuestas); ii) A productores respecto a la comercialización (96 encuestas); iii) A productores en relación al consumo de la quinua (95 encuestas). En ese sentido recogiendo una muestra mayor y con cuestionarios específicos a los agricultores sobre la finalidad de su producto, se evidencia que la data recogida por los dos investigadores es más completa, lo que conlleva aun mejor entendimiento de la situación final del grano andino.

Asimismo el precio de la quinua varía a lo largo del año de acuerdo a la demanda y oferta que exista en el mercado, lo que torna complicado el cálculo real de la rentabilidad. Sin embargo se puede realizar un cálculo de rentabilidad por hectárea aproximado, asumiendo que los agricultores venden toda su producción y tomando los precios promedio a nivel distrito según la Oficina de Estadística de la Dirección Regional Agraria de Junín.

En el Cuadro 23 se puede observar que son los productores grandes los que reciben mayores ingresos por el rendimiento una hectárea de quinua, sin embargo no son los que mejor rentabilidad obtienen, son los productores medianos los que obtienen altos niveles de ganancias en relación a los costos en lo que incurren debido a su buen rendimiento y menores

costos; en tanto los pequeños agricultores tienen menos ingresos por su bajo rendimiento, pero su rentabilidad es similar a la de los productores grandes debido también a que tienen bajos costos. En la comparación a nivel distrital se aprecia que si bien en Sicaya se tienen ingresos menores a los de Acolla, principalmente porque el precio al que venden su producto está por debajo, esto junto con los gastos en los que incurren, resultan en rentabilidades que si bien son altas, no están al nivel de las obtenidas en Acolla.

Cuadro 23: Costos y rentabilidades de los productores de quinua por una ha

	<i>Cluster</i>	Rendimiento (Kg/ha)	Costo (Soles/ha)	Ingreso por Venta*	Rentabilidad
	Pequeño	1493	4737	8657	80%
Productor	Mediano	2457	6333	14250	121%
	Grande	2655	8318	15396	82%
	Sicaya	2646	7598	14678	88%
Distritos	Acolla	1909	5008	11537	130%
	Total	2041	5909	11839	97%

*El precio recibido en chacra para Sicaya oscila en 5.4 soles/kg y en Acolla 6.04 Soles/kg.

Fuente: Encuesta Anexo2 y Dirección Regional Agraria

4.2 NIVELES DE EFICIENCIA EN LOS PRODUCTORES DE QUINUA

4.2.1 ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA TÉCNICA

Se realizó el análisis de Frontera Estocástica para la siguiente función de producción *Cobb – Douglas*:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + v_i - u_i$$

Donde Y_i es la producción de quinua por una hectárea, X_1 es el número de hectáreas (ha) en las que produce el grano andino, X_2 la cantidad de mano de obra utilizada para la producción de una hectárea, X_3 la cantidad de semillas en kilogramos utilizada para una ha, X_4 el número de sacos de 50 kilogramos de fertilizantes para la producción de una ha.

Los resultados de la estimación de esta función se observa en el Cuadro 24, donde se ve que el modelo a nivel general es estadísticamente significativo, es decir, se rechaza la hipótesis nula de que todos los parámetros estimados mediante la función de verosimilitud sean iguales a cero ($\beta_i=0$); el test que valida esta afirmación se observa en la parte superior del cuadro donde $\text{Prob} > \chi^2 = 0.000$, lo que quiere decir que la probabilidad de rechazar la hipótesis nula de que todos los coeficientes sean iguales a cero cuando esta es verdadera es extremadamente baja y menor al nivel de significancia con el que se trabajó que es el 0.05

Cuadro 24: Resultados de la estimación de la Función Frontera Estocástica para la función de producción de la quinua

Stoc. frontier normal/half-normal model		Number of obs =		69		
Log likelihood = 6.4494694		Wald chi2(4) =		98.17		
		Prob > chi2 =		0.0000		
lnY	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnx1	.1207696	.0353517	3.42	0.001	.0514815	.1900577
lnx2	.0157364	.1302027	0.12	0.904	-.2394562	.270929
lnx3	.1022438	.1015209	1.01	0.314	-.0967334	.3012211
lnx4	.2671691	.0407456	6.56	0.000	.1873092	.3470291
_cons	6.922707	.5736612	12.07	0.000	5.798351	8.047062
/lnsig2v	-4.056461	.7725353	-5.25	0.000	-5.570602	-2.542319
/lnsig2u	-2.37453	.5268347	-4.51	0.000	-3.407107	-1.341953
sigma_v	.1315681	.0508205			.0617105	.2805061
sigma_u	.3050545	.0803566			.1820355	.5112092
sigma2	.1103684	.0384201			.0350665	.1856703
lambda	2.318605	.1262181			2.071222	2.565987
Likelihood-ratio test of sigma_u=0:		chibar2(01) = 2.81		Prob>=chibar2 = 0.047		

Una vez confirmado que el modelo a nivel general es significativo, es preciso validar si el modelo de Frontera Estocástica es el adecuado y la suposición de un término de error con dos componentes (una con distribución normal y la otra con una semi-normal) es correcta, esta afirmación se valida mediante test que se observa en la parte inferior del Cuadro 24 donde $\text{Prob} \geq \chi^2 = 0.047$, esta prueba quiere decir que la hipótesis nula de que la desviación estándar del termino de ineficiencia es igual a cero ($\sigma_u = 0$ ó $\lambda = 0$) o como el programa econométrico denota como $\text{sigma}_u = 0$ es rechazada, ya que la probabilidad de que de que la desviación estándar sea igual a cero es de 0.047 y es menor al nivel de significancia (0.05), en

ese sentido se puede concluir que el modelo con el término de error compuesto donde uno es estocástico y el otro capture la ineficiencia técnica es adecuado, en el caso de que la hipótesis nula no hubiese sido rechazada el modelo se hubiera trastocado en un modelo de regresión lineal con un término de error simple.

También se puede observar notaciones como: σ_v , σ^2 , λ ; las cuales denotan a: σ_v , $\lambda = \sigma_u / \sigma_v$ y $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ respectivamente. Estos parámetros son de utilidad para reforzar la afirmación acerca de la existencia de ineficiencia en lo que se refiere al adecuado uso de *inputs*, a partir de aquellas se puede calcular el valor de $\gamma = (\sigma_u^2 / \sigma^2) = 0.84$, que es el parámetro que indica que el 84% del total de la varianza del producto, es explicada por la ineficiencia técnica.

Al analizar las variables que fueron utilizadas en el modelo de forma individual se observa que X_1 (extensión de terreno dedicada a la quinua) y X_4 (número de sacos de fertilizantes de 50 kg) son significativos estadísticamente, ya que sus valores p son menores al nivel de significancia; asimismo los signos positivos que presentan los coeficientes de estas variables muestran que sus niveles de uso se encuentran en niveles adecuados, ya que un incremento en ellos permitirá un aumento también en los niveles de producción, en ese sentido si se llega a usar 1% más de terreno dedicado a la quinua, manteniendo todo lo demás constante el incremento del rendimiento por hectárea se incrementará en un 0.12%; mayores son los niveles de importancia en la producción que tiene la utilización de fertilizantes, ya que al aumentar su uso en 1% y manteniendo los otros insumos constantes los rendimientos crece en 0.26%. Por el contrario las variables X_2 (cantidad de mano de obra por una ha) y X_3 (kilogramos de semilla por ha) no fueron significativas para el modelo no pudiéndose concluir estadísticamente que estas variables tengan un efecto significativo sobre los rendimientos obtenidos.

Si bien el modelo muestra qué variables explican estadísticamente las mejoras en el rendimiento de los cultivos de quinua, es importante combinar el análisis del modelo con la exploración descriptiva que se realizó en la primera parte del estudio, de forma que la investigación se enriquezca. Así la primera variable que es la extensión de terreno dedicada a

la quinua nos dice que los productores que tienen mayores extensiones de terreno de quinua obtienen mejores rendimientos, son justamente los productores grandes los que diversifican en menor medida sus cultivos dándoles una mayor importancia a pocos cultivos de forma que logran una especialización mayor respecto a los que tienen pequeñas extensiones. La segunda variable que es la cantidad trabajadores no explica las mejoras en los rendimientos, esto se podría advertir porque no necesariamente los que usan mayor cantidad de jornaleros son los que obtienen mayor producción, así por ejemplo los grandes y pequeños agricultores usan los mismos niveles de mano de obra, sin embargo llegan a tener rendimientos disímiles, por lo que es razonable pensar que esta variable no sea significativa.

Las variables kilogramos de semilla y cantidad de fertilizantes tienen un comportamiento particular, debido a que dependen también del recurso ambiental como el suelo para una adecuada absorción de estos insumos. El uso de semilla no resultó significativo para explicar los rendimientos de los productores lo que se traduce en que si el productor usa mayor cantidad de semilla su producción no necesariamente va a aumentar, en ese sentido al explorar los datos obtenidos anteriormente se observa que en promedio los agricultores en el Valle del Mantaro usan 24 kilogramos de semilla para producir una hectárea, este dato al ser comparado con la cantidad recomendada en el boletín editado por el INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria) sobre el manejo de cultivo de la quinua en Valle del Mantaro donde recomienda que se use un rango entre 12 y 15 kg de semillas para las variedades de mayor aceptación en la zona de estudio las cuales son la variedad Hualhuas y Rosada de Junín, podría ser una causa de la no significancia de esta variable con respecto al rendimiento, debido a que la cantidad usada está muy por encima de los niveles óptimos que recomiendan y al ser tanta la semilla la competencia por los nutrientes del suelo es alta haciendo que el cultivo no se desarrolle adecuadamente limitando su influencia sobre los rendimientos.

En cuanto a la variable que se refiere a la fertilización, esta fue altamente significativa y con signo positivo, lo que quiere decir que en promedio un incremento de los niveles de fertilización se traduciría en mayores rendimientos, cabe precisar que según el INIA la fórmula de abonamiento adecuado para la zona es el de 80kg, 60kg y 30kg de Nitrógeno, Fosforo y Potasio, respectivamente; estos nutrientes pueden ser obtenidos a través de abonos

orgánicos o sintéticos y en algunos casos producto del abonamiento del cultivo que estuvo anterior a la quinua, que en muchas ocasiones es la papa.

Dos limitaciones se podrían considerar en el estudio, los cuales son la dificultad de cuantificar el abonamiento orgánico y la recolección de la información sobre la práctica de la rotación de cultivos, la primera porque los productores no cuantifican de la misma manera el abono sintético y el abono orgánico que usan, debido a que en el caso de los orgánicos no se los coloca en sacos, sino que al ser preparados cerca del campo de cultivo o establo los trasladan con herramientas como carretillas dificultando su cuantificación; en el caso del segundo la dispersión y constante cambio de arrendatarios de los campos de cultivo tornó complejo el levantamiento de esa información. La interpretación de la elasticidad positiva del uso de fertilizantes debe ser tomada con cuidado, ya que si bien los fertilizantes en el corto plazo pueden dotar de mejores rendimientos al cultivo de la quinua, el uso indiscriminado de este puede traer consecuencias al largo plazo como el agotamiento del suelo o lixiviación de los compuesto químicos y también contribuye a la mayor emisión de gases de efecto invernadero, teniendo un impacto ambiental.

En el Cuadro 25 se puede apreciar que los niveles de eficiencia técnica oscilan entre el 47.04% y 94.73%, con un promedio que se sitúa en 79.61%, lo cual indica que los productores de quinua podrían obtener mejores rendimientos si logran combinar adecuadamente sus insumos, en ese sentido se puede decir que para que un productor promedio llegue a los niveles de los productores más eficientes debería incrementar su productividad en 15.96%³

Cuadro 25: Niveles de eficiencia técnica

variable	mean	sd	min	max
et_cb	.796152	.1099609	.4704091	.9473536

³1 - (ET/ET_{MAX}) = (1 - (0.7961/0.9473)) = 15.96%

Los productores que obtuvieron mayor eficiencia fueron los productores medianos en promedio sus niveles de eficiencia están alrededor de 84%, siendo estos los productores que obtienen mayores rendimientos con proporciones menores de insumos, en comparación a los productores grandes y pequeños, estos tienen niveles de eficiencia de 76% y 75% los cuales llegan a utilizar proporciones mayores de *inputs* y tienen rendimientos menores en comparación con los productores medianos.

En cuanto a los niveles de eficiencia en cada distrito, se encontró que en promedio la eficiencia en el distrito de Sicaya es de 81.2% y del distrito de Acolla es de 78.7% siendo por debajo del promedio general, lo que da una idea de que en este último distrito se encuentran productores menos eficientes, también se puede decir que los productores del distrito jaujino tendrían que aumentar en promedio 3.14% su productividad para estar a la par del otro distrito.

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

La oportunidad que tienen los productores de quinua, puede ser aprovechada a través del fortalecimiento de capacidades técnicas de los productores a través de una mayor capacitación en el manejo del cultivo y asistencia técnica, de forma que usen eficientemente los recursos que disponen y obtengan una mayor producción, incrementándose su eficiencia técnica.

4.2.2 ANALISIS DE LA EFICIENCIA ECONÓMICA

La eficiencia económica de los productores de quinua se obtuvo a partir de la siguiente función de costos:

$$\ln C_i = \alpha_0 + \alpha_q \ln Y_i + \alpha_1 \ln P_1 + \alpha_2 \ln P_2 + \alpha_3 \ln P_3 + v_i + u_i$$

Donde C_i es el costo total de producir una hectárea (ha) de quinua, Y_i es la producción ajustada en kilogramos obtenida en una ha, P_1 es el precio promedio del jornal, P_2 es el precio de las semillas utilizadas para la producción de una ha y P_3 es el precio promedio de los fertilizantes utilizados. En el Cuadro 26 se observa los resultados de la estimación que se realizó del modelo de costos.

Cuadro 26: Resultados de la estimación de la Función Frontera Estocástica para una función de costos

Stoc. frontier normal/half-normal model		Number of obs	=	69		
Log likelihood = 52.792787		Wald chi2(4)	=	366.65		
		Prob > chi2	=	0.0000		
lnCT	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnYa	.1001099	.0354827	2.82	0.005	.0305651	.1696547
lnP1	.3738375	.0602734	6.20	0.000	.2557038	.4919713
lnP2	.083867	.0486399	1.72	0.085	-.0114654	.1791993
lnP3	.2327696	.0220332	10.56	0.000	.1895852	.2759539
_cons	3.14819	.4828246	6.52	0.000	2.201871	4.094509
/lnsig2v	-4.716291	.526256	-8.96	0.000	-5.747734	-3.684848
/lnsig2u	-4.563517	1.267685	-3.60	0.000	-7.048135	-2.078899
sigma_v	.0945955	.0248907			.0564801	.1584329
sigma_u	.1021045	.0647182			.0294793	.3536493
sigma2	.0193736	.0092628			.0012189	.0375283
lambda	1.07938	.0876477			.9075937	1.251166
Likelihood-ratio test of sigma_u=0:		chibar2(01) = 0.29	Prob>=chibar2 = 0.295			

Al igual que en el caso de la eficiencia técnica el modelo es su conjunto es significativo estadísticamente, es decir que por lo menos algún parámetro es distinto de cero, esto se puede corroborar en la parte superior del cuadro donde la probabilidad de que todos los parámetros sean iguales a cero es muy baja y menor al nivel de significancia (Prob> chi2 = 0.0000).

Al validar si es adecuado plantear un término de error compuesto en el cual uno capture las ineficiencias y el otro sea estocástico, se observa que la prueba que se muestra en la parte inferior del Cuadro 26 donde se evalúa la hipótesis nula sobre la existencia de ineficiencias $\sigma_u = 0$, es una hipótesis nula que no es rechazada, en ese sentido se puede concluir que no existe un término de error que capture las ineficiencias de costos, lo que significa que el modelo terminaría siendo un modelo de regresión simple.

Es importante mencionar que las variables que participan en el modelo de costos para la obtención de la eficiencia económica prácticamente multiplican los insumos usados por una constante, esto debido a que los precios unitarios de los insumos son mínimamente variables, en ese sentido al ser la eficiencia económica una medida que pretende capturar tanto el adecuado uso de insumos como una elección óptima de los insumos en base a los precios de éstos, es razonable que las eficiencias obtenidas no seas significativas, debido a la poca o casi nula variabilidad en lo que se refiere a los precios de los *inputs*.

En cuanto al análisis de las variables de forma individual, se puede observar que la variable P_1 (costo de mano de obra) y P_3 (costo de los fertilizantes) son significativas y con signo positivo; la primera tiene una coeficiente de 0.37 lo que significa que si el costo de la mano de obra se incrementa en un 1% el costo total aumentará en 0.37%; y la segunda tiene un coeficiente de 0.23, es decir, que un aumento de 1% en el costos de los fertilizantes usados, equivaldría a un aumento de 0.23% en el costo total, como se puede apreciar ambas variables son componentes importantes en el costo de producción, la variable del costo de semilla no es significativa para el modelo.

Si bien la prueba de hipótesis dice que el término de error que captura las ineficiencias no es significativo, de igual forma se presenta en el Cuadro 27 los niveles de eficiencia de costos que se obtuvieron producto de la estimación.

Cuadro 27: Niveles de eficiencia económica

variable	mean	sd	min	max
ee_cb	.9211814	.0320307	.8027915	.9665605

Se observa que los niveles de eficiencia económica tienen un promedio de 0.92 y varía entre los valores de 0.80 a 0.96, en tanto que los niveles de eficiencia económica a nivel distrital son muy similares, en las dos localidades donde se realizó el estudio el promedio de eficiencia económica bordea el 0.92.

4.2.3 ANALISIS DE DETERMINANTES EXÓGENOS DE LA EFICIENCIA TÉCNICA

Una vez que se realizó el cálculo de los niveles de eficiencia técnica mediante el método de Función de Frontera Estocástica para una función de producción de *Cobb-Douglas*, se formuló una función de regresión lineal que muestre en qué medida los niveles de eficiencia técnica están relacionados con algunas variables sociales y productivas cualitativas y si éstas limitan o podrían potenciar la eficiencia técnica alcanzado por parte de los productores de quinua. Así el modelo que se especificó fue el siguiente:

$$U_i = \text{distrito} + \text{nivel educación} + \text{tipo riego} + \text{tipo tenencia tierra}$$

Donde U_i , son los niveles de eficiencia técnica obtenidos por los productores.

Los resultados de la estimación del modelo donde participaron variables cualitativas se observa en el Cuadro 28.

Cuadro 28: Resultados de la relación de eficiencia técnica y determinantes exógenos

Source	SS	df	MS	Number of obs = 69			
Model	.104675105	8	.013084388	F(8, 60) = 1.09			
Residual	.717540535	60	.011959009	Prob > F = 0.3800			
				R-squared = 0.1273			
				Adj R-squared = 0.0109			
Total	.82221564	68	.012091406	Root MSE = .10936			

et_cb	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
distrito	-.0250817	.0371728	-0.67	0.502	-.0994383	.0492749
educacion						
2	.1084419	.0810295	1.34	0.186	-.0536412	.270525
3	.0470729	.0815809	0.58	0.566	-.1161132	.2102589
4	.097018	.089626	1.08	0.283	-.0822607	.2762968
tipo_riego						
2	.0712349	.0856743	0.83	0.409	-.1001392	.242609
3	.0155481	.0487435	0.32	0.751	-.0819535	.1130496
tipo_tenenencia_tierra						
2	-.039962	.0425871	-0.94	0.352	-.1251489	.0452249
3	-.0088945	.0368231	-0.24	0.810	-.0825517	.0647626
_cons	.750573	.0952496	7.88	0.000	.5600455	.9411005

Al ser todas las variables categóricas es preciso codificarlas de modo que se pueda apreciar las diferencias dentro de ellas, la variable distrito es una variable dicotómica o *dummy* que toma el valor de 0 si el productor está en la localidad de Sicaya y 1 en Acolla; la variable educación toma valores de 1 si el productor no completó sus estudios primarios, 2 si culminó estudios primarios, 3 si terminó la secundaria y 4 si tiene estudios de nivel superior; la variable tipo de riego toma el valor de 1 si depende exclusivamente de las lluvias, 2 si tiene acceso a riego para todo su terreno y 3 si tiene algunas parcelas bajo el sistema de secano y otras con riego permanente; en el caso de tipo de tenencia de tierra toma el valor de 1 cuando todo el terreno es alquilado, 2 si es el productor es propietario del predio y 3 si tiene parcelas que son de su propiedad y algunas que son alquiladas.

En el Cuadro 28 se observa en la parte superior que el modelo en su conjunto no es significativo, el estadístico *Fisher* toma un valor pequeño que no permite rechazar la hipótesis nula de que todas las variables son iguales a cero; asimismo al analizar las variables individualmente, éstas tampoco son significativas para el modelo. Así pues no se podría realizar una inferencia estadística; sin embargo se puede analizar de una manera descriptiva y

al observar los signos determinar el tipo de relación existente entre estas variables cualitativas y los niveles de eficiencia.

Se observa que en promedio los niveles de eficiencia son mayores en el distrito de Sicaya, debido a que el coeficiente de la variable distrito toma el valor de -0.025 , lo que significa cuando esta variable toma el valor de 1 es decir el productor es de la localidad de Acolla los niveles de eficiencia técnica se reducen en 0.025 ; en lo que respecta a los niveles de educación se aprecia que a mayor educación la eficiencia es mayor, así pues los productores con primaria completa obtienen mayor eficiencia en 0.1 que un productor que no culminó sus estudios básicos, los productores con estudios secundarios y superiores también consiguieron mayores puntuaciones.

En lo que se refiere al riego del cultivo se observa que en promedio los agricultores que tienen un sistema de éste para toda la extensión que maneja y los que tienen parcelas con riego y otras dependientes de la lluvias son más eficientes en 0.07 y 0.01 , que los productores que dependen exclusivamente de las lluvias para regar el cultivo de quinua; en cuanto al tipo de propiedad se ve que el agricultor que alquila toda la extensión que dedica a la quinua en promedio es más eficiente que los agricultores que son propietarios del terreno en 0.03 y en 0.008 en lo que respecta a los productores que tienen algunas parcelas que son de su propiedad y otras que son alquiladas.

Sobre las relaciones observadas entre la eficiencia técnica y algunas variables sociales y productivas, se puede decir que los agricultores con un mayor nivel de educación, que no son propietarios de los predios y que tienen acceso a un sistema de riego para toda la extensión del cultivo, usan de forma más eficiente los insumos que los agricultores con bajos niveles de educación y que dependen de enteramente de fenómenos climatológicos y que son propietarios del predio, y son este último de productores los que predominan en el distrito de Acolla y por lo que también es razonable que en este distrito se encuentren menores niveles de eficiencia técnica que en el distrito de Sicaya.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El estudio buscó caracterizar según algunas variables productivas a los agricultores de quinua en el Valle del Mantaro en los distritos de Sicaya (Huancayo) y Acolla (Jauja) que son los mayores productores del grano andino, para lo cual se utilizó la técnica estadística conocida como *cluster* que ayudó a agruparlos en conglomerados homogéneos. Asimismo se identificó los niveles tanto de eficiencia técnica como económica que poseen los productores, para lo cual se utilizó un método econométrico llamado Función de Frontera Estocástica; también se exploró las determinantes exógenas que podrían explicar las ineficiencias en el proceso productivo mediante una regresión simple. Como resultado de la investigación, se concluye que:

1. La forma de producción de quinua predominante en la zona de estudio es una con nivel de rendimientos bajos en el ámbito del Valle del Mantaro, pequeñas áreas cultivadas, uso de mano de obra en forma intensiva, bajo niveles de capitalización, con alta diversificación de cultivos que les permitan reducir riesgos, sin acceso a sistemas de riego tecnificado, uso reducido de fertilizantes sintéticos, y con precios estacionales los que son menores en épocas de cosecha y abundancia de quinua y que venden según las necesidades que vayan teniendo; se puede observar que en el 46.7% de productores los cuales son catalogados como pequeños prevalecen estas características.

Se encontró también un sistema de finca que se denominó como un sistema mediano que tiene mayores niveles de rendimiento, más áreas cultivadas, altos niveles de capitalización, un regular uso de fertilizantes sintéticos, su diversificación de cultivos es similar a la de los pequeños agricultores, pero el uso de mano de obra es menor a

los otros grupos. Se encontró que el 37.6% de los agricultores están enmarcados en este sistema.

Finalmente se encontró un pequeño grupo de productores que representan el 15.9%, que tienen extensiones grandes cultivadas con el grano andino, niveles de capitalización mayores a los otros dos grupos, un alto uso de fertilizantes sintéticos, gasto altos en el uso de agroquímicos, sus niveles de utilización de jornales son similares a los pequeños productores, sin embargo la distribución en su uso es distinta centrándose en gran medida en el proceso de deshierbo, los precios también son variables, sin embargo no lo utilizan mucho como un activo de reserva como lo hacen los pequeños productores.

2. Acolla es un distrito con un componente importante de pequeña y mediana agricultura y con un casi nula producción a grandes niveles, de forma que en este distrito el uso de maquinarias para la cosecha, cantidad de semillas y fertilizantes sintéticos son bajos; asimismo el acceso a un sistema de riego permanente es nulo lo que hace que en promedio obtengan rendimientos menores al que se obtienen en el distrito de Sicaya dónde predominan los grandes y medianos productores que tienen un proceso de mayor mecanización para la producción, usos mayores de fertilizantes sintéticos así como también de semillas, algunos agricultores poseen un sistema de riego permanente. La utilización de jornales son similares en ambas localidades, sin embargo mientras que el distrito huancaíno su uso se centra principalmente en el deshierbo de plantas que compiten con la quinua, en el distrito jaujino la utilización se distribuye en los procesos de la cosecha y el deshierbo.
3. Los costos de producir el grano andino se centran básicamente en el alquiler de terreno y el deshierbo de las malezas que compiten en crecimiento con la quinua, también en el caso de los grandes productores la compra de fertilizantes es componente importante debido a las cantidades mayores que usan. Asimismo se observa que producto de la creciente demanda por parte de los consumidores finales, los productores obtienen precios altos que inciden en mayores niveles de rentabilidad que consiguen, incluso

llegan a duplicar la inversión iniciales siendo los productores medianos los más beneficiados. En el distrito de Sicaya donde predominan los grandes y medianos productores los costos de producción son mayores debido al costo del alquiler del terreno, los elevados niveles de fertilización y el uso intensivo de mano de obra por los grandes productores. El distrito de Acolla el precio del alquiler de terreno es menor y el uso de abonos sintéticos también se usan en menos cantidades

4. El sistema de producción del cultivo quinua que predominan en el Valle del Mantaro es el tradicional en que se observa un uso intensivo de mano de obra, poca capitalización, dependencia de factores climatológicos para el riego de sus cultivos, un nivel de asociatividad incipiente, uso de fertilizantes y agroquímicos sin un adecuado conocimiento de las necesidades de la planta, limitada asistencia técnica y capacitación. Sin embargo a pesar de estas condiciones obtienen altos beneficios producto de la coyuntura del mercado y no de un sistema de finca que este enfocado de mejorar sus capacidades técnicas.
5. Los productores de quinua en el Valle del Mantaro no son eficientes en relación a la adecuada combinación de insumos de forma que le permitan obtener mejores rendimientos. El promedio de eficiencia técnica es de 79%, y varía desde 47% a 94% lo que nos da idea de heterogeneidad de la forma como los productores combinan los *inputs* para la obtención del producto final, y su limitada gestión en el uso de recursos, ya que según los resultados mostrados, los agricultores podrían obtener rendimientos mayores de los campos de cultivo con la misma cantidad de insumos dando siempre y cuando se dé a estos una adecuada capacitación de cómo utilizar los recursos de forma óptima y evitando la sobreutilización de insumos. Asimismo se encontró que los productores del distrito de Sicaya son más eficientes que los productores de Acolla, los productores del primero obtuvieron una eficiencia de 81% en tanto los agricultores del segundo tienen 78%; esto se explica por las mejores condiciones socio productivas como mejores niveles de educación, mayores niveles de capitalización que influyen en un uso más óptimo de los recursos.

6. La estimación mediante la Función de Frontera Estocástica no encontró significativo que las desviaciones de la función de costos sea explicada por el término de error que engloba a las ineficiencias, esto debido a que la eficiencia económica captura tanto la correcta asignación de insumos como la elección de los mejores precios de éstos, en ese sentido al ser los precios de los insumos determinados por el mercado y sin mayor influencia por los agricultores, y por ende tener muy poca variabilidad, se puede decir que para el caso de cálculo de eficiencia económica en la agricultura donde los precios de los insumos son pocos variables entre productores, no es adecuado una estimación de eficiencia económica mediante la función de Frontera Estocástica. Sin embargo el modelo termina siendo un modelo de regresión lineal que explica que el costo total aumenta cuando se incrementa el de la mano de obra y de los fertilizantes, lo que coincide con el análisis descriptivo que se realizó sobre los costos de producción que indican que son estas variables sus componentes de mayor importancia.

7. Los niveles de eficiencia tienen relaciones positiva con factores externos cualitativos como mejores niveles de educación, acceso a sistemas de riego permanente, ser inquilino del predio agrícola, inciden en mayores niveles de eficiencia; así también la localidad de Sicaya que en mayor medida tiene los componentes mencionados, posee una eficiencia mayor que el distrito de Acolla.

5.2 RECOMENDACIONES

Como resultado del estudio de caracterización del productor y estimación de la eficiencia técnica y económica de los productores de quinua, se plantean algunas recomendaciones que permita mejorar la situación actual de los agricultores de quinua en el Valle del Mantaro:

1. Las políticas gubernamentales que pretendan incrementar los niveles de producción agrícola deberían estar acordes con las necesidades del agricultor, en ese sentido para el caso de los productores pequeños que son los predominantes en la región, las políticas se recomienda que estén enfocadas en los déficit que sufren como el acceso a la tecnología o maquinarias, un sistema de riego permanente y niveles de fertilización adecuado; todo esto con una conveniente capacitación que permita obtener mayores réditos a la intervención estatal. Asimismo en el caso de los productores medianos y grandes promover líneas de investigación que permitan atenuar las malezas que compite con el cultivo, ya que es el mayor problema que sufren estos productores. Estas intervenciones bien focalizadas favorecerán a la cadena desde el punto de vista de la producción del bien, sin embargo esta debería ser articulada con otras políticas que favorezcan al fortalecimiento de la cadena productiva, de forma que se garantice la sostenibilidad de este producto y los beneficios sean duraderos y no producto de una coyuntura del mercado.
2. Si bien se puede ganar importantes niveles de producción con los insumos y tecnología existente esta no sólo depende del área sembrada y los niveles de fertilización del suelo, es importante mencionar que las innovaciones tecnológicas juegan un papel importantes para que los niveles de producción puedan ser mayores e incluso puedan ayudar a llevar a cabo un agricultura más amigable con el medio ambiente.
3. Continuar con este tipo de estudios en la línea de tiempo, de forma que permita observar la evolución y resultado de políticas sobre la eficiencia técnica de los productores; así como también insertar nuevas variables de carácter ambiental y

agronómico que aporten a un mejor entendimiento del problema y que la investigación adquiriera un carácter holístico y multidisciplinario y no sólo económico.

4. Poner mayor atención en robustecer las capacidades de los agricultores mediante una adecuada educación; fortalecer las asociaciones productivas de forma que los productores puedan generar un valor agregado a sus productos y también se posible que obtengan un mayor poder de negociación frente a los acopiadores, ya que si bien actualmente los agricultores están recibiendo precios altos por la quinua esto se debe a una situación coyuntural. Con una adecuada educación y fortalecimiento de sus asociaciones los beneficios que obtengan producto de la negociación de su producto podría convertirse una situación estructural que incrementen su bienestar.

VI. BIBLIOGRAFIA

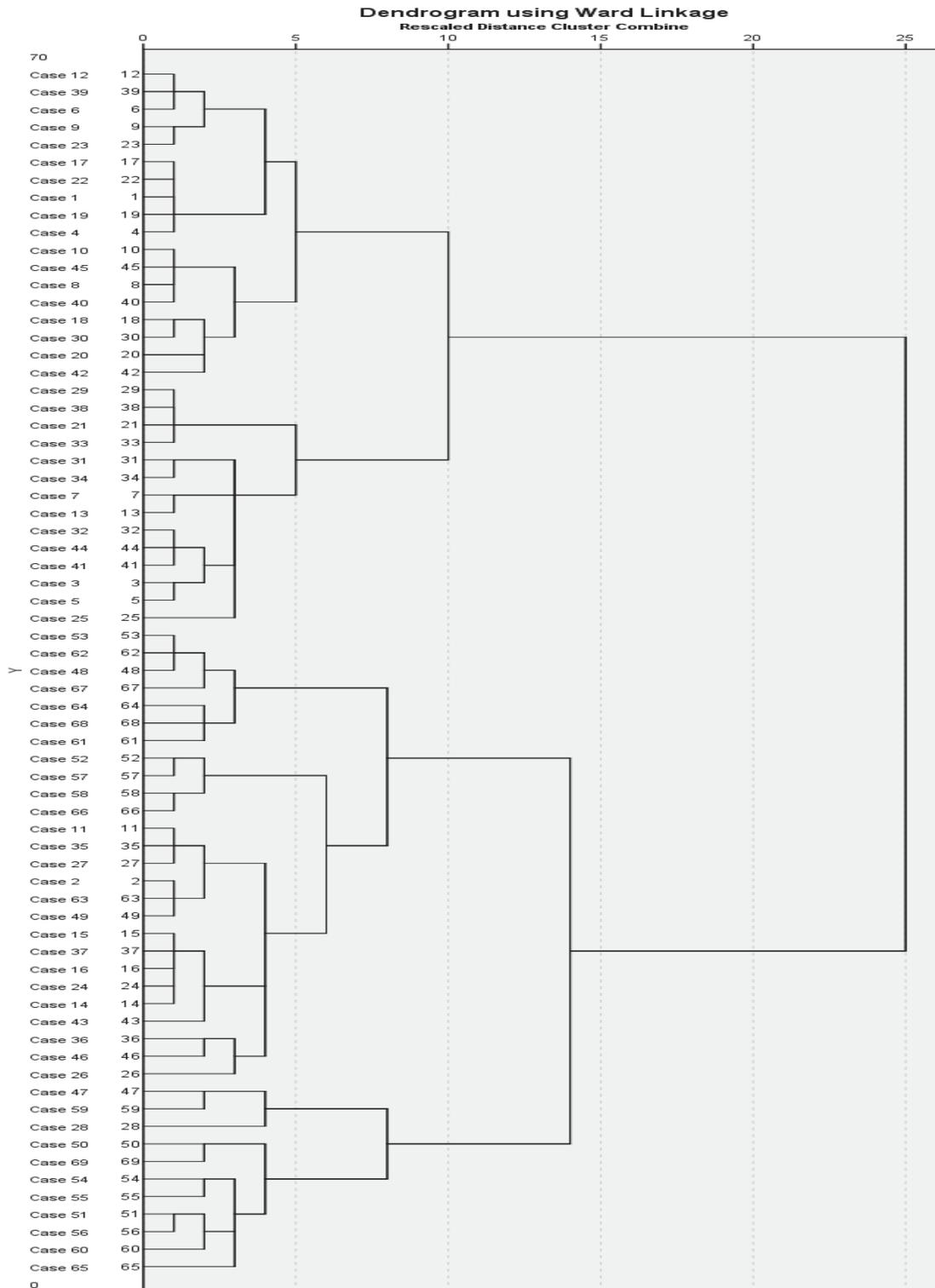
1. Alvarado L. Evaluación de la sustentabilidad de la producción orgánica del café a través de la medición de la eficiencia económica con variables ambientales. Lima: *Natura@economía*, 1(2), 91 – 110; 2013.
2. Arbieta E, Del Pozo M, Sheen E. Plan estratégico para la quinua del Perú. Tesis para optar el grado de Magister en Administración Estratégica de Empresas. Lima-Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2007.
3. Canahua A y Mujica A. Quinua: pasado, presente y futuro. Lima: Revista digital del año internacional de la quinua;2013.
4. Chauza L, Villa E. Análisis de conglomerados comparando el coeficiente de similaridad de Gower y el método de análisis factorial múltiple para el tratamiento de tablas mixtas. Trabajo para optar el título de Estadístico. Santiago de Cali – Colombia. Universidad de Valle; 2011.
5. Calisto J. Eficiencia económica de la producción de Maíz Blanco Gigante Cusco, en las provincias de Calca y Urubamba. Tesis para optar el grado de Economista. Lima-Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2010.
6. De la Cruz W. Complementación proteica de harina de trigo por harina de quinua y suero en pan de molde y tiempo de vida útil. Tesis para optar el grado de *Magíster Scientiae*. Lima – Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2009.
7. De los Ríos C. Eficiencia técnica en la agricultura peruana (caso del algodón Tanguis en los valles de Huaral, Cañete y Chincha). Lima: *Debate Agrario*, 40-41, 141-168; 2006.

8. Escobar G, Berdegué J. Tipificación de sistemas de producción agrícola. Santiago. Red internacional de metodología de investigación de sistemas de producción;1990.
9. Farrell M J. The measurement of productive efficiency. London: Journal of Royal Statistical Society, 120(3), 253-281; 1957.
10. FAO. La quinua: cultivo milenarios para contribuir a la seguridad alimentaria; 2011 – [Acceso 10 de enero 2014]. Disponible en: www.fao.org/alc/fileadmin/pubs/2011/cultivo_quinua_es.pdf
11. FAO. FAOSTAT- Producción agrícola; 2012 – [Acceso 13 de enero 2013]. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>
12. García E, Serrano C. Competitividad y eficiencia. Valencia: Estudios de Economía Aplicada, 21(3), 423-450; 2003.
13. Gamboa C, Mercado W. Comercialización de la quinua en las provincias de Chupaca y Jauja en la región Junín. Lima: Debate Agrario, 46, 93- 117; 2014.
14. Gómez L, Eguiluz A. Catálogo del banco de germoplasma de quinua. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina; 2011.
15. Jaime M, Salazar C. Participación y eficiencia técnica en la pequeña agricultura de la provincia de Ñuble. Concepción: HorizontesEmpresariales. 10, 9-20; 2011.
16. Koopmans T C. Activity analysis of production and allocation. New York: Wiley; 1951.

17. MINAGRI. Series históricas de producción agrícola – Compendio estadístico – [Acceso 20 de enero del 2014]. Disponible en: <http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/>.
18. Pérez C. Minería de datos. Madrid. International Thomson; 2007.
19. Prieto R. Técnicas estadísticas de clasificación, un ejemplo de análisis *cluster*. Monografía para obtener el título de Ingeniero Industrial. Pachuca – México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
20. Uriel E, Aldás J. Análisis multivariante aplicado. Madrid: International Thomson; 2005.
21. Salazar C, Novoa L, Jaime M. Participación y eficiencia técnica en la pequeña agricultura de la provincia del Ñuble (Región del Bio-Bio, Chile). Concepción: Horizontes empresariales 1, 9-23; 2011.
22. Smith A. Investigación de la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones. Londres: W. Strahan& T. Cadell; 1776.
23. Suca F, Suca C. Competitividad de la quinua. Una aplicación de Michael Porter. Lima: EUMED; 2008.

VII. ANEXOS

Anexo 1



Anexo 2

Encuesta a los productores de quinua en el Valle del Mantaro									
Fecha de la Encuesta:					Encuestador:				
Provincia :					Distrito:				
1 Nombre del productor :					2 Edad:				
3 Nivel de educación					4 Número años de experiencia en quinua				
5 Cual es la extensión de terreno que maneja (ha) :					6.¿ Cuanta extensión es de quinua?				
7 El terreno que usted conduce es : a Propio b. Alquilado c. Mixto (propio alquilado:)									
8 La extensión dedicada a quinua está bajo :					a. Riego b. Secano				
9. ¿Los abonos que utiliza para su cultivo son orgánicos o sintéticos?									
10. Utiliza agroquímicos para la producción de quinua									
11. Posee alguna certificación de que su cultivo es orgánico									
Superficie Cosechada ha	Pérdida ha	Producción Kg	Distribución de la Producción				Rendimiento Kg/ha	Precio de Venta S./	
			Venta kg	Almacena Kg	Consumo kg	Semillas Kg			
12. Calculo de insumos y costos en el proceso productivo de la quinua									
* Los insumos y costos de producción serán contestados en base a los incurridos en la extensión de una hectárea									
Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Sub total	Total				
Preparación de Terreno									
Arado	horas/ha								
Rastrado	horas/ha			-	-				
Surcado	horas/ha			-	-				
Siembra									
Aplicación de fertilizante	Jornal			-	-				
Siembra	Jornal			-	-				
Labores Agrícolas									
Deshierbo	Jornal			-	-				
Control fitosanitario	Jornal			-	-				
Cosecha									
Trilla	horas			-	-				
Insumos									
1 Semilla	Kg			-	-				

2 Agroquímicos					
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
3 Fertilizantes					
Urea	sacos			-	
Cloruro de Potasio	sacos			-	
Fosfato Diamónico	sacos			-	
Superfosfato Triple de Calcio	sacos			-	
Nitrato de Amonio	sacos			-	
Guano de Islas	sacos			-	
4 Otros costos					
Costales o envases	Número de costales			-	
Transporte al almacen	Numero de viajes			-	
Tasa de interes del financiam				-	
Alquiler del terreno	ha			-	
TOTAL					-
13 ¿El precio recibido por kg de quinua ha variado respecto del año anterior? Subió () Bajó () Igual ()					
14 A qué razón le atribuye? (1) Nuevos mercados (nacional, regional o local) (2) Nuevos productos transformados de la quinua (empresas transformadoras) (3) Hay mayor promoción de la quinua (4) Otros					
15 ¿Considera que el costo de producción de la quinua ha variado? Subió () Bajó () Igual ()					
16 A qué razón le atribuye? (1) Insumos (abonos, fertilizantes y semillas) (2) Maquinarias (alquiler) (3) Costo de la tierra (4) Otros					
17 Cuál es su expectativa a futuro del precio					
18 Piensa que el mercado va a estar igual, mejor o peor que este año?					

Anexo 3

DISTRITO	NOMBRE	EDAD	EDUCACION	AÑOS EXPERIENCIA	EXTENSION TERRENO ha	EXTENSION QUINUA ha	EXTENSION PROPIO ha	EXTENSION ALQUILADO ha	TIPO RIEGO	SUPERFICIE COSECHADA ha
Acolla	Alejandro Osorio Esteban	58	Secundaria Completa	20	2	1	0	2	Secano	1
Acolla	Alejandro Zamudio Ochoa	70	Primaria incompleta	30	7	1	2	5	Secano	1
Acolla	Amilcar Esteban Gamarra	35	Secundaria Completa	5	8	3	2	6	Secano	3
Acolla	Anibal Esteban Barzola	36	Secundaria Completa	10	4	2	1	3	Secano	2
Acolla	Anibal Hilario Osorio	45	Secundaria Incompleta	25	8	2	6	2	Secano	2
Acolla	Carlos Barzola Jacinto	39	Secundaria Completa	15	2	1	0.5	1.5	Secano	1
Acolla	Carlos Fierro Osorio	53	Secundaria Completa	20	3	1	1	2	Secano	2
Acolla	Cesar Ochoa Hilario	60	Primaria Completa	30	2	0.5	2	0	Secano	0.5
Acolla	Crisanto Hilario Dionisio	43	Secundaria Incompleta	15	2	0.5	1	1	Secano	0.5
Acolla	Diego Ramos Caro	60	Secundaria Incompleta	30	2	0.5	2	0	Secano	0.5
Acolla	Edwin Carraso Osler	38	Secundaria Incompleta	10	6	2	1	6	Secano	2
Acolla	Efrain Osorio Hilario	47	Secundaria Completa	10	4	1	0	4	Secano	1
Acolla	Elmer Pizarro Ore	43	Secundaria Incompleta	23	5	1	2	3	Secano	1
Sicaya	Manuel Gomez Rojas	63	Secundaria Completa	8	4	3	4	0	Riego y Secano	3
Sicaya	Miguel Zarate Canchucaja	58	Superior Completa	35	20	10	5	15	Riego y Secano	10
Sicaya	Oscar Navarro	73	Primaria Completa	8	2	1	2	0	Riego y Secano	1
Sicaya	Pedro Zarate	40	Superior Completa	25	4	1	4	0	Secano	1
Sicaya	Primitiva Serrón Molina	52	Primaria Completa	30	4	2	1	3	Secano	2
Sicaya	Raida Aliaga Baldeon	40	Secundaria Incompleta	15	5	2	4	1	Secano	2
Sicaya	Raul Matos Cangalaya	70	Superior Completa	50	5	2.5	5	0	Riego y Secano	2.5
Sicaya	Robert Roman Lozano	50	Superior Completa	15	1	1	0	1	Riego	1
Sicaya	Rosa Gutarro Zárate	36	Superior Incompleta	5	10	3	1.5	8.5	Riego y Secano	3
Sicaya	Rosa Napayco	58	Superior Completa	20	5	3	3	2	Riego y Secano	3
Sicaya	Ruben Sotomayor	49	Secundaria Completa	6	7	1	7	0	Secano	1
Sicaya	Samuel Santillan Leiva	47	Superior Incompleta	25	20	5	20	0	Riego y Secano	5

RENDIMIENTO kg	PRODUCCION kg	CONSUMO kg	SEMILLAS kg	PRECIO VENTA soles	ARADURA	CANTIDAD ARADURA	UNIDAD	C/U ARADURA	COSTO ARADURA	RASTRADO	CANTIDAD RASTRADO	UNIDAD
1400	1400	60	30	10	arado	2	ha	360	720	No lo realiza		
2000	3200	50	200	10	arado	1	ha	350	350	rastra	1	ha
2800	8580	40	60	9	arado	2	ha	360	720	No lo realiza		
1100	2200	70	70	11	arado	1	ha	360	360	rastra	1	ha
2000	4000	30	80	9.5	arado	1	ha	350	350	No lo realiza		
1000	1200	50	50	10	arado	1	ha	350	350	No lo realiza		
1600	3200	40	70	10	arado	1	ha	360	360	rastra	1	ha
1000	500	80	30	8	arado	1	ha	330	330	No lo realiza		
1200	600	30		9	arado	1	ha	360	360	No lo realiza		
1000	500			9	arado	1	ha	300	300	No lo realiza		
2000	4000	80	50	10	arado	1	ha	360	360	rastra	1	ha
1200	1200	40	40	10	arado	2	ha	360	720	rastra	1	ha
1600	1400	50	50	11	arado	1	ha	330	330	No lo realiza		
3200	10800	100	200	11	arado	2	ha	225	450	No lo realiza		
3000	30000	100	600	10	arado	3	ha	300	900	rastra	1	ha
2300	1500	50	50	8.5	arado	2	ha	300	600	rastra	1	ha
3000	3000	50		8	arado	2	ha	300	600	rastra	1	ha
2000	3000	50	120	8	arado	2	ha	270	540	rastra	1	ha
2300	4600	50	80	11	arado	2	ha	300	600	rastra	2	ha
2000	5000	50	100	7	arado	2	ha	300	600	Mano de Obra	12	jornales
3000	3000	0	0	12	arado	3	ha	300	900	No lo realiza		
3000	9000	200	300	12	arado	2	ha	300	600	No lo realiza		
2400	7200	150	350	9	arado	2	ha	300	600	No lo realiza		
1800	1800	40	60	9.5	arado	1	ha	300	300	rastra	1	ha
2500	12500	50	100	8.5	arado	3	ha	300	900	rastra	1	ha

C/U RASTRADO	COSTO RASTRADO	SURCADORA	CANTIDA SURCAD O	UNIDAD	C/U SURCADO	COSTOSURCAD O	SIEMBRA	CANTIDAD	UNIDAD	C/U SIEMBRA	COSTO SIEMBRA
		surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	4	jornales	27	108
175	175	surcadora	1	ha	175	175	Mano de Obra	3	jornales	32	96
		surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	4	jornales	25	100
180	180	surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	4	jornales	32	128
		surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	4	jornales	27	108
		surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	6	jornales	30	180
180	180	surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	6	jornales	35	210
		surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	4	jornales	28	84
		surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	3	jornales	30	90
		surcadora	1	ha	150	150	Mano de Obra	3	jornales	25	75
180	180	surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	6	jornales	30	180
180	180	surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	3	jornales	27	81
		surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	6	jornales	30	180
		Yunta	1	dia	100	100	Mano de Obra	4	jornales	40	120
150	150	surcadora	1	ha	150	150	Mano de Obra	6	jornales	35	210
210	210	Yunta	1	dia	100	100	Mano de Obra	2	jornales	40	80
180	180	surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	3	jornales	40	120
210	210	surcadora	1	ha	150	150	Mano de Obra	5	jornales	40	200
180	360	surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	5	jornales	30	150
40	480	surcadora	1	ha	210	210	Mano de Obra	4	jornales	40	160
		surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	5	jornales	35	175
		surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	2	jornales	30	60
		surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	6	jornales	40	240
210	210	surcadora	1	ha	210	210	Mano de Obra	6	jornales	35	210
180	180	surcadora	1	ha	180	180	Mano de Obra	8	jornales	35	280

DESHIERBO	CANTIDAD	UNIDAD	C/U DESHIERBO	COSTO DESHIERBO	CONTROL FITOSANITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	C/UCONTROL FITOSANITARIO	COSTO CONTROL FITO	TRILLA
Mano de Obra	30	jornales	27	810	Mano de Obra	4	jornales	30	120	Mano de Obra
Mano de Obra	30	jornales	32	960	Mano de Obra	6	jornales	35	210	Mano de Obra
Mano de Obra	35	jornales	27	945	Mano de Obra	4	jornales	30	120	Mano de Obra
Mano de Obra	27	jornales	32	768	Mano de Obra	2	jornales	35	70	Mano de Obra
Mano de Obra	30	jornales	27	810	Mano de Obra	5	jornales	30	150	Mano de Obra
Mano de Obra	30	jornales	30	900	Mano de Obra	6	jornales	30	180	Mano de Obra
Mano de Obra	50	jornales	30	1500	Mano de Obra	4	jornales	35	140	Mano de Obra
Mano de Obra	33	jornales	26	840	Mano de Obra	3	jornales	30	90	Mano de Obra
Mano de Obra	20	jornales	30	540	Mano de Obra	3	jornales	30	90	Mano de Obra
Mano de Obra	20	jornales	25	500	Mano de Obra	2	jornales	30	60	Mano de Obra
Mano de Obra	40	jornales	30	1200	Mano de Obra	4	jornales	35	140	Trilladora
Mano de Obra	24	jornales	27	648	Mano de Obra	4	jornales	30	120	Mano de Obra
Mano de Obra	42	jornales	30	1200	Mano de Obra	6	jornales	30	180	Mano de Obra
Mano de Obra	30	jornales	40	1200	Mano de Obra	4	jornales	40	160	Trilladora
Mano de Obra	60	jornales	35	2100	Mano de Obra	6	jornales	40	240	Trilladora
Mano de Obra	60	jornales	35	2100	Mano de Obra	1	jornales	40	40	Trilladora
Mano de Obra	33	jornales	30	600	Mano de Obra	3	jornales	40	120	Trilladora
Mano de Obra	40	jornales	40	1600	Mano de Obra	3	jornales	50	150	Trilladora
Mano de Obra	40	jornales	40	1600	Mano de Obra	2	jornales	40	80	Trilladora
Mano de Obra	40	jornales	40	1200	Mano de Obra	2	jornales	40	80	Trilladora
Mano de Obra	60	jornales	35	2100	Mano de Obra	8	jornales	40	320	Trilladora
Mano de Obra	48	jornales	30	1440	Mano de Obra	2	jornales	40	80	Trilladora
Mano de Obra	35	jornales	40	1200	Mano de Obra	2	jornales	40	80	Trilladora
Mano de Obra	20	jornales	35	700	Mano de Obra	2	jornales	40	80	Trilladora
Mano de Obra	40	jornales	35	1400	Mano de Obra	6	jornales	40	240	Trilladora

CANTIDAD	UNIDAD	C/U TRILLA	COSECHA	CANTIDAD	UNIDAD	C/U COSECHA	COSTO COSECHA	SEMILLA	CANTIDAD	UNIDAD	C/U SEMILLA	COSTO SEMILLA
			Mano de Obra	20	jornales	27	540	Semilla	22	kg	12	264
			Mano de Obra	20	jornales	32	640	Semilla	18	kg	17	306
			Mano de Obra	22	jornales	30	660	Semilla	24	kg	15	360
			Mano de Obra	22	jornales	32	640	Semilla	22	kg	12	264
			Mano de Obra	20	jornales	30	600	Semilla	22	kg	18	396
			Mano de Obra	20	jornales	30	600	Semilla	30	kg	11	330
			Mano de Obra	30	jornales	30	900	Semilla	36	kg	13	468
			Mano de Obra	20	jornales	30	600	Semilla	15	kg	13	195
			Mano de Obra	24	jornales	27	540	Semilla	30	kg	13	390
			Mano de Obra	20	jornales	25	500	Semilla	15	kg	12	180
1	ha	500	Mano de Obra	2	jornales	35	570	Semilla	20	kg	13	260
			Mano de Obra	22	jornales	30	660	Semilla	35	kg	12	420
			Mano de Obra	24	jornales	30	660	Semilla	33	kg	12	396
1	ha	540	Mano de Obra	3	jornales	40	620	Semilla	30	kg	15	450
1	ha	580	Mano de Obra	2	jornales	40	660	Semilla	20	kg	15	300
1	ha	700	Mano de Obra	2	jornales	40	780	Semilla	30	kg	15	450
1	ha	450	Mano de Obra	2	jornales	40	530	Semilla	20	kg	15	300
1	ha	480	Mano de Obra	3	jornales	40	600	Semilla	30	kg	15	450
1	ha	400	Mano de Obra	3	jornales	40	520	Semilla	20	kg	12	240
1	ha	450	Mano de Obra	2	jornales	40	530	Semilla	25	kg	10	250
1	ha	450	Mano de Obra	3	jornales	40	570	Semilla	30	kg	13	390
1	ha	480	Mano de Obra	2	jornales	40	560	Semilla	30	kg	14	420
1	ha	450	Mano de Obra	2	jornales	40	570	Semilla	45	kg	15	675
1	ha	500	Mano de Obra	3	jornales	40	620	Semilla	25	kg	15	375
1	ha	540	Mano de Obra	2	jornales	40	620	Semilla	30	kg	12	360

UREA	CANTIDAD	UNIDAD	C/U UREA	COSTO UREA	CLORURO POTASIO	CANTIDAD	UNIDAD	C/U CLORURO POTASIO	COSTO CLORURO POTASIO	FOSFATO DIAMONICO	CANTIDAD	UNIDAD	C/U FOSFATO DIAMONICO	COSTO FOSFATO DIAMONICO
urea	3	sacos	70	210										
urea	4	sacos	75	300						fosfato diamónico	4	sacos	96	384
urea	2	sacos	78	156						fosfato diamónico	1	sacos	95	95
urea	1	sacos	78	78										
urea	2	sacos	75	150										
urea	4	sacos	75	300										
urea	4	sacos	78	312						fosfato diamónico	1	sacos	98	98
urea	2	sacos	75	150										
urea										fosfato diamónico	1	sacos	96	96
urea	2	sacos	72	144										
urea	6	sacos	72	432						fosfato diamónico	3	sacos	97	291
urea										fosfato diamónico	1	sacos	96	96
urea	3	sacos	78	234										
urea														
Urea	5	sacos	75	375	cloruro potasio	4	sacos	85	340	fosfato diamónico	9	sacos	95	855
Urea	6	sacos	72	432	cloruro potasio	2	sacos	95	190	fosfato diamónico	6	sacos	95	570
Urea	5	sacos	85	425	cloruro potasio	2	sacos	90	180	fosfato diamónico	3	sacos	105	315
Urea										fosfato diamónico	6	sacos	106	636
Urea														
Urea	3	sacos	75	225	cloruro potasio	2	sacos	85	170	fosfato diamónico	6	sacos	96	576
Urea	8	sacos	70	560						fosfato diamónico	3	sacos	96	288
Urea	6	sacos	78	468						fosfato diamónico	6	sacos	98	588
Urea	4	sacos	75	300	cloruro potasio	1	sacos	70	70	fosfato diamónico	2	sacos	98	196
Urea	2	sacos	70	140	cloruro potasio	4	sacos	84	336	fosfato diamónico	6	sacos	94	564
Urea	6	sacos	75	450	cloruro potasio	6	sacos	85	510	fosfato diamónico	6	sacos	96	576

COMPMASTER	CANTIDAD	UNIDAD	C/UCOMPMASTER	COSTOCOMPMASTER	NUMERO_COSTALES	CANTIDAD	C/U COSTALES	COSTOCOSTALES
					numero de costales	20	1	20
					numero de costales	30	1.2	36
					numero de costales	30	1.2	36
					numero de costales	15	1.5	22.5
					numero de costales	20	1.2	24
					numero de costales	20	1.2	24
					numero de costales	20	1.2	24
					numero de costales	20	1.5	30
					numero de costales	12	1.5	18
					numero de costales	20	1.2	24
					numero de costales	20	1.5	30
					numero de costales	15	1.2	18
					numero de costales	15	1.5	22.5
Mezcla Compomaster	10	sacos	100	1000	numero de costales	60	1	60
					numero de costales	30	1	30
					numero de costales	30	1	30
					numero de costales	50	1	50
					numero de costales	30	1	30
Mezcla Compomaster	6	sacos	95	570	numero de costales	40	1	40
					numero de costales	50	1	50
					numero de costales	40	1	40
					numero de costales	42	1	42
					numero de costales	30	1	30
					numero de costales	30	1	30
					numero de costales	40	1	40

TRANSPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO_TRANSPORTE	ALUIER_HA	VALOR_AGROQUÍMICOS	COSTO_TOTAL	CLUSTER
transporte	1	viaje	50	800	300	4122	Pequeño
transporte	1	viaje	50	3000	300	6982	Mediano
transporte	1	viaje	60	1000	350	4782	Pequeño
transporte	1	viaje	50	800	100	3641	Pequeño
transporte	1	viaje	70	1200	500	4538	Pequeño
transporte	1	viaje	60	1300	400	4804	Pequeño
transporte	1	viaje	60	1000	300	5732	Pequeño
transporte	1	viaje	50	900	150	3599	Pequeño
transporte	1	viaje	50	1200	250	3804	Pequeño
transporte	1	viaje	50	800	100	2883	Pequeño
transporte	1	viaje	70	1200	400	5493	Mediano
transporte	1	viaje	50	1400	300	4873	Pequeño
transporte	1	viaje	70	1200	350	5003	Pequeño
transporte	1	viaje	50	1200	400	5810	Mediano
transporte	1	viaje	60	1000	600	7970	Grande
transporte	1	viaje	60	3000	700	9342	Grande
transporte	1	viaje	50	1000	95	4745	Mediano
transporte	1	viaje	60	1200	400	6226	Mediano
transporte	1	viaje	80	3000	500	7920	Mediano
transporte	1	viaje	50	2500	280	7361	Mediano
transporte	1	viaje	70	1500	1200	8293	Grande
transporte	1	viaje	60	3000	250	7748	Mediano
transporte	1	viaje	50	2500	100	6791	Mediano
transporte	1	viaje	60	3000	300	7135	Mediano
transporte	1	viaje	100	1500	1500	8836	Grande