

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE



**“SOSTENIBILIDAD DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE
KIWICHA (*Amaranthus caudatus* L.) EN LAS PROVINCIAS DE
YUNGAY, HUAYLAS Y CARHUAZ, ANCASH”**

Presentada por:

RHODES LEOPOLDO MEJÍA VALVAS

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE *DOCTORIS*

***PHILOSOPHIAE* EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

Lima - Perú

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE

**“SOSTENIBILIDAD DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE
KIWICHA (*Amaranthus caudatus L.*) EN LAS PROVINCIAS DE
YUNGAY, HUAYLAS Y CARHUAZ, ANCASH”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE

Doctoris Philosophiae (Ph. D.)

Presentada por:

RHODES LEOPOLDO MEJÍA VALVAS

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Alexander Rodríguez Berrio
PRESIDENTE

Dra. Luz Gómez Pando
ASESORA

Dr. Jorge Jiménez Dávalos
MIEMBRO

Dr. Félix Camarena Mayta
MIEMBRO

Ph.D. Sergio Eduardo Contreras Liza
MIEMBRO EXTERNO

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía en todas mis acciones

A mi esposa por su comprensión, amor y acompañamiento en todo el proceso del presente trabajo de tesis.

A mis hijos, por su apoyo y colaboración y ser la motivación de mi constante superación

A mi madre, hermanas, y familia por su colaboración en todos los procesos que demandó la conducción de etapa experimental del presente trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

A la Dra. Luz Gómez Pando, patrocinadora de la presente tesis por su invaluable contribución en el desarrollo de la presente investigación

Al Programa de Cereales y Granos Nativos de la UNALM, por el apoyo en el análisis de la calidad de las muestras de granos de kiwicha a través del Proyecto VLIR -UNALM “Proyecto 2: Desarrollo de cadenas de valor para la conservación y mejora de la biodiversidad de los medios de vida rurales”

Al Dr. Félix Camarena Mayta, miembro del Comité Concejero, quien me ayudó a entender y valorar la agro-biodiversidad de los agroecosistemas. Además de sus consejos y asesoría para culminar la presente tesis.

Al Dr. Jorge Jiménez Dávalos, miembro del comité consejero, por sus aportes y comentarios en el desarrollo de la investigación

Agradecimiento especial, Al Dr. Alberto Julca Otiniano, Coordinador del Programa de Doctorado de Agricultura Sustentable, por su enseñanza y la transferencia de conocimientos y experiencias que han fortalecido mis competencias profesionales

Mil gracias a mis compañeros del Programa de Doctorado de Agricultura Sustentable, por sus opiniones y aportes durante los seminarios de investigación, los cuales han permitido mejorar la redacción de los resultados obtenidos en la investigación.

Al PhD, Rember Pinedo por su invaluable contribución, durante todo el desarrollo de la investigación.

Al personal administrativo del programa de Doctorado de Agricultura Sustentable y de la EPG por su colaboración y apoyo en todos los trámites durante el desarrollo del plan de estudios del PDAS-UNALM.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	Clasificación Taxonómica de la kiwicha	3
2.2.	Nombres comunes.....	5
2.3.	Importancia del cultivo de kiwicha.....	5
2.4.	Descripción del cultivo de kiwicha.....	7
2.5.	Sistemas de Producción	7
2.5.1.	Agricultura Convencional.....	9
2.6.	Agricultura sustentable	10
2.7.	Agricultura familiar	12
2.9.	Sostenibilidad.....	15
2.10.	Caracterización.....	16
2.10.1.	Características de los sistemas agrícolas	17
2.10.2.	Herramientas de caracterización participativa.....	17
2.11.	Unidades agro ecológicas.....	18
2.12.	Tipología de los agricultores.....	18
2.13.	Tipología de agricultores agropecuarios en el Perú	19
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1.	Caracterización de las unidades de producción del cultivo de kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) en las provincias de Yungay, Huaylas y Carhuaz –Ancash..	30
4.1.1.	Características de la población encuestada.....	30
4.2.	Determinación del efecto de la fertilización en caracteres agronómicos y de calidad de variedades de kiwicha cultivadas en la zona de estudio	39
4.3.	Caracteres Agronómicos.....	39
4.3.1.	Altura de Planta (cm).....	40

4.3.2.	Floración (días).....	40
4.3.3.	Maduración (días).....	41
4.3.4.	Rendimiento de granos (kg/ha)	41
4.3.5.	Caracteres de Calidad	44
4.3.6.	Peso de 1000 granos (g)	45
4.3.7.	Proteína del grano (%).....	45
4.4.	Evaluación de la Sostenibilidad Económica, Ambiental y Social de las Unidades de Producción que Cultivan Kiwicha	47
4.4.1.	Sostenibilidad económica.....	47
4.4.2.	Sustentabilidad ambiental.....	50
4.4.3.	Sostenibilidad social.....	53
4.5.	Análisis de Índice de Sustentabilidad General (ISGen).....	55
V.	CONCLUSIONES	58
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
VIII.	ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Ubicación, población y descripción geográfica de las zonas de estudio del departamento de Ancash,	23
Tabla 2	Variables en estudio seleccionadas para la caracterización de las unidades productivas de kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L) de zonas seleccionadas del departamento de Ancash	24
Tabla 3	Variedades y niveles de fertilización utilizados en el experimento	26
Tabla 4	Muestra calculada proporcionalmente por comunidad estudiada en las provincias de Huaylas, Yungay y Carhuaz del departamento de Ancash	27
Tabla 5	Indicadores y subindicadores económicos, ambientales y sociales	28
Tabla 6	Matriz de componente rotado con Método de Extracción: análisis de componentes principales, Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser	34
Tabla 7	Agrupamiento de variables sociales de productores tipificados minifundistas pequeños y medianos por distritos	35
Tabla 8	Caracterización de área de siembra, costo de producción e ingresos de los productores de kiwicha por estrato y por área de estudio. (Cifras en PEN)	37
Tabla 9	Cuadrados medios de altura de planta (cm), rendimiento, días a la floración y días a la maduración de tres variedades de kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) con tres niveles de fertilización en condiciones de Mato – Yungay. Campaña 2018	38
Tabla 10	Valores medios y Prueba de Comparación de medias (Duncan al 0,05) de altura de planta (cm), rendimiento (kg ha ⁻¹), días a la floración y días a la maduración de kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) en tres niveles de fertilización y en promedio de tres variedades en condiciones de Mato – Yungay. Campaña 2018	39
Tabla 11	Valores medios y Prueba de Comparación de medias (Duncan al 0,05) de altura de planta (m), rendimiento (kg ha ⁻¹), días a la floración y días a la maduración de tres variedades de kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) en promedio de tres niveles de fertilización en condiciones de Mato – Yungay. Campaña 2018/19.	42

- Tabla 12 Cuadrados medios de peso de 1000 granos (g) y porcentaje de proteínas de 44 granos de tres variedades de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) con tres niveles de fertilización en condiciones de Mato –Yungay. Campaña 2018/19.
- Tabla 13 Valores medios y Prueba de Comparación de medias (Duncan al 0,05) de 44 peso de mil granos (g) y contenido de proteína del grano (%) de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) con tres niveles de fertilización y en promedio de tres variedades en condiciones de Mato –Yungay. Campaña 2018/19
- Tabla 14 Valores medios y Prueba de Comparación de medias (Duncan al 0,05) 46 peso de mil granos (g) y contenido de proteína del grano (%) de tres variedades de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en promedio de tres niveles de fertilización en condiciones de Mato –Yungay. Campaña 2018/19.
- Tabla 15 Tabla 15: Valores medios y Prueba de Comparación de medias (Duncan al 46 0,05) peso de mil granos (g) y contenido de proteína del grano (%) de tres variedades de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) en promedio de tres niveles de fertilización en condiciones de Marcara –Carhuaz. Campaña 2018/19.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Serie Histórica de la Superficie, Rendimiento y Producción de la Kiwicha en la Región Ancash 1990-2014 (OEE-MINAGRI 2016)	6
Figura 2	Ubicación y porcentajes de agricultores con cultivo de kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) entrevistados en las diferentes localidades de estudio, Ancash 2016 - 2017,	22
Figura 3	Distribución porcentual de la población de hombres y mujeres en las tareas de manejo de las unidades productivas de kiwicha en la zona de estudio. Departamento de Ancash 2016-2017,	30
Figura 4	Grupos de productores de Kiwicha clasificados por edad en las Provincias de Yungay, Huaylas y Carhuaz. Ancash 2016-2017	31
Figura 5	Lugar de residencia de los productores de kiwicha en las Provincias de Yungay, Huaylas y Carhuaz, Ancash 2018.	31
Figura 6	Porcentaje de área dedicada a los diferentes cultivos de importancia en Santa Cruz, Huaylas, Departamento de Ancash	33
Figura 7	Dendograma de tipificación: minifundio, pequeños y medianos productores de kiwicha en la zona de estudio del departamento de Ancash.	34
Figura 8	Niveles de los subindicadores económicos	36
Figura 9	Niveles de sostenibilidad económica en las comunidades de Mato, Pariahuanca, Santa Cruz, Yungay y Tinco, Ancash 2018.	48
Figura 10	Niveles de sostenibilidad ambiental en las comunidades de Mato, Yungay y Santa Cruz, Ancash 2018.	49
Figura 11	Valor de los subindicadores ambientales en las comunidades de Mato, Pariahuanca, Santa cruz Yungay y Tinco, Ancash 2018	51
Figura 12	Niveles de sostenibilidad social en las comunidades de Mato, Pariahuanca, Santa Cruz, Yungay y Tinco. Ancash 2018.	52
Figura 13	Valores de los subindicadores de la dimensión social en las comunidades de Mato, Yungay y Santa Cruz, Ancash, 2018	53

Figura 14 Valor de los Indicadores Económicos (IK), Indicadores Ambiental (IA), 55
Indicadores Sociales (IS) e Índice de Sostenibilidad General (ISG) de la
producción de kiwicha, en las comunidades de Mato, Yungay y Santa Cruz,
Ancash 2018.

Figura 15 Valor de los Indicadores Económicos (IK), Indicador Ambiental (IA), 56
Indicadores Sociales (IS) e Índice de Sostenibilidad General (ISG) de la
producción de kiwicha, en las comunidades de Mato, Yungay y Santa Cruz,
Ancash 2019.

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO1: ANALISIS DE SUELOS.....	74
---------------------------------	----

RESUMEN

El cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) es un cultivo importante, aún subutilizado, con valor nutritivo y económico y cuya revaloración se inicia en la década de los 80, iniciándose su reintroducción a los sistemas agrícolas de la sierra del Perú. El presente trabajo tuvo tres objetivos: (i) realizar un diagnóstico sobre las características de los sistemas productivos de pequeña escala de kiwicha de las provincias de Yungay Huaylas y Carhuaz, región Ancash; (ii) evaluar el comportamiento agronómico y la calidad de tres variedades de kiwicha (Oscar Blanco, Centenario y Caracino) con tres niveles de fertilización y (iii) determinar el índice general de sostenibilidad económica, ambiental y social empleando técnicas estadísticas de análisis multicriterio. La información para el objetivo 1 fue obtenida de fuentes primarias (encuestas, entrevistas) y secundarias y se analizó agrupando variables cualitativas y cuantitativas, y empleando técnicas estadísticas y análisis multidimensional. Para el objetivo 2 se estudió la respuesta de variedades y niveles de fertilización con el Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA) con un arreglo factorial y cuatro repeticiones. Para el análisis de sostenibilidad se utilizó un método de análisis multidimensional, 10 indicadores y 24 sub-indicadores, los que fueron agrupados en la dimensión económica, ambiental y social. Se identificaron tres tipos de productores: productores de minifundio que tienen en promedio 0,42 ha y manejan como cultivo principal 0,14 ha de kiwicha y cultivo secundario 0,17 ha; pequeños productores poseen 0,53 ha y siembran una superficie de 0,30 ha de kiwicha con una media de 0,43 ha como cultivo secundario y los medianos productores que poseen una media de 6,13 ha y cultivan 1,87 ha de kiwicha; asimismo, manejan 0,63 ha como cultivo secundario. Los ingresos netos mensuales de los medianos productores alcanzan PEN 493,50, mayor al de los pequeños y los agricultores de minifundio que obtienen ingresos netos mensuales de PEN. 178,47 y PEN 130,20 respectivamente. En el estudio de niveles de fertilización, y variedades, los valores observados, en general, no difieren significativamente tanto a nivel de dosis como de variedades. En la dosis de 120-100-80 de NPK se encontraron los valores más altos para rendimiento igual a 2235.12 kg ha⁻¹. Las tres variedades sembradas, en promedio de los niveles de fertilizantes, tienen rendimientos similares Caracino con 2208.3 kg ha⁻¹, Centenario con 2196.4 y Oscar Blanco con 1933.3. kg ha⁻¹. La variedad Oscar Blanco destaca por su mayor contenido de proteína de grano igual a 15.39. En el análisis de sostenibilidad, en la dimensión económica, las medias ponderadas de los Indicadores

Económicos (IK) para las comunidades de Mato, Pariahuanca, Santa Cruz, Tinco y Yungay alcanzaron los siguientes valores 2.05, 1.84, 2.50, 2.10 y 2.02, respectivamente y fueron inferiores a la escala del Umbral Mínimo de Sostenibilidad (UM). La media ponderada de los indicadores ambientales (IA) para las mismas comunidades fueron 2.69, 2.37, 3.09, 2.56 y 2.33 y solo en la comunidad de Santa Cruz alcanzó a superar el umbral mínimo. En el indicador social (IS), las media ponderadas para las comunidades de Mato, Pariahuanca, Santa Cruz y Tinco fueron iguales a 2.80, 2.84, 2.93, 2.80 y solo en Yungay fue ligeramente mayor al umbral mínimo con 3.03. Los valores del Índice de Sustentabilidad General (ISG) fueron 2.51, 2.35 y 2.84, 2.49 y 2.46 para las comunidades de Mato, Pariahuanca, Santa Cruz, Yungay y Tinco; respectivamente y muestran que las unidades agrícolas que incluyen en su plan de cultivo a la kiwicha no son sustentables en las cinco comunidades antes mencionadas para el presente estudio.

Palabras Claves: kiwicha, agricultura familiar, fertilización, sistemas de producción, sostenibilidad

ABSTRACT

Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) is an important crop, still underutilized, with nutritional and economic value and whose revaluation begins in the 80s, beginning its reintroduction to the agricultural systems of the highland of Peru. The present work had three objectives: (i) to make a diagnosis of the characteristics of the small-scale production systems of kiwicha in the provinces of Yungay Huaylas and Carhuaz, Ancash region; (ii) to evaluate the agronomic behavior and quality of three varieties of kiwicha (Oscar Blanco, Centenario and Caracino) with three levels of fertilization (iii) to determine the general index of economic, environmental and social sustainability using statistical techniques of multicriteria analysis. The information for objective 1 was obtained from primary (surveys, interviews) and secondary sources and analyzed by grouping qualitative and quantitative variables, and using statistical techniques and multidimensional analysis. For objective 2, the response of varieties and fertilization levels was studied with the Randomized Complete Block Design (DBCA) with a factorial arrangement and four repetitions. For the sustainability analysis it was used a multidimensional analysis method, 10 indicators and 24 sub-indicators, which were grouped in the economic, environmental and social dimension. Three types of producers were identified: smallholders who have an average of 0.42 ha and manage 0.14 ha of kiwicha as a main crop and 0.17 ha secondary crop; small producers own 0.53 ha and plant an area of 0.30 ha of kiwicha with an average of 0.43 ha as a secondary crop and medium producers who own an average of 6.13 ha and cultivate 1.87 ha of kiwicha ; they also handle 0.63 ha as a secondary crop. The monthly net income of medium-sized producers reaches PEN 493.50, higher than that of small and smallholder farmers who obtain monthly net income from PEN. 178.47 and PEN 130.20 respectively. In the study of levels of fertilization, and varieties, the observed values, in general, do not differ significantly both in dose and variety levels. The highest values for yield equal to 2235.12 kg ha⁻¹ ha were found in the 120-100-80 dose of NPK. The three varieties planted, on average fertilizer levels, have similar yields Caracino with 2208.3 kg ha⁻¹, Centenario with 2196.4 and Oscar Blanco with 1933.3 kg ha⁻¹. The Oscar Blanco variety stands out for its higher grain protein content equal to 15.39. In the sustainability analysis, in the economic dimension, the media of the Economic Indicators (IK) for the communities of Mato, Pariahuanca, Santa Cruz, Tinco and Yungay reached the following values 2.05, 1.84, 2.50, 2.10 and 2.02, respectively and were lower than the Minimum Sustainability

Threshold (UM) scale. The media of the environmental indicators (AI) for the same communities were 2.69, 2.37, 3.09, 2.56 and 2.33 and only in the community of Santa Cruz did it exceed the minimum threshold. In the social indicator (IS), the media for the communities of Mato, Pariahuanca, Santa Cruz and Tinco were equal to 2.80, 2.84, 2.93, and 2.80 and only in Yungay was slightly higher than the minimum threshold with 3.03. The values of the General Sustainability Index (ISG) were 2.51, 2.35 and 2.84, 2.49 and 2.46 for the communities of Mato, Pariahuanca, Santa Cruz, Yungay and Tinco; respectively and showed that the agricultural units that include kiwicha in their cultivation plan are not sustainable in the five communities mentioned above for the present study.

Keywords: kiwicha, family farming, fertilization, production systems, sustainability.

I. INTRODUCCIÓN

La kiwicha (*Amaranthus caudatus*) es una especie nativa que se cultiva en los valles de la región alto andina y en áreas muy pequeñas destinadas mayormente al autoconsumo, generalmente asociados con el maíz y en zonas marginales (Sumar, 1986; Hernández y León 1994; Miñano, 2015). Es la única especie de Amaranto que se cultiva a altitudes mayores de 2.500 msnm (Espitia *et al*, 2010). En el Perú fue cultivada desde tiempos prehispanicos como parte de la dieta alimenticia de los antiguos peruanos. La kiwicha tiene alto valor nutritivo (Matías *et al.*, 2018), debido a la calidad de su proteína y a su buen contenido de carbohidratos, grasa y minerales (Ayala *et al.*, 2013; Velástegui-Espín *et al.*, 2018).

El reconocimiento de su valor nutritivo, la promoción de su cultivo y el incremento de su demanda como un producto de exportación no tradicional se inicia en la década de los 80 aumentando su cultivo en diferentes regiones del Perú (MINAGRI, 2016a). Su cultivo dentro del sistema de agricultura familiar puede significar mejorar la calidad nutritiva de la dieta alimenticia y por otro lado contribuir a incrementar la rentabilidad por su alto precio y su demanda en mercados internacionales.

La producción de kiwicha, en el Perú, el año 2017 alcanzó 2692 t en 1428 ha con un rendimiento promedio nacional de 1885 kg ha⁻¹. Los departamentos con mayor área de siembra de kiwicha en el año 2017 fueron Apurímac con 663 ha Cusco con 247 ha, Ancash con 162 ha, Ayacucho con 147 ha y Arequipa con 128 ha (MINAGRI, 2019).

La kiwicha, en condiciones del Perú se maneja en diferentes sistemas de cultivo. Desde aquellos tradicionales y totalmente orgánicos orientados al autoconsumo, donde normalmente no se aplica fertilizantes; por lo tanto, los rendimientos son relativamente bajos hasta aquellos totalmente convencionales orientados a la exportación con tecnología media y con insumos externos principalmente agroquímicos con mejores rendimientos. Entre ellos también figura la producción orgánica con procesos de certificación, también orientados a la exportación.

FAO (2011) señala que el sistema tradicional de los cultivos nativos sub utilizados, con potencial, deben ser mejorados con buenas practicas agronómicas y con decisiones políticas para elevar el valor de los niveles de sostenibilidad en términos económicos, ambientales, sociales e institucionales de la agricultura de pequeña escala (Maletta, 2017). Entre las prácticas agronómicas importantes figura, el manejo de la fertilización, y muchos estudios han demostrado el efecto benéfico en la productividad y calidad de la kiwicha. La mejora de la disponibilidad de nutrientes en los suelos con abonamiento orgánico y/o fertilizantes químicos pueden ser alternativas viables si son utilizados racionalmente considerando el medio ambiente y la sostenibilidad (Miñano, 2015; Velástegui-Espín et al., 2018). Por otro lado, toda actividad agrícola debe llevar a rendimientos y calidad mejores para mantener niveles aceptables de rentabilidad para ser sostenible (Sarandón, 2002; Sarandón y Flores, 2014).

De acuerdo a Sarandón (2002) la agricultura sostenible debe cumplir satisfactoria y simultáneamente con los siguientes requisitos; (1) ser suficientemente productiva, (2) ser económicamente viable, (3) ser ecológicamente adecuada (que conserve la base de los recursos naturales y que preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global y, (4) ser cultural y socialmente aceptable. Los niveles de sostenibilidad de los cultivos de acuerdo a la tipología y sistemas de producción se miden con indicadores económicos, ambientales y sociales (Pinedo et al., 2017a). Sarandón (2002), plantea una propuesta metodológica en el uso de indicadores económicos, ambientales y sociales para definir un índice general de sostenibilidad. Esta metodología permite identificar los puntos relevantes y puntos críticos de los sistemas de producción, establece un umbral mínimo de sostenibilidad de acuerdo a una escala previamente establecida.

La presente investigación se realizó teniendo como objetivo general: evaluar la sostenibilidad de las unidades de producción que cultivan kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en las provincias de Yungay, Huaylas, Carhuaz (Ancash). Los objetivos específicos fueron tres: 1) caracterizar las unidades de producción que cultivan kiwicha en las provincias de Yungay y Huaylas, Carhuaz; 2) determinar el efecto de la fertilización en caracteres agronómicos y de calidad de variedades de kiwicha cultivadas en la zona de estudio y 3) Evaluar la sostenibilidad económica, ambiental y social de las unidades de producción que cultivan kiwicha.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) es una especie nativa que se cultiva en áreas muy pequeñas destinadas mayormente al autoconsumo en los valles de la región alto andina (Hernández y León 1994, Miñano, 2015).

La kiwicha fue revalorada a partir de la década de los 80 por su valor nutritivo, debido a la calidad de su proteína y a su buen contenido de carbohidratos, grasa y minerales (Ayala et al., 2013; Velástegui-Espín et al., 2018; Jiménez-Esparza et al., 2018). Por su valor agronómico que se caracteriza por su rusticidad que le permite prosperar en suelos pobres, su crecimiento rápido, su tolerancia a la sequía y altas temperaturas (Romero et al., 2017).

Estas características nutritivas y agronómicas de la kiwicha, hacen que se la considere como una especie alternativa importante para reducir los daños producidos por el cambio climático y para mejorar la rentabilidad y nutrición familiar. Al respecto Ayala et al. (2013) afirma que es una opción para zonas de temporal, pues se adapta a condiciones ambientales adversas y es rentable. En el Perú, tiene grandes posibilidades productivas, en valles de la Sierra con altitud no mayor a 2800 msnm, alta luminosidad, poca lluvia (Jiménez-Esparza et al., 2018).

2.1. Clasificación Taxonómica de la kiwicha

De acuerdo con la clasificación taxonómica propuesta por Integrated Taxonomic Information System (ITIS, s.f.), clasificación taxonómica de la kiwicha es el siguiente:

División: *Tracheophyta*
Sub División: *Spermathophytina*
Clase : *Magnoliopsida*
Subclase : *Caryophyllidae*
Orden : *Caryophyllales*
Familia : *Amaranthaceae*

Género : *Amaranthus*
Sección : *Amaranthus*
Especie : *Amaranthus caudatus* Linneo

El género *Amaranthus* tiene más de 70 especies de las cuales la mayoría son nativas de América y solo 15 especies provienen de Europa, Asia y Australia.

Entre las principales figuran:

- *Amaranthus cruentus* L.: es originaria de México y Centroamérica, donde se cultiva principalmente para obtener grano. En tiempos precolombinos *A. cruentus* se distribuía desde el Norte de México a América Central
- *Amaranthus hypochondriacus* L.: procedente de la parte central de México, se cultiva para obtener grano; conocida como “huautli” por los aztecas tuvo mucha importancia en la alimentación de ese pueblo; tanto que Fray Bernardino de Sahagún menciona que existía el festival del “huautli” y se utilizaba en algunas ceremonias religiosas. *A. hypochondriacus* compartía su distribución con *A. cruentus*.
- *Amaranthus caudatus* L.: se cultiva en la región de los Andes para el consumo de grano en pequeñas parcelas y aparentemente en muchos casos se le confundió con la quinua. Tellung (1914) publicó un informe de Spegazzini, indicando que “los indios Chiriguano de Tarija en Bolivia cultivan un amaranto de semilla blanca, bajo el nombre de “grano inka”.

Estudios realizados con la técnica de RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) sugieren que las especies *A. hypochondriacus* y *A. caudatus* son genéticamente más cercanas entre sí a pesar de haberse originado en áreas diferentes (Transue, *et al.*, 1994), Cook en el año de 1925 descubrió semillas de amaranto llamada “quihiucha”, en asentamientos existentes en el valle de Urubamba cerca de Ollantaytambo. Posteriormente el mismo autor describe que esta especie se cultivaba en los valles templados cercanos a Ollantaytambo y que los campesinos hacían reventar el grano, igual que el maíz. Los primeros estudios botánicos se realizaron en Cusco, por el profesor José S. Barranca, quien en 1892 lo incluye en la lista de plantas feculentas propias del Perú y la denomina erróneamente *Chenopodium chita*.

2.2. Nombres comunes

El amaranto (*Amaranthus caudatus L.*), recibe diferentes nombres en diferentes zonas, siendo conocido en la región andina del Perú como kiwicha en el Cusco, achita en Ayacucho, achis en Ancash, coyo en Cajamarca y qamaya en Arequipa, En Bolivia se denomina coimi, millmi en Argentina; y un tipo de amaranto de color oscuro se llama sangorache en Ecuador (Chagaray, 2005).

2.3. Importancia del cultivo de kiwicha

2.3.1. Producción

Su cultivo en el Perú, recién se reporta a partir del año 1990 a nivel nacional con 495 has, un rendimiento de 671 kg ha⁻¹ y una producción de 332 t; llegando en el año 2014 a una superficie de 1359 ha, con un rendimiento de 1734 kg ha⁻¹ y una producción de 2356 t. El precio nacional en chacra se ha ido incrementando de 0.49 en 1990 a 6.64 el 2014. La mayor producción fue lograda los años 2001 con 3401 t, el 2003 con 3519 t, el 2008 con 3797 t y el 2011 con 3016 t. Las exportaciones para los años 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016 fueron de 806,706.80; 827,236.39; 377,382.54 y 546,740.27 US\$; respectivamente.

Las áreas productoras de kiwicha están localizadas en los Departamentos de Arequipa, Ancash, Cusco, Huancavelica, Ayacucho y Apurímac. En el Departamento de Ancash, su cultivo sigue un patrón similar al reportado a nivel nacional, se informa desde 1990 con una superficie 188 has, un rendimiento de 676 kg ha⁻¹ y una producción de 127 t; y en el año 2014 con una superficie de 370 ha, con un rendimiento de 1638 kg ha⁻¹ y una producción de 606 t (OEE- MINAGRI, 2016b); su precio en chacra se ha ido incrementando de S/.041 /kg en 1991 a 6.99 /kg en el 2014.

En el Perú, el año 2017 se produjo 2692 t en una superficie de 1428 ha y con rendimiento promedio nacional de 1885 kg. ha⁻¹. Los departamentos que reportan siembras de kiwicha en el año 2017 fueron Ancash con 162 ha, Apurímac con 663 ha, Arequipa con 128 ha, Ayacucho con 147 ha, Cusco con 247 ha, La libertad con 74 ha y Huancavelica con 7 ha (MINAGRI, 2019).

La revaloración del cultivo y el crecimiento de su demanda determinaron un interés en promover su cultivo en la Región Ancash a mayor escala. En el Gráfico N° 1 se puede apreciar su evolución en la Región y se aprecian incrementos y disminuciones en el área dedicada a su cultivo que se traduce en la producción en una tendencia similar. Sin embargo, es notorio el incremento en el rendimiento por hectárea debido a diversos factores entre ellos la capacitación de los agricultores y la introducción de variedades.

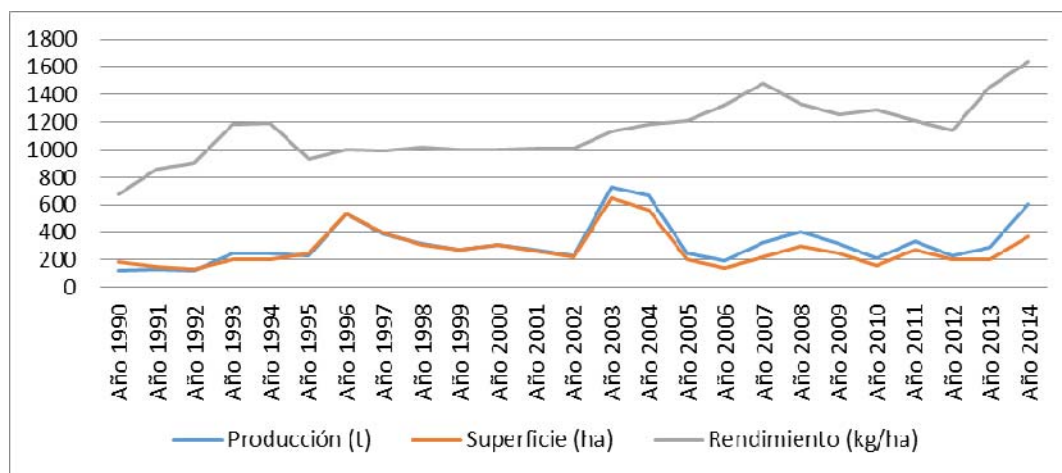


Figura 1. Serie Histórica de la Superficie, Rendimiento y Producción de la Kiwicha en la Región Ancash 1990-2014 (MINAGRI, 2016a)

2.3.2. Calidad Nutritiva

El contenido promedio de proteínas en el grano de kiwicha es mayor al encontrado en algunas variedades de cereales (Álvarez-Jubete *et al*, 2010). La proteína de la kiwicha tiene un balance de aminoácidos cercano al balance requerido en la dieta humana, y mayor a la mayor parte de las proteínas de origen vegetal (Gorinstein *et al*, 2002). El contenido de lisina es alrededor de 5% y de aminoácidos sulfurados 4.4%, los cuales son aminoácidos limitantes en otros granos. Comparando con el patrón de la FAO/WHO, los aminoácidos limitantes de la proteína de kiwicha son la leucina y la treonina. Sin embargo, considerando un tipo de alimentación, básico en cereales, dicha deficiencia no constituye una seria limitación debido a las altas tasas de leucina presente en los cereales. Además, el valor de eficiencia proteica de la kiwicha es de 2,3 (Málaga *et al*, 1986).

2.4. Descripción del cultivo de kiwicha

En Sudamérica se cultivaba en los valles interandinos en pequeñas parcelas, desde el sur de Colombia hasta el norte de la Argentina, en terrenos marginales y generalmente asociados con el maíz (Sumar, 1993). En el Perú, este grano andino, de extraordinarias cualidades nutricionales, comenzó a ser sembrado en extensiones importantes en Arequipa a inicios de la década de 1990 en Majes y Cotahuasi. Desde entonces su producción estuvo destinada a la exportación. En Cotahuasi, su cultivo fue estimulado por la ONG AEDES, con un sistema de producción orgánico, y promoviendo la organización de los agricultores para la comercialización.

En Ancash la cadena productiva ha sido promocionada por varias organizaciones, principalmente en la provincia de Huaylas y Yungay como PRISMA, que promovió el cultivo entre el 2008 -2010 con el Proyecto: *Formación y Promoción de la cadena de valor de la kiwicha* en las Provincias de Yungay y Huaylas; logrando instalar 505 has y organizar 343 productores de kiwicha. Otra organización es el Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente, su intervención en la zona logró que los campesinos y agricultores (varones y mujeres) promuevan y desarrollen la agricultura sostenible; conduzcan sistemas de producción agroecológicos con tecnologías apropiadas, gestionen y usen en forma sostenible la agrobiodiversidad y los recursos locales. La Asociación ALLPA, encargada de la ejecución del proyecto ECONEGOCIOS en Ancash, actualmente, viene coordinando e involucrando a más productores de quinua y kiwicha del distrito de Santa Cruz – Huaylas.

2.5. Sistemas de Producción

Apollin y Eberhart (1999) definen el sistema de producción como el conjunto estructurado de actividades agrícolas, pecuarias y no agropecuarias establecido por un productor y su familia para garantizar la producción. Resultado de la combinación de los medios de producción (tierra y capital) y de la fuerza de trabajo disponibles en un entorno socioeconómico y ecológico determinado.

Los sistemas de producción tienen efectos en las propiedades del suelo y ambiente, y en la producción o productividad de los cultivos; los cuales pueden ser positivos o negativos. Por lo que es importante considerar mecanismos de evaluación de sostenibilidad de

sistemas de producción que consideren la evaluación integral del sistema suelo- ambiente- sistema de producción.

Los componentes de una unidad de producción o una parcela, considerada como una unidad básica de estudio en sistemas de producción agrícola, está constituida por seres vivos (plantas y animales de diversas especies) y elementos inanimados como los factores ambientales que hacen de esa explotación una unidad muy especial (Hart, 1985, citado por Malagón y Prager, 2001).

Según Gómez (1989), citado por Malagón y Prager (2001), los elementos de la parcela se clasifican por componentes agrupándolos de acuerdo con sus características comunes. Estos componentes son: (1) componente agrícola (especies de malezas, plagas y enfermedades, las cosechas y sub productos de estas y el suelo entre otros, etc. (2) componente pecuario: (animales domésticos, parásitos y enfermedades relacionadas con estos). (3) componente económico (vivienda, herramientas de trabajo, construcciones, y manejo de los animales, y las condiciones del mercado local y regional, y (4) componente socio cultural (el productor y su familia con todas las características propias como el número de componentes, nivel de educación, la distribución de las actividades de trabajo). En el estudio y análisis de los sistemas, es importante conocer cada uno de estos componentes.

El principal objetivo del enfoque de Sistemas Agropecuarios para el Desarrollo (SAD) es mejorar el bienestar individual de las familias del agro mediante el incremento de la productividad general del sistema en el contexto de los objetivos privados y sociales dadas las restricciones existentes. Se basa en los principios de aumentar la productividad, incrementar la rentabilidad, asegurar la sostenibilidad, y garantizar una distribución equitativa de los resultados de la producción (FAO, 1999).

Scheffer *et al.* (2001) señalan que el tipo y grado de explotación agropecuaria presentan variaciones graduales que cambian los agroecosistemas también de manera gradual. Además, indican que es relativamente fácil predecir si el sistema está cerca o lejos de un estado indeseable, y, por otro lado, que, en un estado indeseable cercano, se pueden revertir los efectos acumulados y retrotraer el sistema a su estado anterior mediante la interrupción de lo que se está haciendo. Sin embargo, los ecosistemas no suelen responder

de esta manera después de décadas de cambios graduales, pueden presentar saltos, a veces inexplicables, hacia un estado cualitativamente diferente. No está muy claro qué ocasiona estos cambios bruscos, pero se piensa que detrás de los cambios graduales de largo plazo se esconde una pérdida de resiliencia o capacidad del ecosistema de tolerar eventos poco frecuentes de cierta intensidad. Como resultado, el sistema cambia inesperadamente de estado ante un evento, como una sequía, una inundación, un incendio o la invasión de una maleza, que en circunstancias previas no había tenido tal efecto. Una vez que sucede algo así, el regreso a la situación anterior no se produce necesariamente por el mismo camino, o requiere de una combinación muy especial de eventos para hacerlo.

En términos más generales, puede decirse que la “regla de tres simple” no parece ser una buena herramienta para estimar el comportamiento de los ecosistemas frente a diferentes valores que toman las variables de control y los problemas ambientales potenciales ligados a la actividad agropecuaria son muy numerosos y de diversa índole. Especial cuidado deberían recibir los problemas más serios jerarquizados por los técnicos y productores. En la Argentina, por ejemplo, se requirió de consultas a especialistas en áreas de Ecología Agropecuaria; los cuales destacaron como los principales problemas: la contaminación por fertilizantes, plaguicidas y residuos animales (en el caso de producción animal confinada a espacios reducidos). Otros problemas fueron las diversas manifestaciones de degradación del suelo (pérdida de materia orgánica, nutrientes y erosión) y pérdidas de diversidad en la región pampeana y peripampeana (Viglizzo *et al.* 1997).

2.5.1. Agricultura Convencional

El modelo de agricultura convencional fue adoptado desde la década de los cincuentas. Es un sistema de producción de alta eficiencia, dependiente de un alto uso de insumos sintéticos, donde el modelo de monocultivo se justifica como herramienta fundamental para lograr la mayor eficiencia del proceso productivo. Sin embargo, este sistema de producción ha mostrado serios problemas de sostenibilidad en veinte o treinta años de uso intensivo.

La agricultura convencional ha estado asociada a los modelos de desarrollo y empieza a mostrar limitantes que deben reorientarse para asegurar su viabilidad económica, social y ambiental. El reto es cómo continuar el desarrollo actual, principalmente como mantener la

productividad y rentabilidad de los sistemas de producción agropecuaria realizando cambios adecuados con un menor daño al ambiente y una mayor equidad social entre la población.

Agricultura tradicional

Remmers (1993) señala que la agricultura tradicional es un sistema de uso de tierra desarrollado localmente durante largos años de experiencia empírica y campesina. Este tipo de agricultura tiene la ventaja de siglos de evolución cultural y biológica que le ha conferido adaptación a las condiciones locales. Los pequeños agricultores han desarrollado y/o heredado sistemas agrícolas complejos que les han permitido satisfacer sus necesidades de subsistencia durante siglos, aún en condiciones ambientales adversas sin depender de la mecanización o de los pesticidas y fertilizantes químicos modernos. Generalmente estos sistemas agrícolas consisten en una combinación de actividades de producción y consumo. Los agricultores tradicionales son mucho menos conservadores en sus innovaciones de lo que creen muchos agrónomos.

2.6. Agricultura sustentable

Se define como un modo de agricultura que permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfacen las necesidades socio económicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan (Sarandón et al., 2006). agricultura sostenible debe ser suficientemente productiva, económicamente viable, ecológicamente adecuada y ser cultural y socialmente aceptable (Sarandón, 2002). El análisis de sostenibilidad requiere conocer indicadores económicos, ambientales, sociales e institucionales (FAO, 2011; Sarandón, 2002; Sarandón et al., 2006; Sarandón y Flores, 2014).

Para la American Society of Agronomy (1987), una agricultura sustentable es aquella que a largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y los recursos básicos de los cuales depende la agricultura; provee las fibras y los alimentos necesarios para el ser humano; es económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y la sociedad en su conjunto.

De acuerdo a la FAO (2011), la agricultura sustentable como el manejo y la conservación de los recursos naturales con cambios tecnológicos e institucionales que aseguren la obtención y la satisfacción continua de las necesidades humanas de las generaciones presentes y futuras. Dando lugar a la conservación del suelo, agua y de los recursos genéticos, animales y vegetales, sin degradación del medio ambiente, técnicamente apropiada, económicamente viable y socialmente aceptable.

Una producción eficiente y rentable a largo plazo (considerando el costo ecológico) promueve la conservación de suelos, agua, energía y recursos biológicos (como la biodiversidad); asimismo, fomenta el uso o explotación de los recursos no renovables a un ritmo menor o igual al de la tasa de desarrollo de tecnologías alternativas, menor emisión de residuos similar o menor a la capacidad de asimilación del ambiente y una menor dependencia del uso de insumos externos - plaguicidas, fertilizantes sintéticos - y lo más importante, un ajuste de los sistemas de cultivo a la productividad potencial y a las limitantes físicas, económicas y socioculturales de los agroecosistemas locales mediante el desarrollo de tecnologías que sean cultural y socialmente aceptables (Sarandón y Flores, 2014).

Según Costanza y Daly (1992), la agricultura sustentable, permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfacen las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales que lo soportan.

De acuerdo con el marco conceptual, la agricultura sustentable debe cumplir satisfactoria y simultáneamente con los requisitos siguientes; (1) ser suficientemente productiva, (2) ser económicamente viable, (3) ser ecológicamente adecuada (que conserve la base de los recursos naturales y que preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global y, (4) ser cultural y socialmente aceptable. Sobre la base de estos requisitos se construyen indicadores para su evaluación (Sarandon, 2002).

Las herramientas metodológicas para evaluar la sostenibilidad, aun en la actualidad podrían considerarse insuficientes y son pocos los trabajos científicos que han desarrollado herramientas metodológicas para su evaluación a nivel de sistemas productivos en periodos

de tiempo más o menos prolongados. El uso de indicadores constituye una herramienta apropiada para valorar la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios, sin embargo, la utilización de estos en la evaluación de la sostenibilidad puede ser enfocado desde dos perspectivas distintas, de estados o de procesos. El enfoque de estados hace referencia al valor que asumen un conjunto de atributos que caracterizan la situación de un sistema en un momento determinado, en cambio la perspectiva de procesos destaca la necesidad de conocer cómo se modifican estos atributos a través del tiempo (Cáceres, 2006).

2.7. Agricultura familiar

Según la Comunidad Andina, la agricultura familiar depende de la fuerza de trabajo familiar, con acceso limitado a recursos de tierra y capital, así como uso de múltiples estrategias de supervivencia y de generación de ingresos. Tienen una heterogénea articulación a los mercados de productos y factores, y un acceso y uso de diferentes agro ecosistemas (CAN, 2011). Por su parte el MINAGRI (2014), en su publicación de Estrategia Nacional de Agricultura Familiar (ENAF) define a la agricultura familiar como el modo de vida y de producción gestionado por una familia, principal fuerza laboral; incluye actividades agrícolas y pecuarias, manejo forestal, industria rural, pesca artesanal, acuicultura y la apicultura, entre otras.

Según la CAN (2011) existen tres tipos de agricultura familiar: La agricultura familiar de subsistencia (AFS), caracterizada por estar en condición de inseguridad alimentaria, con escasa disponibilidad de tierra, sin acceso al crédito e ingresos insuficientes, generalmente ubicadas en ecosistemas frágiles y forman parte de la extrema pobreza rural; la agricultura familiar en transición o intermedia (AFT), caracterizada porque emplea técnicas para conservar sus recursos naturales, cuenta con mayores recursos agropecuarios y, por lo tanto, con mayor potencial productivo para el autoconsumo y la venta. Si bien son suficientes para la reproducción de la unidad familiar, no alcanzan para generar excedentes suficientes para desarrollar su unidad productiva, además su acceso al crédito y mercado es aún limitado; la agricultura familiar consolidada (AFC), grupo que tiene un mayor potencial de recursos agropecuarios que le permite generar excedentes para la capitalización de su vida productiva. Está más integrada al sector comercial y a las cadenas productivas, accede a riego y los recursos naturales de sus parcelas tienen un mejor grado de conservación y uso, pudiendo superar la pobreza rural.

En el Perú la agricultura familiar de subsistencia representa el 45.5%, la agricultura familiar en transición el 35.4% y la agricultura familiar consolidada el 19.1%. La agricultura peruana es diversa ya que es diferente según sus pisos ecológicos, el tipo de mercado de destino y su diversidad biológica. Según la Comunidad Andina (2011) se considera la existencia de tres tipos de agricultura:

- a. Agricultura orgánica: que destina su producción al mercado externo, compromete aproximadamente 314 mil hectáreas de las más de 2 millones y medio que se cultivan anualmente, beneficiando a 46,230 agricultores que cultivan principalmente café, cacao, castañas y mago orgánico.
- b. Agricultura con destino al mercado urbano interno: produce alimentos de consumo masivo urbano. Se ubica principalmente en la costa y en menor medida en la selva y sierra. Se le conoce como agricultura comercial y en la que se ha realizado innovaciones tecnológicas.
- c. Agricultura con destino a mercados restringidos: tiene como base fisiográfica la sierra peruana. Se realiza en laderas que se complementa con actividades pecuarias. Se estima que el 70% de los productores del Perú realizan este tipo de agricultura. Su producción es muy diversificada y su mano de obra es familiar y su destino el autoconsumo con venta de excedentes al mercado local. Hace conservación de los recursos genéticos nativos y preservación de prácticas agronómicas ancestrales y adaptadas al medio geográfico. Los productos provenientes de la agricultura familiar agroecológica tienen un mercado internacional cada vez más creciente; especialmente para cultivos como la quinua, kiwicha y otros.

2.8. Fertilidad y fertilización del cultivo de kiwicha

El rendimiento de granos y la calidad en los cultivos está relacionado a la cantidad de elementos nutricionales que son absorbidos durante el ciclo de cultivo y el efecto de otros factores del suelo, el clima y el genotipo. Con relación a los requerimientos nutricionales, las plantas requieren 16 elementos diferentes, solo tres son necesarios en cantidades relativamente grandes: el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K) (FAO, 2012). Según Weber et al. (1990), el amaranto extrae del suelo 41 kg de N, 8 de P y 7 de K por ha para producir 1350 kg ha⁻¹. La kiwicha es exigente en nutrientes, extrayendo del suelo

cantidades considerables de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio; el déficit de nitrógeno se manifiesta con prontitud en las plantas, mostrando amarillamiento, retraso en el crecimiento y emergencia prematura de la panoja, trayendo como consecuencia baja producción (Estrada, 2011).

Cabe destacar que la mayor parte de las investigaciones realizadas sobre el efecto de los niveles de fertilización en la productividad de la kiwicha se ha experimentado con nitrógeno (N) y fósforo (P) con el objetivo de incrementar la producción, y se ha dejado a un lado a otros elementos esenciales como el potasio; mayor concentración de potasio en la solución nutritiva produce un aumento en la conductancia estomática y en el contenido de clorofila de las hojas y con ello determina el nivel de potasio que favorece la productividad de este cultivo (San Miguel-Chávez et al, 1999).

La fertilización de la kiwicha con productos orgánicos e inorgánicos es una práctica agrícola muy importante para lograr conseguir altos rendimientos y productos de calidad, especialmente para la producción destinada al mercado nacional e internacional (Miñano, 2015). Sin embargo, en los sistemas de producción tradicional, orientados al autoconsumo, normalmente no se aplica fertilizantes; por lo que los rendimientos son relativamente bajos. Sin embargo, si bien el uso de fertilizantes sintéticos incrementa significativamente la productividad del amaranto, es importante el manejo integral del recurso suelo, el uso racional de fertilizantes en el mediano y largo plazo deben ser más sostenibles y amigables con el medio ambiente y los agroecosistemas (Velástegui-Espín et al., 2018)

Para condiciones de sierra se informa la aplicación de 80 a 100 de N y 40 a 80 de P₂₀₅ (Gallardo y García 2011; INIA, 2012) y de 80-60-40 kg ha⁻¹ de N- P₂₀₅- K₂₀ (MINAGRI 2013). Romero (2001) con el nivel 150-100-180 obtuvo el mejor rendimiento de 3083 kg. ha⁻¹ en Mato (Huaylas – Ancash). Henostroza (2010) en su trabajo experimental realizado, también en Mato, logró el mejor rendimiento de 2425.91 kg ha⁻¹ con el tratamiento de 6% de microorganismos eficaces y 12 t ha⁻¹ de compost. Callupe (2010) en un estudio con las variedades Oscar Blanco y Centenario informa que el mejor rendimiento de la variedad Oscar Blanco, igual a 2130 kg ha⁻¹, se logró con el nivel 100-80-60 de NPK y la variedad Centenario con 40-40-30 de NPK produjo 1810 kg ha⁻¹. Vásquez (2010) reporta para la variedad CICA-2006 un rendimiento de 3246 kg ha⁻¹ con el nivel 180-120-100 de NPK y para la variedad INIA-414 Taray un rendimiento de 2693 kg. ha⁻¹ con el nivel 150-100-80

de NPK. Miñano (2015) en un sistema de producción orgánica de kiwicha con guano de islas encontró un rendimiento promedio de experimento de 1344 kg ha⁻¹ y proteína en el grano de 12.4%; sobresaliendo las variedades comerciales Oscar blanco (1848.9 kg/ha), Centenario (2026.0 kg ha⁻¹).

2.9. Sostenibilidad

El desarrollo sustentable es concebido como un estilo de desarrollo que tiene la capacidad de satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades (CMMAD, 1988), desde ese momento, la noción de sostenibilidad ha sido utilizada profusamente y aplicada a distintos ámbitos de la actividad humana.

El marco conceptual de la sostenibilidad, considera que para la evaluación de la sostenibilidad los sistemas deben mantener constante el capital natural, ya que este constituye el recurso natural que provee bienes y servicios para el futuro (Costanza y Daly, 1992).

Benton (1994) señala que el enfoque multidimensional de la sostenibilidad, hace que esta debe ser entendida como el resultado de las interacciones de variables ecológicas, económicas, sociales, culturales y políticas.

Capital natural, se entiende al ambiente natural es decir el “*stock*”, provenientes de servicios y bienes ambientales tales como suelo, atmosfera, biodiversidad, bosques, agua.

Capital manufacturado, está constituido por las casas, caminos, factorías, barcos, los mismos que incorporan las cuentas económicas y financieras

Capital social, se incluyen las bases institucionales y culturales para que una sociedad funcione.

El grado de sustitución que se acepte entre los distintos capitales determinara el grado de sostenibilidad, para el cual se consideran cuatro grados de sostenibilidad que a continuación se describen:

Sostenibilidad muy débil, mantiene el stock total, pero prestando atención a la composición de los distintos tipos de capitales, acepta la sustitución entre capitales, pero hasta cierto nivel crítico. Asume que el capital natural y manufacturado son necesarios, pero pueden ser sustituibles dentro de ciertos límites, el problema de este grado de sostenibilidad radica en la dificultad de definir los niveles críticos para cada capital, (Pierre, 2011, citado por López, 2012)

Sostenibilidad débil: se entiende como la viabilidad de un sistema socioeconómico en el tiempo. Para lograrlo se debe mantener el capital global y sus capacidades a través de las generaciones. Considera el capital natural y al capital humano, tomando en cuenta que el capital natural está establecido por las existencias y el flujo de recursos naturales que entran en la sociedad y el capital humano es la disponibilidad de capital monetario, la tecnología o el personal capacitado (Pierre, 2011, citado por López, 2012).

2.10. Caracterización.

Desde una perspectiva investigativa la caracterización es una fase descriptiva con fines de identificación, entre otros aspectos, de los componentes, acontecimientos (cronología e hitos), actores, procesos y contexto de una experiencia, un hecho o un proceso (Sánchez, 1982).

La caracterización es un tipo de descripción cualitativa que puede recurrir a datos o a lo cuantitativo con el fin de profundizar el conocimiento sobre algo, la caracterización es una descripción u ordenamiento conceptual, que se hace desde la perspectiva de la persona que la realiza. Esta actividad de caracterizar parte de un trabajo de indagación documental del pasado y del presente de un fenómeno, y en lo posible está exenta de interpretaciones, pues su fin es esencialmente descriptivo (Strauss y Corbin, 2002).

La caracterización es importante para definir la línea de base y establecer relaciones entre variables sociales, económicas, ambientales y productivas en un sistema de producción. La caracterización es cuando el trabajo está enmarcado en el paradigma cualitativo, en un enfoque de Investigación Acción Participativa (Balda, 2012).

Para comprender la caracterización metodológica de una opción investigativa, resulta necesario y conveniente indagar por sus bases epistemológicas, de modo que se halle el sentido o la razón de ser de sus procedimientos para producir conocimientos científicos. “Lo que define la *Metodología* es simultáneamente tanto la manera como enfocamos los problemas, como la forma en que se buscan las respuestas a los mismos” (Taylor y Boydan, 2000).

2.10.1. Características de los sistemas agrícolas

Una de las características fundamentales de los sistemas de producción es su efecto en el mejoramiento o el mantenimiento de las propiedades beneficiosas del suelo y ambiente, lo cual es de importancia y determina la sostenibilidad de los sistemas de producción. La evaluación integral del suelo - ambiente- de los sistemas de producción garantiza la determinación del grado de sostenibilidad (Sánchez, 1982).

2.10.2. Herramientas de caracterización participativa.

Entrevistas semiestructuradas: La entrevista semiestructurada es una técnica difundida en varias disciplinas del conocimiento para recoger información, las mismas que facilitan y desencadenan el diálogo entre los agricultores y el encuestador de forma colectiva y permite obtener informaciones veraces de la zona que se pretende investigar. Esta técnica proporciona información precisa del tema de estudio, son menos rígidas que las encuestas, la misma contiene una lista de temas que serán guía para estimular el diálogo, estos métodos de entrevista y comunicación oral adaptados al enfoque participativo, a diferencia de los métodos tradicionales, están enfocados a la visión de la gente respecto a sus problemas (Geilfus, 2009)

Estas entrevistas se hacen en el marco de las convivencias con las familias rurales y son ellos quienes definen los tiempos y momentos para realizarla, generalmente lo hacen al final las jornadas de trabajo, cuando está reunida la familia en la casa y se conversa con todos los integrantes.

Mapas vernaculares: Esta herramienta recoge la expresión y la descripción del entorno natural, de la finca y la comunidad hecha por el propio agricultor. “Los mapas vernaculares

pueden destacar características culturales que no aparecen en los mapas topográficos de origen oficial” (Tuxil y Nabhan, 2001).

Mapas de los sueños: Esta herramienta de similar característica que la anterior muestra la perspectiva que la familia campesina tiene del futuro, considerando aspectos como la transformación de su finca (nuevos cultivos, nuevas instalaciones y otros), de su entorno próximo y de su comunidad. Viene siendo utilizada en trabajos de extensión rural participativo, como herramienta de diagnóstico y planificación de los cambios a dar en un corto mediano y largo plazo (Tuxil y Nabhan, 2001).

2.11. Unidades agro ecológicas

Nájera *et al.* (2000), define que son áreas o zonas que tienen características naturales comunes, que definen una problemática homogénea y que, por ende, son susceptibles de poseer un dominio determinado de recomendaciones. El estudio de las unidades agro ecológicas comprende el conocimiento del suelo, clima, recurso hídrico, la producción agropecuaria. Además, permite tener bases para la búsqueda de nuevos modelos agrícolas más productivos y rentables, a la vez menos destructivos para los recursos naturales.

2.12. Tipología de los agricultores

Los diversos modos de producción de la agricultura peruana, requieren ser clasificadas en grupos relativamente homogéneos o tipos de producción que tengan similitudes con respecto a la estructura de las unidades de producción como el tamaño de parcela, tipo de explotación, niveles de tecnologías y relaciones con los mercados (Maletta, 2017). Nájera (2000), menciona que los criterios para agrupar a los agricultores en tipologías específicas, responden a variables de tipo estructural, económicas y socio productivas. Es importante reconocer que en esta caracterización el componente financiero se encuentra poco desarrollado, pero que aun así representa una contribución práctica para el desarrollo de modelos alternativos.

Por su parte Apollin y Eberhart (1999), afirman que la tipología resulta de un análisis y de un razonamiento previo en base a observaciones de campo y entrevistas con los agricultores, de tal manera que se forman grupos de productores, pero, que se establezcan diferencias claras entre los distintos grupos formados; por lo tanto, el análisis de los

sistemas de producción y la tipología de productores, pueden ser útiles para diseñar políticas agrarias y desarrollar transferencia de tecnologías diferenciadas y adecuadas (Apollin y Eberhart, 1999; Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005).

La información por recoger sobre el conocimiento técnico de un agricultor típico depende en buena parte del cultivo dominante y del estado de desarrollo agrícola (Zandstra et al., 1986)

2.13. Tipología de agricultores agropecuarios en el Perú

Soto-Baquero y otros (2007), citado por Escobal Javier (2015) indica que la agricultura familiar se caracteriza por los siguientes rasgos:

- a. el acceso limitado a recursos de tierra y capital.
- b. El uso preponderante de fuerza de trabajo familiar. El jefe o jefa de familia participa directamente en el proceso productivo; es decir, aun cuando pueda existir cierta división del trabajo, el jefe de familia no asume funciones exclusivas de gerente, sino que es un trabajador más del núcleo familiar.
- c. la fuente principal de ingresos del núcleo familiar es la actividad agropecuaria, que puede ser complementada con otras actividades no agrícolas realizadas dentro o fuera de la unidad familiar; por ejemplo, servicios relacionados con el turismo rural, producción de servicios ambientales, producción artesanal, pequeñas agroindustrias, empleos ocasionales, etc.

Salcedo et al. (2014), sostienen que la elaboración de tipologías tiene como objetivo precisar los requerimientos de cada segmento, para de esta manera diseñar políticas y programas diferenciados, así como también métodos de discriminación positiva orientados a grupos específicos, por ejemplo, aquellos más “vulnerables”.

Los resultados del Censo Nacional del Agro-2012 (CENAGRO 2012), contiene información detallada y comparte con otros censos la carencia de información sobre ingresos o rentabilidades de la actividad agropecuaria. Sería ideal vincular a información de la ENA directamente con los datos del Instituto Nacional de Estadística.

Tipología operativa

Maletta (2011) citado por Escobal (2015), menciona y define los tipos de agricultura existentes en el Perú, agricultura familiar de subsistencia, agricultura familiar en transición y agricultura familiar consolidada.

Considera a la agricultura familiar de subsistencia como aquel segmento de la pequeña agricultura familiar cuyos integrantes carecen de suficiente tierra, ganado o infraestructura productiva como para generar ingresos monetarios o no monetarios, que les permitan cubrir la canasta básica de alimentos para su hogar, representada por la canasta que calcula el INEI para definir la línea de pobreza extrema. Dicha canasta permite cubrir requerimientos calóricos mínimos, dependiendo de la composición del hogar y de la región en la que este habita (Instituto Nacional de Estadística e Informática 2014). Se presume aquí que estos son los niveles de ingreso mínimos que permiten reproducir la fuerza de trabajo familiar.

Cuando se estima la relación entre las características de la unidad agropecuaria, las características de los conductores de dicha unidad agropecuaria y los ingresos requeridos, implícitamente se está empleando el concepto de superficie con cultivo suficiente para satisfacer la seguridad alimentaria de la familia; relación que variará por zona o región y/o la cantidad mínima de ganado o crianzas que garantice la seguridad alimentaria de la familia. Vista así, esta estimación es parecida al indicador planteado por De los Ríos (2009). Sin embargo, en este caso no necesariamente se estaría hablando solo de autoconsumo, sino que, para satisfacer la seguridad alimentaria de la familia, la unidad agropecuaria puede, si es necesario, intercambiar parte de su producción por otros bienes en el mercado

Agricultura familiar consolidada, aquel segmento de la pequeña o mediana agricultura familiar cuyos integrantes cuentan con ingresos netos agropecuarios lo suficientemente altos como tener una probabilidad menor del 10% de caer en pobreza en cualquier momento. Este punto de corte se usa en la literatura internacional para distinguir a aquellos agricultores que, no siendo pobres, tampoco son vulnerables (López-Calva y Ortiz-Juárez 2011), para el caso del Perú, Escobal (2014) muestra, sobre la base de las Encuesta nacional de Hogares (ENAH), que el punto de corte asociado a una probabilidad igual o menor de 10% de caer en la pobreza equivale a 2,4 veces la línea de pobreza. Por lo tanto,

se utilizará este punto de corte para diferenciar a aquellos agricultores que logran ingresos netos agropecuarios lo suficientemente altos como para presentar una baja probabilidad de caer en pobreza

Entre la agricultura familiar de subsistencia y la agricultura familiar consolidada se puede identificar a un grupo de agricultores de agricultura familiar en transición; el primero está constituido por los agricultores cuyos ingresos netos exceden la línea de pobreza total y el segundo, por aquellos cuyos ingresos agropecuarios están por debajo de la línea de pobreza total, pero por encima de la línea de pobreza alimentaria; por lo tanto, los ingresos netos que se generan permiten cubrir necesidades básicas, pero la base de activos productivos así como los ingresos netos agropecuarios que esta genera no es lo suficientemente alta como para que estas personas tengan una vida acomodada si optan por dedicarse exclusivamente a las actividades agropecuarias(CAN, 2011).

Escobal (2001), menciona: que estas actividades representan una proporción importante del ingreso agropecuario. Sin embargo, lo relevante aquí es la capacidad o no de acumular y generar excedentes desde la actividad agropecuaria por cuenta propia, más allá de si las actividades económicas complementarias que se realicen sean o no importantes. Tampoco es relevante si estas actividades económicas complementarias se vinculan a estrategias de diversificación de las fuentes de ingresos por razones de insuficiencia de la base productiva agropecuaria propia o por razones de rentabilizar fuera de la agricultura la base de activos con la que cuenta el hogar rural.

III. METODOLOGÍA

Ubicación:

El ámbito de estudio comprende las zonas productoras de kiwicha más importantes e incluye tres provincias y cinco distritos del departamento de Ancash cuyas características se describen en la Fig. 2 y Tabla 1.

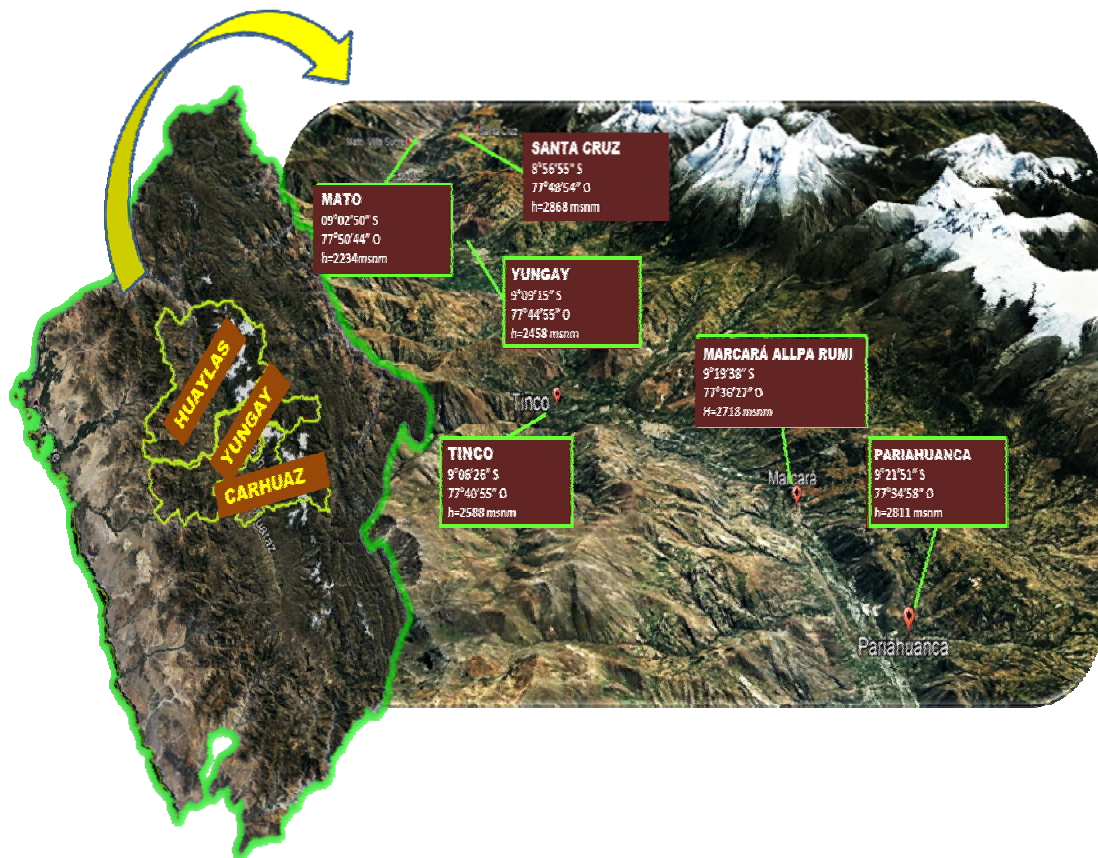


Figura 2, Ámbito de investigación, comunidades de Yungay, Santa Cruz, Mato, Tinco y Pariahuanca

Tabla 1, Ubicación, población y descripción geográfica de las zonas de estudio del departamento de Ancash,

Provincia	Distrito	Población	Altitud msnm	categoría	Coordenadas UTM	
					Latitud	Longitud
Huaylas	Mato	1.993	2234	Villa	09°02'50''	77°50'44''
	Santa Cruz	5.210	2868	Pueblo	08°56'55''	77°48'54''
Yungay	Yungay	22.214	2463	Ciudad	09°09'15''	77°44'55''
Carhuaz	Pariahuanca	1.622	2785	Pueblo	09°21'51''	77°34'58''
	Tinco	3285	2581	Pueblo	09°06'26''	77°40'55''

Fuente: Elaboración propia, adaptada de Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017)

OBJETIVO 1: Caracterizar las unidades de producción que cultivan kiwicha en las provincias de Yungay, Huaylas y Carhuaz;

Se emplearon las siguientes fuentes de información:

Información primaria:

Encuestas aplicadas en campo para el presente estudio. Recopilada en entrevistas a actores claves (agricultores, personal de proyectos y programas del sector agrario, agencias de cooperación internacional, instituciones, centros de investigación, entre otros). Se realizó el muestreo irrestricto aleatorio proporcional y estratificado siguiendo el protocolo descrito por Martínez-Reyna (2013).

Información secundaria:

- a. Datos del IV CENAGRO-2012 (Censo Nacional del Agro)
- b. Datos de la encuesta Nacional Agraria (ENA-2014). Se usó metodologías de estimación de áreas pequeñas (SAE por sus siglas en inglés) para ganar precisión estadística en niveles de desagregación espacial (Escobal, 2015).

Metodología:

Inicialmente se determinó el marco teórico específico para la tipificación y clasificación de los sistemas productivos y luego se seleccionó las variables en estudio con el objetivo de conocer los sistemas de producción de kiwicha y los componentes que interactúan; siguiendo lo descrito por Escobar y Berdegué (1990).

Se elaboró un formato de encuestas con preguntas estructuradas para captar información del sistema de explotación agropecuaria en aspectos del cultivo y socioeconómicos,

considerando lo planteado por Álvarez, Paas, Descheemaeker, Tiftonell, y Groot, (2014); Sarandon y Flores (2014) y Pinedo, Gómez y Julca (2018).

La información recogida a través de las encuestas fue ordenada y sistematizada en una hoja de cálculo del software Excel 2013. Posteriormente la información ya sistematizada fue procesada en el programa SPSS v22 e Infostat.

Se hicieron 115 encuestas con 61 variables. Por otro lado, de las 61 variables en estudio, las variables con Coeficiente de Variabilidad (CV) menores a 40%, fueron descartadas por carecer de poder discriminatorio y no contribuir sustancialmente al análisis Multivariante (Lores, Leyva, & Varela, 2008). De este total se seleccionaron 20 variables de diferente naturaleza para caracterizar las unidades productivas y los agricultores, las cuales se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Variables en estudio seleccionadas para la caracterización de las unidades productivas de kiwicha (*Amaranthus caudatus L*) de zonas seleccionadas del departamento de Ancash

Variables en estudio		
Clave	nombre de la variable	Unidad de medida
RDOKW	Rendimiento Kiwicha	kg ha ⁻¹
CASEMP	Cantidad semilla/parcela	kg ha ⁻¹
SUCULTV	Superficie cultivada	Ha
COSTOSE	Costo semilla	PEN
INVENKW	Ingreso venta Kiwicha	PEN
COPRETER	Costo preparación Terreno	PEN
COSPROD	Costo producción ha	PEN
COSTJOR	Costo jornal	PEN
NUJORNH	N° jornales por ha	N°
COSTOPL	Costos plaguicidas	PEN
COSTDER	Costo Fertilizante	PEN
INGRNM	Ingreso Neto mensual	PEN
INGNECS	Ingreso Neto Cultivo secundario	PEN
NUMPEF	N° de personas hogar	N°
TECNCOS	Tecnología cosecha	N° de Tecnologías
AREACSE	Área de cultivo secundario	Ha
ROCULTI	Rotación	Escala de rotación
TENTIER	Total, tierras ha	Ha
ACEPSIPR	Aceptabilidad Sistema producción	Nivel de aceptación
BPAGERE	BPA gestión residuos	Nivel de aplicación de BPA (Buenas Prácticas Agrícolas)

(Tasa de cambio al momento de la evaluación fue 1 PEN = 0.298 USD).

Con las 20 variables seleccionadas por su mayor poder discriminatorio se realizó el Análisis de Componentes Principales (ACP), utilizando el método Ward y la rotación

Varimax (Carrasco et al., 2018; Velázquez y Perezgrovas, 2017; Criollo et al., 2016);. Todas las variables cuantitativas seleccionadas fueron estandarizadas, para evitar la influencia de diferentes niveles de unidades de medida (Velázquez y Perezgrovas, 2017) y algunas variables de tipo categóricas fueron transformadas en una escala numérica. Con estos factores Varimax rotados se empleó la técnica de agrupamiento *clúster* con la finalidad de definir grupos que tengan semejanzas al interior de los grupos y diferencias entre los grupos formados (Rocha et al., 2018).

Se seleccionaron cuatro componentes con valor propio superior a 1,0 y/o los ejes que expliquen más del 60 % de la variabilidad (Álvarez et al, 2014). Se utilizó la técnica de Agrupamiento Jerárquico, considerando lo señalado por Tovar-Paredes et al. (2015). Esta técnica formó grupos homogéneos de sistemas con características similares o tipologías, en los cuales la variabilidad dentro del grupo es mínima y entre grupos es máxima (Paz et al., 2000; Coronel de Renolfi y Ortuño, 2005).

OBJETIVO 2: Determinar el efecto de la fertilización en caracteres agronómicos y de calidad de variedades de kiwicha cultivadas en la zona de estudio

El experimento se llevó a cabo en el distrito de Marcará, en la provincia de Carhuaz, región Ancash latitud 09°21'51'' longitud 77°34'58'' y ubicado a 2735 msnm. Durante el estudio, la temperatura varió entre 6.5 y 22.6 °C. La humedad relativa entre 61.2 y 79.4 por ciento con una precipitación acumulada de 655.5 mm (Datos SENAMHI: Estación Hidrometeorológica Santiago Antúnez de Mayolo /000426 /DRE-04EEA)

Para el estudio se evaluaron tres variedades de kiwicha y tres dosis de fertilización que figuran en la Tabla 3. La variedad Caracino es un genotipo local y Oscar Blanco y Centenario son variedades introducidas. Las fuentes de fertilizantes fueron: Urea (46% de N), Fostato Diamónico (18 de N y 46% P₂O₅) y Cloruro de potasio (60% de K₂O).

Tabla 3: Variedades y niveles de fertilización utilizados en el experimento

Variedades de kiwicha		Niveles de fertilización			
Clave	Variedades	Clave	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
V1	Oscar Blanco	D ₁ *	18	46	30
V2	Centenario	D ₂	100	80	60
V3	Caracino	D ₃	120	100	80

Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial de 3 x 3 con nueve tratamientos y cuatro repeticiones por tratamientos, los tratamientos estuvieron conformados por las combinaciones de los factores en estudio (Tabla 3). Para la comparación de medias se empleó la prueba de Duncan con nivel de significación de 5%.

La fase experimental duró 150 días a partir de la siembra. Se evaluaron: días a la floración y días a la maduración, altura de planta y rendimiento de grano en kg. ha⁻¹. En el estudio también se evaluaron variables de calidad como el peso de 1000 granos (asociado al tamaño de granos) y el contenido de proteínas de los granos.

OBJETIVO 3: Evaluar la sostenibilidad económica, ambiental y social de las unidades de producción que cultivan kiwicha

La información primaria fue recogida mediante encuestas con preguntas estructuradas (Coronel de Renolfi y Ortuño 2005; Alban et al., 2017) y entrevistas con productores (Rocha et al., 2016), técnicos y especialistas relacionados al mejoramiento genético, producción, comercialización y transformación; mientras que la información secundaria se recabó de investigaciones y publicaciones científicas.

De una población finita de 448 productores de kiwicha, se tomó una muestra aleatoria de 115 productores (Scheaffer *et al.*, 1987) quienes proporcionaron información necesaria para medir la situación actual y las tendencias en las tres dimensiones del desarrollo sostenible (ambiental, económica y social) (Pinedo et al., 2018; Castelan et al., 2014). Como en la zona de estudio los estratos (comunidades) presentaron diferente número de unidades de muestreo, la distribución de las unidades muestrales se hizo de manera proporcional (Pinedo et al. 2018; Márquez, 2015).

Tabla 4. Muestra calculada proporcionalmente por comunidad estudiada en las provincias de Huaylas, Yungay y Carhuaz del departamento de Ancash

Provincia	Distrito	Comunidad	Altitud	N1	Wi=Ni/N	ni=NiWi
Huaylas	Mato	"Mato"	2234	N1=130	0.20	26
	Santa Cruz	Yungay	2868	N2=70	0.39	27
Yungay	Yungay	Yungay	2463	N3=125	0.34	42
Carhuaz	Pariahuanca	Pariahuanca	2785	N4=65	0.2	13
	Tinco	Tinco	2581	N5=58	0.12	7
Total				N=448		n=115

N = Población; n = Muestra; Wi Peso proporcional de la muestra.

El análisis de sostenibilidad, se realizó aplicando la propuesta metodológica de Sarandón (2002) y Sarandón et al. (2006). Se utilizaron 10 indicadores y 24 sub-indicadores, los que fueron agrupados en la dimensión económica, ambiental y social (Tabla 5). Considerando que los indicadores seleccionados difieren en las unidades de medición (porcentajes, valores monetarios, índices y datos cualitativos), lo cual dificulta la comparación directa entre ellos, se construyó una escala estandarizada (valor de juicio) que representa el valor de los indicadores con relación a la situación deseable (Silva y Ramírez, 2016). Los datos de las encuestas fueron estandarizados para cada indicador mediante su transformación a una escala de 1 a 5; siendo 5 el mayor valor de sostenibilidad y 1 el más bajo (Meza y Julca 2015; Pinedo et al. 2017b; Pinedo et al., 2018). Los valores de cada indicador se expresaron en valores de la escala (Sarandón y Flores 2014); luego, se establecieron ponderaciones de acuerdo al grado de importancia y peso de cada indicador (Sarandón *et al.* 2006). De tal manera que aspectos complejos de los agroecosistemas analizados se convierten en otros más claros, que permitan detectar tendencias a nivel de sistema, denominados índices (Castelan, et al., 2014; Silva y Ramírez, 2016).

Tabla 5: Indicadores y subindicadores económicos, ambientales y sociales

INDICADORES Y SUBINDICADORES ECONÓMICOS (IK)		
Indicador	Sub indicador	Unidad y forma de medida en campo
A: Rentabilidad	A1.- Superficie cultivada	Nº ha cultivadas de kiwicha de la campaña agrícola en estudio
	A2.- Productividad	Nivel de productividad en t. ha ⁻¹ de grano de Kiwicha por unidad de área
	A3.- Vías de acceso	Nivel de facilidad de acceso a mercados desde el lugar de producción
B.- Ingreso económico	B1.- Ingreso Neto mensual	Ingreso total por su cultivo de kiwicha (S/. mes)
C: Riesgo económico	C1.- Diversificación para la venta	Nº de productos agrícolas disponibles para la venta incluido el cultivo en estudio
	C2.- Procesamiento	Nº de alternativas o posibilidades de generar valor agregado
	C3.- Dependencia de insumos:	Nivel de dependencia de insumos externos en el cultivo de Kiwicha
INDICADORES Y SUBINDICADORES AMBIENTALES (IA)		
Indicador	Sub indicador	Unidad de medida en campo
A: Conservación del suelo	A1.- Rotación de cultivos	Secuencia de cultivos por parcela/campaña/año (distribución temporal)
	A2.- Diversificación de cultivos	Número de cultivos instalados por parcela. Distribución espacial de cultivos
	A3.- Tecnologías de cosecha	Maquinaria, equipo, tracción animal empleada en la cosecha
	A4.- Preparación de terreno	Tipo/intensidad y frecuencia de labranza de suelos por campaña agrícola
B.- Riesgo de erosión	B1.- Pendiente predominante	Declive del terreno, respecto a la horizontal, de una superficie inclinada
	B2.- Orientación de los surcos	Prácticas de diseño de surcos en la producción de kiwicha
C: Manejo de Biodiversidad	C1.- Conservación ecotipos kiwicha	Nº de variedades y ecotipos locales de kiwicha mantenidas y en uso actual
	C2.- Buenas prácticas agrícolas (BPA)	Métodos y prácticas agronómicas (manejo de desechos agrícolas)
	C3.- Manejo semilla de calidad	Calidad de semillas de quinua utilizadas en la siembra
INDICADORES Y SUBINDICADORES SOCIALES (IS)		
Indicador	Sub indicador	Unidad de medida
A: Satisfacción necesidades básicas	A1.- Vivienda	Características de materiales y tipo de vivienda del productor de Kiwicha
	A2.- Nivel de educación	Nivel de educación del productor
	A3.- Servicios de salud	Equipamiento y calidad de servicios de salud
	A4.- Servicios básicos	Instalaciones básicas en la vivienda del agricultor
B: Sistema de producción	B1.- Oferta tecnológica	Grado de conformidad del agricultor con la asistencia técnica y capacitación
	B2.- Sistema de producción	Valoración del sistema de producción de kiwicha en función al impacto ambiental
C: Asociatividad	C1.- Nivel de integración social	Nivel de relación del productor con los demás miembros en su comunidad
D.- Nivel de satisfacción	D1.- Grado de satisfacción del productor	Nivel de percepción de utilidad de la asistencia técnica para su sistema de producción

Los datos recogidos en las encuestas fueron ordenados y sistematizados en una hoja de cálculo del software Excel 2013. Posteriormente la información ya sistematizada fue procesada en el programa SPSS v22 e Infostat

Fórmulas para el cálculo del valor de los indicadores

El valor de los Indicadores Económicos (IK), Indicadores Ambientales (IA) e Indicadores Sociales (IS), fueron estimados mediante la suma algebraica de sus respectivos indicadores, y multiplicados éstos por su factor de ponderación. Finalmente, se estimó El índice de Sustentabilidad General (ISG) de cada unidad de producción de kiwicha.

$$\text{Indicador Económico (IK)} = \frac{2(A1 + A2 + A3 + A4)/4 + B1 + ((C1 + C2 + C3)/3)}{4}$$

$$\text{Indicador ambiental (IA)} = \frac{2(A1 + A2) /2 + (B1 + B2) /2 + (C1 + C2 + C3)/3}{4}$$

$$\text{Indicador Social (IS)} = \frac{2(A1 + A2 + A3 + A4)/4 + (B1 + B2)/2 + C1 + D1}{5}$$

Con los datos de los indicadores económicos (IK), ambientales (IA) y sociales (IS), se calculó el índice de sustentabilidad general (ISGen).

$$\text{Índice de Sustentabilidad General (ISGen)} = \frac{\text{IK} + \text{IA} + \text{IS}}{3}$$

El valor umbral o mínimo que debe alcanzar el Índice de Sustentabilidad General (IGS) para considerar que la unidad de producción de kiwicha, en las comunidades, son sustentables debe ser igual o mayor que el valor medio de la escala, es decir, 3 para las tres áreas consideradas (Sarandón *et al.* 2006).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de las unidades de producción del cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en las provincias de Yungay, Huaylas y Carhuaz –Ancash

Los 115 agricultores entrevistados cultivan kiwicha en diferentes magnitudes dentro de su unidad agrícola. La Figura 3, muestra la localización y el porcentaje de agricultores con cultivos de kiwicha en las zonas de estudio. El 34.70 % fueron de la comunidad de Santa Cruz, el 22.30 % de la comunidad de Yungay, el 21.50 % de Mato, 10,7 de Pariahuanca y 5.8 % de Tinco. Estos resultados son similares a los reportados por Román (2010), quien señala que, en la comunidad de Santa Cruz, ubicada en la provincia de Huaylas se encuentran la mayor parte de productores de kiwicha de la región Ancash.

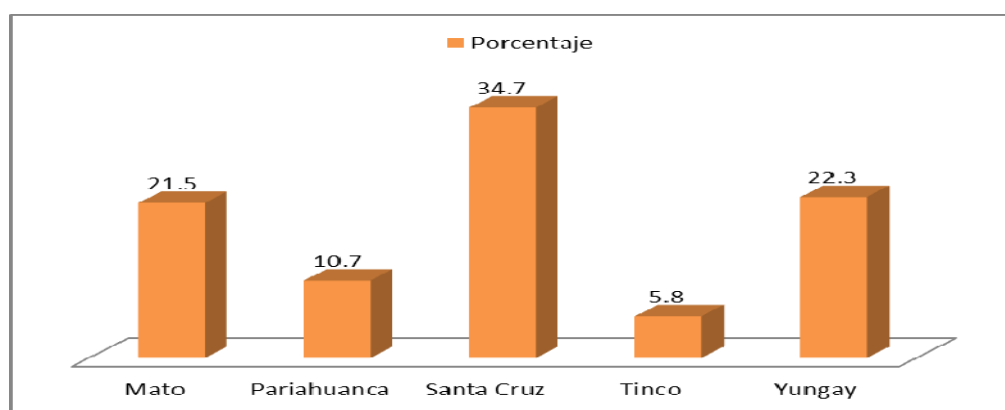


Figura 3, Ubicación y porcentajes de agricultores con cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) entrevistados en las diferentes localidades de estudio, Ancash 2018 – 2019.

4.1.1. Características de la población encuestada

Genero

En las comunidades de Mato, Santa Cruz y Yungay la proporción de la población masculina es mayor; mientras que en Pariahuanca y Tinco la población femenina es mayor (Figura 4). Según el INEI (2013) a nivel del departamento de Ancash, el 64.76 % son

varones, el 35.23 son mujeres. Según la encuesta demográfica y de salud familiar realizado por el INEI (2014) el 47.5 % de la población rural es femenina.

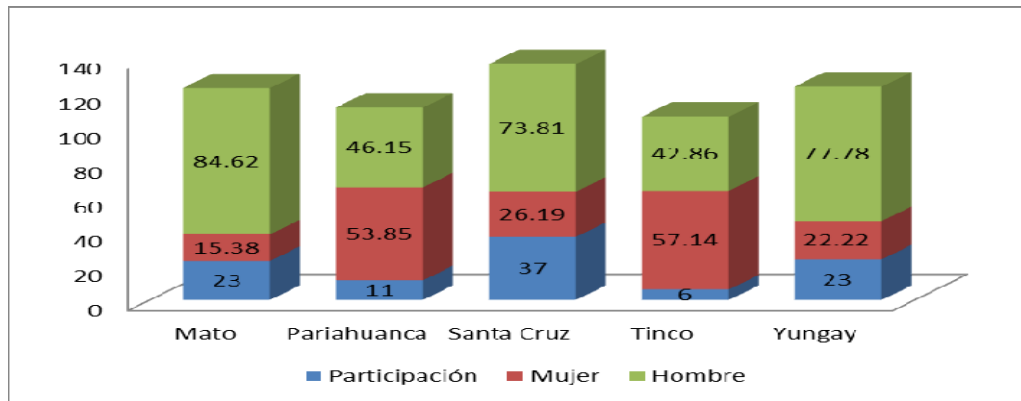


Figura 4. Distribución porcentual de la población de hombres y mujeres en las tareas de manejo de las unidades productivas de kiwicha en la zona de estudio. Departamento de Ancash 2018-2019.

Edad

Del total de la población evaluada: 72.0 % se encuentra entre los 22 y 50 años, el 28.0% están entre 51 y 89 años de edad (Figura 5). Según el Gobierno Regional de Ancash [GOREA], (2008) el 70.8 % de la población está en edad de trabajar. Según Román (2010), la edad que predomina en el área rural se encuentra en el rango de 30 a 40 años; sin embargo, estadísticas recientes indican la proporción de personas en edad de trabajar en el área rural de Ancash alcanza el 57.5 % del total e incluye a personas entre 15 a 64 años de edad y la población de 65 y más años de edad constituye el 9.5 % en el área rural (INEI, 2014).

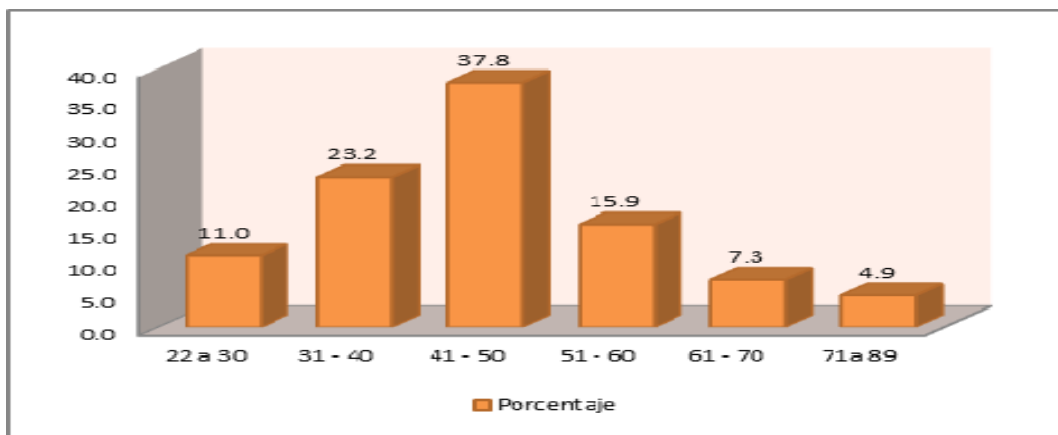


Figura 5. Grupos de productores de Kiwicha clasificados por edad en las Provincias de Yungay, Huaylas y Carhuaz. Ancash 2018-2019.

Educación

Se identificaron cinco niveles de educación. El 27.0 % con nivel parcial o total de educación superior, el 33.0 % tiene secundaria incompleta y completa, el 26.1 % cuenta con algún nivel de primaria, el 0.2 % cuenta con nivel inicial o pre-escolar y el 13.8 % no tiene nivel educativo. Al respecto Román (2010) menciona que el 60 % de los productores del distrito de Santa Cruz saben leer y escribir y el 30 % no. Considerando estos valores se puede apreciar que más del 50 % de los agricultores tienen un buen nivel educativo para un ámbito rural de la sierra.

Román (2010) en un estudio de caracterización de productores de kiwicha establece que no hay relación entre el nivel de educación y los niveles de adopción de tecnologías. Sin embargo, existen evidencias de que los niveles educativos pueden influir en el grado de incorporación de tecnologías en los sistemas de producción (Pinedo et al, 2017a; Ayora, 2015; CIMMYT, 1993).

Vivienda familiar

- A) Lugar de residencia: el 54 % de los agricultores residen en la chacra, el 34 % en un centro poblado cercano a la chacra, el 15 % de la ciudad, el 5 % entre la chacra y el centro poblado y el 2 % no específica (Figura 6).
- B) Material de la vivienda: del total evaluado se determina que el 43.9 % tienen viviendas de material adobe en buen estado, el 54.9 % de los agricultores poseen viviendas de material adobe en regular estado; mientras que el 1.20 % poseen viviendas deterioradas y en malas condiciones.
- C)

Servicios Disponibles

El 80.50 % de los productores encuestados cuentan con servicios de agua, desagüe y luz mientras que el 1.2 % solo cuentan con agua de manantiales. Al respecto el GORE (2008) en los estudios de población y vivienda encontraron que el 83.2 % de las viviendas ubicadas en el ámbito rural tenían acceso a agua potable, y el 41.7 % de viviendas disponían de desagüe.

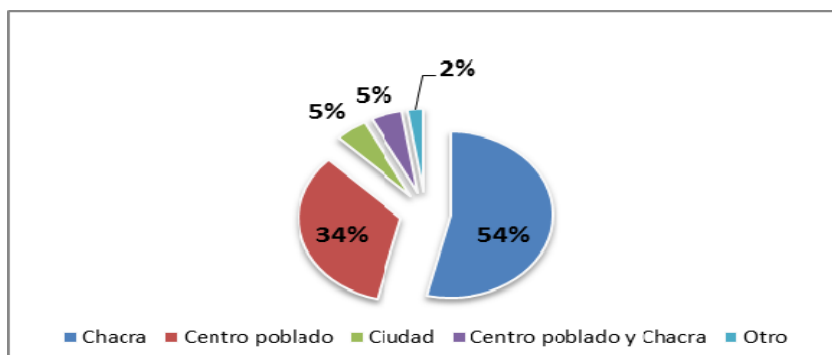


Figura 6. Lugar de residencia de los productores de kiwicha en las Provincias de Yungay, Huaylas y Carhuaz, Ancash 2018-2019.

Tenencia de la tierra

La información procesada muestra que el 67.1 % tienen la condición de propietario, mientras que el 22 % están en proceso de titulación de sus tierras.

Mano de obra disponible:

Se determinó que el 39% de la mano de obra usada en la unidad agrícola proviene directamente de la familia, el 24.4% contrata trabajadores y el 35% utiliza la mano de obra familiar y mano de obra contratada. Estos resultados son similares a los hallados por Román (2010) que en un estudio similar identifica que, del total de la mano de obra disponible en Santa Cruz, el 60% es mano de obra familiar, el 41% mano de obra familiar y peones contratados y solo el 3% depende exclusivamente de mano de obra contratada. Por otro lado, Barreto (2017) señala que en Carhuaz - Ancash, el 56.1% de las familias utiliza únicamente mano de obra familiar; un 22.1% utiliza mano de obra pagada y 21.80%, emplea ambas formas. Los sistemas de monocultivo mayormente integradas a los mercados son altamente dependientes de mano de obra contratada (IICA, 2015; Pinedo et al, 2017a).

Cultivos en la Unidad Agrícola

Los cultivos predominantes identificados fueron el trigo, maíz - choclo, papa, arveja y cebada. En pequeña escala: kiwicha, quinua, frutas y cultivos de pan llevar como zapallo (Figura 7). Según Román (2010), la achita o kiwicha, seguido de maíz choclo, arveja y maíz pacchu son los principales cultivos en la zona de Santa Cruz, Huaylas; en cambio a nivel departamental en altitudes comprendidas entre 2,650 a 2,900 msnm, los cuatro cultivos de mayor importancia son la papa, maíz, frijol y forrajes principalmente la alfalfa (Barreto, 2017).

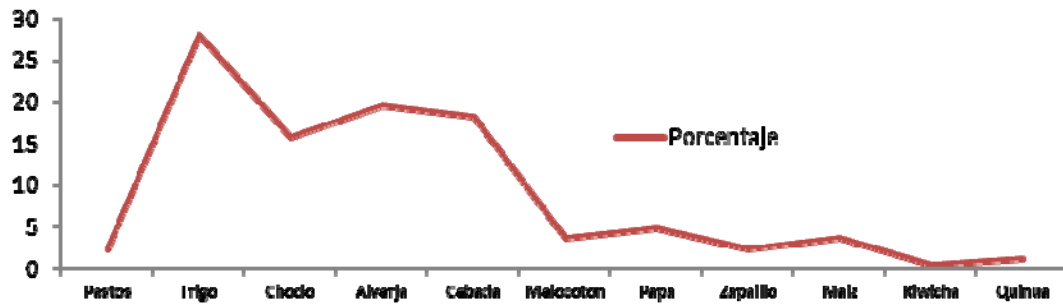


Figura 7: Porcentaje de área dedicada a los diferentes cultivos de importancia en Santa Cruz, Huaylas, Departamento de Ancash

Manejo del cultivo de la kiwicha

El nivel de tecnología varía de media a alta y se determinó que a medida que se reduce el área cultivada de kiwicha se reduce el nivel. En las parcelas muy pequeñas la preparación de los suelos es manual y/ o con tracción animal. Barreto (2017) indica que las explotaciones de minifundio predominan en Ancash y que su manejo tiene características propias de la zona. Por otro lado, Román (2010) señala que los productores tienden a implementar nuevas tecnologías cuando sus parcelas son propias, sin embargo, esto no siempre sucede, puesto que actualmente hay un desplazamiento de los productores hacia las ciudades (Comunidad Andina de Naciones [CAN], 2011).

Análisis de Componentes Principales (ACP)

Mediante el análisis de ACP realizado con 20 variables de mayor poder discriminatorio y no correlacionadas entre sí (Tabla 6), se obtuvo cuatro componentes principales que contribuyen a explicar el 75.5 % de la varianza explicada (Tabla 6).

Tabla 6. Valores propios de la matriz de correlación y niveles de contribución (%) a la varianza,

Componente	Valor propio	Diferencia	Contribución%	Acumulado%
1	11,222	5,767	51,008	51,008
2	2,354	3,523	10,701	61,709
3	1,579	1,904	7,178	68,887
4	1,464	1,814	6,655	75,543

Fuente: análisis de datos en SPSS: Método de extracción: análisis de componentes principales.

Los valores reajustados con la matriz de componente rotado se muestran en la Tabla 7. El Primer componente representa los costos de producción del cultivo de kiwicha. El segundo componente son los recursos y tecnología del productor que contribuyen. El tercer componente es el nivel de conciencia ecológica del productor. El cuarto componente es la estrategia de seguridad alimentaria del productor.

Tabla 7. Matriz de componente rotado^a con Método de Extracción: análisis de componentes principales, Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser

Variables	Componente				Interpretación de los componentes
	1	2	3	4	
Rendimiento Kiwicha	0,952	0,058	0,121	0,031	Costos de producción y generación de ingresos
Cantidad semilla/parcela	0,945	0,262	0,04	0,003	
Superficie cultivada	0,945	0,277	0,048	-0,012	
Costo semilla	0,945	0,249	0,071	0,015	
Ingreso venta Kiwicha	0,943	0,065	0,19	0,056	
Costo Prep. Terreno	0,941	0,294	0,026	-0,011	
Costo producción ha	0,937	0,291	0,107	-0,023	
Costo jornal	0,849	0,362	0,104	-0,051	
Nº jornales por ha	0,771	0,374	0,136	-0,077	
Costo Fertilizante	0,761	0,109	-0,015	-0,006	
Ingreso Neto mensual	0,664	-0,092	0,315	0,49	
Tecnología cosecha	0,28	0,794	-0,113	-0,032	Recursos y tecnologías del productor
Área de cultivo secundario	0,184	0,69	0,108	0,235	
Rotación	0,193	0,656	0,077	-0,09	
Total, tierras ha	0,487	0,506	0,037	-0,061	
Aceptabilidad Sistema producción	0,206	0,064	0,771	-0,083	Niveles de conciencia ecológica del productor
Costos plaguicidas	0,033	-0,044	0,642	-0,092	
BPA gestión residuos	0,048	0,094	0,615	0,243	
Ingreso Neto Cultivo secundario	-0,055	0,116	0,236	0,85	Estrategias alimentarias del productor
Nº de personas hogar	-0,018	-0,079	-0,305	0,719	

La rotación ha convergido en 6 iteraciones.

Análisis de conglomerados Clúster

Se identificaron tres clústeres (Figura 8), conformado por tres grupos que al interior presentan sistemas productivos similares, considerando las cuatro variables halladas en el ACP (Coronel de Renolfi y Ortuño 2005; Paz et al, 2005). El primer grupo se denomina productores de minifundio, el segundo grupo pequeños productores y el tercero mediano productores, basadas en la superficie de tierras y área cultivada de kiwicha, similar a lo informado por Pinedo et al. (2018)

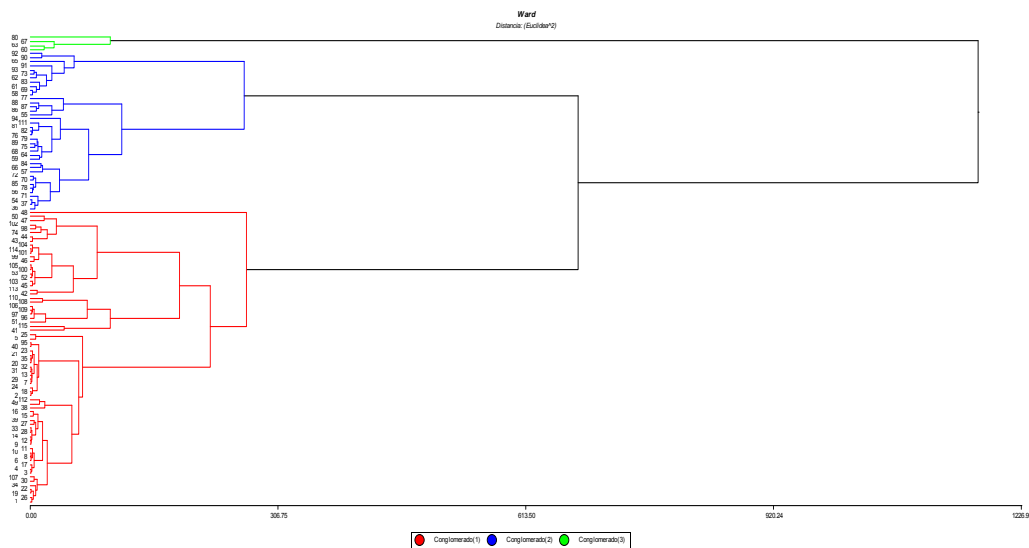


Figura 8. Dendograma de tipificación: minifundio, pequeños y medianos productores de kiwicha en la zona de estudio del departamento de Ancash

En el análisis individual por comunidades, se puede apreciar que en las comunidades de Mato y Pariahuanca sólo hay productores de minifundio; mientras que en Santa cruz se halló los tres tipos de productores y en la comunidad de Tinco y Yungay se encontraron productores de minifundio y pequeños productores (Tabla 8).

El mayor número de productores de kiwicha se encontró en Santa cruz, de los 42 productores dos son minifundistas, 36 son pequeños y 4 son medianos productores, representando el 36.52 % de la población estudiada. En segundo lugar, Yungay con 27 productores, de los cuales 25 son de minifundio y 2 corresponde a pequeños productores. En tercer y cuarto lugar las localidades de Mato y Pariahuanca con 26 y 13 productores de minifundio. En último lugar la localidad de Tincos con solo 7 productores, de los cuales 6 son de minifundio y uno calificado como pequeño productor.

Con respecto a la tenencia de tierras los agricultores de minifundio tienen en promedio 0.56 ha los pequeños productores 1.14 ha y los medianos productores 6.13 ha. Según Román (2010) la superficie de las parcelas oscila entre 0.25 a 2.75 ha. El área cosechada determina la tipificación realizada por el IICA (2015), Maletta (2017) y Pinedo et al, (2017a). Se señala que son productores de minifundio los que poseen menos de 1 ha, pequeños productores los que tienen menos de 3 ha y medianos productores los que tienen más de 5 ha.

De acuerdo a la tipificación establecida, el primer clúster (Minifundio) correspondería a la agricultura familiar de subsistencia, debido a que los productores de este segmento carecen de suficiente tierra, ganado o infraestructura productiva como para generar ingresos monetarios o no monetarios, que les permitan cubrir la canasta básica de alimentos o los requerimientos calóricos mínimos (CAN, 2011, Escobal, 2015 y Maletta, 2017). El segundo y tercer grupo podría pertenecer al grupo de agricultura familiar en transición (CAN, 2011).

Tabla 8. Agrupamiento de variables sociales de productores tipificados minifundistas pequeños y medianos por distritos

Comunidad	Tipo	Población		Edad	N° Personas	Experiencia	Tierras (ha)	Educación	Tecnología	Integración social
		N°	%							
Mato	MF	26	22,61	47	5	4	0,67	2	2	2
Pariahuanca	MF	13	11,30	48	3	9	0,14	2	2	3
Santa Cruz	MF	2	1,74	54	5	12	0,94	2	2	3
	PP	36	31,30	45	4	12	2,26	2	3	3
	MP	4	3,48	46	5	14	6,13	3	3	3
Tinco	MF	6	5,22	51	3	6	0,24	3	2	3
	PP	1	0,87	80	4	5	0,10	1	1	3
Yungay	MF	25	21,74	44	6	6	0,29	3	2	3
	PP	2	1,74	45	5	6	1,05	2	1	3

MF= Minifundio; PP= Pequeños productores; MP= Medianos productores

Para el análisis económico se consideró siete variables (Tabla 9): Superficie Cultivada (V1); Costo de preparación de terreno (V2); N° de jornales /ha (V3); Costo de producción (V4); Rendimiento kg/ha (V5); Área de cultivo secundario (V6) e Ingreso neto mensual (V7) (tabla 6). EL Conglomerado 1 denominado “*productores de minifundio*” poseen en

promedio 0.42 ha y manejan 0.13 ha de kiwicha y 0.13 ha de otros cultivos y tienen una media de Ingreso Neto Mensual (INGRNM) de PEN 130.20. El Conglomerado 2, denominado “*pequeños productores*” tienen 2.14 ha y siembran una superficie de 0.53 ha de kiwicha y 0.37 ha de otros cultivos y tienen una media de Ingreso Neto Mensual (INGRNM) de PEN 178.47. El Conglomerado 3, denominado “*medianos productores*” representa a productores que tienen en promedio 6.13 ha y cultivan 1.87 ha de kiwicha y 0,63 ha de otro cultivo y una media de Ingreso Neto Mensual (INGRNM) de PEN 493.50. Ninguno de los grupos alcanza el salario mínimo vital establecido por el gobierno peruano (PEN 850).

Tabla 9. Caracterización de área de siembra, costo de producción e ingresos de los productores de kiwicha por estrato y por área de estudio. (Cifras en PEN)

Comunidad	Tipo	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
Mato	Minifundio	0,17	103,70	7	476,47	1193,91	0,10	81,81
Pariahuanca	Minifundio	0,08	41,92	6	458,47	2507,00	0,08	120,62
Santa Cruz	Minifundio	0,16	96,00	6	430,38	860,00	0,33	82,00
	Pequeños	0,56	335,00	14	1199,79	905,48	0,55	184,92
	Medianos	1,87	1122,00	40	380,25	961,67	0,63	493,50
Tinco	Minifundio	0,23	114,71	9	699,71	414,29	0,14	254,43
	Pequeños	0,23	125,00	10	910,00	1800,00	0,14	255,00
Yungay	Minifundio	0,08	45,72	5	366,56	1981,99	0,18	112,08
	Pequeños	0,10	60,00	4	318,83	760,42	0,43	95,50

TC= 3,35 USD. (1 PEN=0.298 USD).

Los productores tipificados como de minifundio tienen los más bajos niveles de V7, debido a las pequeñas áreas de producción de kiwicha con una media de 0.14 ha, lo cual limita desarrollar economías de escala (CAN, 2011; Maletta, 2017); mientras que los pequeños productores que cultivan una media de 0.30 ha y medianos productores con 1.87 ha tienen mejores posibilidades de negociación e integración al mercado (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2015, Pinedo et al., 2018). De acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] (2017) en el Perú la economía creció un 87 % y la pobreza cayó del 58.7 % al 22.7 % entre 2004 y 2015 y se clasifica como país de alto índice de desarrollo humano (0.73); sin embargo, en la zona de estudio, persisten las desigualdades estructurales, sobre todo entre los pobres y los

vulnerables, siendo la zona de sierra la más vulnerable con una tasa de pobreza presenta de 49 %. De acuerdo al INEI (2016), el costo promedio mensual de la canasta alimentaria familiar en la zona rural de la sierra es PEN 234 y el ingreso per cápita promedio mensual en el área rural de la sierra es PEN 417. Los ingresos mensuales promedio de los tres conglomerados establecidos en el presente estudio: productores de minifundio, pequeños y medianos alcanzan una media de PEN 130.20, PEN 178.47 y PEN 493.50 respectivamente.

4.2. Determinación del efecto de la fertilización en caracteres agronómicos y de calidad de variedades de kiwicha cultivadas en la zona de estudio

4.3. Caracteres Agronómicos

En la Tabla 10 se presenta el ANOVA combinado para las características evaluadas. Para altura de planta, días a la floración y días a la maduración existen diferencias altamente significativas en el factor variedades; mientras que en rendimiento se aprecia que existen diferencias significativas ($\alpha=0.05$). Para niveles de fertilización, repeticiones y la interacción niveles de fertilización x variedades no existen diferencias significativas. Los coeficientes de variación para altura de planta, rendimiento, días a la floración y días a la maduración fueron iguales a 5.19%, 6.62%, 3.73 % y 17.32%; respectivamente.

Tabla 10. Cuadrados medios de altura de planta (cm), rendimiento, días a la floración y días a la maduración de tres variedades de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) con tres niveles de fertilización en condiciones de Marcará – Carhuaz. Campaña 2018

Fuente de Variación	GL	Altura planta (cm)	Floración (días)	Maduración (días)	Rendimiento (Kg/ha)
Repeticiones	3	10.843	11.806	6.917	99349.847
Fertilización	2	841.750	321.528	396.778	289970.962
Variedades	2	30.333**	11.111**	13.028**	231183.036
Fertilización x Variedad	4	29.333	19.444	3.611	401133.489*
Error	24	33.863	14.41	21.146	133830.904
Total	35				
CV		5.805	6.618	3.728	17.316
Media		100.25	57.36	123.36	2112.696

*significación de 0,05 de probabilidad, ** significación de 0,01 de probabilidad

4.3.1. Altura de Planta (cm)

En la Tabla 11, se presenta los datos observados para altura de planta en las tres dosis de fertilización estudiadas y en promedio de las tres variedades. La altura de planta varió de 98.75 a 101.92 cm. El valor más bajo corresponde a la dosis 18-46-30 de NPK y el más alto a la dosis 100-80-60 de NPK, Estos valores no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba Duncan ($\alpha= 0.05$).

En la Tabla 12 se presentan los datos de altura de planta de las variedades, en promedio de tres dosis de fertilización. La prueba Duncan ($\alpha= 0.05$) muestra que existen diferencias significativas para altura de planta. La altura varió de 90.7 a 106.2 cm; corresponde el valor más alto a Oscar Blanco y el más bajo a Caracino. Al respecto Callupe (2010) bajo condiciones experimentales de la comunidad de Mato, en la variedad Oscar Blanco halló 158 cm y para Centenario 155 cm, sin encontrar diferencias significativas de altura de planta con el nivel 100-80 60 de NPK; mientras que Vásquez (2010) en Recuay, Ancash, para la variedad INIA-414 Taray encontró una altura de 100 cm con una dosis de 0-0-0 de NPK y 95 cm con una dosis de 120-80-60 de NPK. Peralta et al. (2012) con un nivel de 100-60-20 alcanzó una media de 120 cm. Según Romero et al. (2019), el nitrógeno es el elemento más restrictivo en el crecimiento de un cultivo. Se puede inferir que a mayor dosis de nitrógeno la altura de planta es mayor; sin embargo, otros factores también influyen en la altura de planta, tal como el factor genético, temperatura y humedad.

4.3.2. Floración (días)

En la Tabla 11 se presenta los datos observados para días a la floración en las tres dosis de fertilización estudiadas y en promedio de variedades. La floración varió de 56.3 a 57.9 días. El valor más bajo corresponde a la dosis 100-80-60 de NPK y el valor más alto a las dosis 18-46-30 NPK y 120-100-80 de NPK. Estos valores, no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba Duncan ($\alpha= 0.05$). Peralta et al. (2012) con el nivel 100-60-20 de NPK halló una media de 80 días a la floración.

Los datos de días a la floración de las variedades, en promedio de tres dosis de fertilización, se presentan en la Tabla 12. La prueba Duncan ($\alpha= 0.05$) muestra que no existen diferencias significativas en días a la floración en las tres variedades estudiadas. El

rango fue de 54.2 a 63.3 días. La variedad local Caracino fue la más tardía y la más más precoz la variedad Oscar Blanco.

4.3.3. Maduración (días)

Los días de maduración variaron de 122.17 a 124.08 días, correspondiendo el valor más bajo a la dosis de 120-100-80 de NPK y el valor más alto a la dosis de 18-46-30 de NPK (Tabla 11), valores determinados en promedio de tres variedades. Estos valores no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba Duncan ($\alpha= 0.05$).

Con respecto a los resultados de días a la maduración de las variedades en promedio de las tres dosis de fertilización, el rango fue de 117.6 a 123.4 días, siendo la variedad Centenario la más tardía y la más precoz Oscar Blanco. Estos valores, en promedio de tres variedades, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba Duncan ($\alpha= 0.05$).

4.3.4. Rendimiento de granos (kg/ha)

En la Tabla 11, se presentan los datos de rendimiento de granos de las tres dosis de fertilización en promedio de las variedades. El rendimiento de grano varió de 1961.9 a 2235.1 Kg/ha, correspondiendo el valor más bajo a la dosis de 100-80-60 de NPK y el valor más alto a la dosis de 120-100-80 de NPK. Estos valores no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba Duncan ($\alpha= 0.05$).

Romero (2001,) en la localidad de Mato Ancash halló 3030 kg/ha con un nivel de 150-80-60 de NPK kg. ha⁻¹ y 876 kg/ha sin ningún nivel de fertilización. Román (2010) en la localidad de Santa Cruz (Ancash) con un nivel de 80-20-20 de NPK reporta 1500 kg/ha; mientras que los productores con su tecnología local reportan 1200 Kg/ha lo cual confirma el efecto del fertilizante principalmente nitrogenado en el incremento de los rendimientos.

Los reportes de Ramírez et al. (2011), indican rendimiento de 1 668.7 y 1 660.9 kg ha⁻¹, en la localidad de Montecillo, Estado de México; con las fórmulas 80-60-40 y 80-30-40 ha; respectivamente. Jiménez-Esparza et al., 2018, señala que se debe tener en cuenta que otros factores de producción influyen en el rendimiento como: ubicación altitud, sistema de siembra, condiciones atmosféricas; entre otros y reporta rendimientos promedios de 2000 kg/ha en valles de la sierra, con altitud 2000 a 3000 msnm y temperatura de 15 °C, durante

los meses de diciembre a enero, con ciclo de cultivo 150 a 180 días, sistema de siembra monocultivo (chorro continuo) y distancia entre surcos 60 cm, hilera por surco.

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) para la zona andina recomienda utilizar el nivel de 80 – 60 – 40 de NPK (Estrada, 2011). Peralta et al (2012) en general recomienda el nivel 100-60-20 kg de NPK para alcanzar una media de 2000 kg/ha de kiwicha.

Tabla 11: Valores medios y Prueba de Comparación de medias (Duncan al 0,05) de altura de planta (cm), rendimiento (kg/ha), días a la floración y días a la maduración de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) en tres niveles de fertilización y en promedio de tres variedades en condiciones de Marcara – Carhuaz, Campaña 2018

NPK (fertilización)	Altura planta (cm)	Rendimiento (kg/ha)	Floración (días)	Maduración (días)
18-46-30 (F1)	98.75 a	2141.1 a	57.9a	124.1 a
100-80-60 (F2)	101.92a	1961.9 a	56.3a	123.8 a
120-100-80 (F3)	100.08 a	2235.1 a	57.9a	122.2 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la Tabla 12, se presentan los datos de variedades, en promedio de tres dosis de fertilización. La prueba Duncan ($\alpha= 0.05$) muestra que no existen diferencias significativas para días a la maduración de las tres variedades estudiadas. Con respecto a altura de planta la variedad Oscar Blanco alcanzó la mejor altura (106.17 cm), seguido por Centenario (103.92) y Caracino (90.67 cm). La variedad Centenario fue la más precoz con 117.58 días, seguida por la variedad Oscar Blanco con 123.42 días y la variedad local Caracino con 129.08; respectivamente. En la localidad de Cañasbamba, Yungay, Vásquez (2010) en la variedad INIA 414-Taray con el nivel 150-100-80 halló 1.04 como la mejor altura mientras que el testigo sin fertilización alcanzó 1.0 m; pero en la variedad CICA 2006, los promedios de altura fueron 1.50 para ambos casos similar.

En la Tabla 12, se presentan los rendimientos de granos de las tres variedades en promedio de las tres dosis de fertilización. El rango de rendimiento fue de 1933.3 a 2208.3 kg/ha. El rendimiento más alto corresponde a la variedad Caracino y el más bajo a la variedad Oscar Blanco. Estos valores no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba Duncan ($\alpha=0.05$), ya que las diferencias son de apenas 11 kg ha⁻¹ entre Caracino y Centenario y de 275 kg ha⁻¹ entre Caracino y Oscar Blanco.

En la zona de estudio no se encontraron evidencias sobre la productividad de la variedad local Caracino. Sin embargo, se cuenta con información de las otras variedades. Cueva (2009), en la localidad de Carhuaz con un nivel de 80-40-40 NPK halló rendimientos con la variedad Oscar Blanco 1985 kg ha⁻¹ y Centenario 2062 Kg; respectivamente. Callupe (2010), con una dosis de 100-80-60 de NPK reporta un rendimiento de 3130 kg ha⁻¹ con la variedad Oscar Blanco, seguida de la variedad Centenario con 3040 kg ha⁻¹. Asimismo, Romero (2001) bajo condiciones de la comunidad de Mato (Ancash), con una dosis de 120-80-60 de NPK reporta un rendimiento 2729 kg.ha⁻¹ para la variedad Oscar Blanco. Por su parte, Henostroza (2010), empleando materia orgánica (6% de ME y 12 t.ha⁻¹ de compost) encontró el mayor rendimiento igual a 2495.91 kg ha⁻¹ con la variedad Oscar Blanco. León y Rossel (2007) y (2011) mencionan que la variedad Oscar Blanco y Centenario pueden llegar de 3000 a 5000 kg ha⁻¹ en condiciones de manejo y fertilización ideal.

Sin embargo, el efecto de la fertilización nitrogenada presenta resultados controversiales, Makus (1991) con niveles de 0, 60, 120 y 240 kg N ha⁻¹ en variedades derivadas de la cruce *A. hypochondriacus***A. hybridus* no encontró diferencias en el rendimiento. En el cultivo de amaranto es posible mejorar la productividad promoviendo el desarrollo de las plantas sembrándolas en condiciones óptimas de cultivo y fertilidad adecuada de los suelos y la respuesta fisiológica de las plantas (Hernández et al., 2014).

Tabla 12 Valores medios y Prueba de Comparación de medias (Duncan al 0,05) de altura de planta (m), rendimiento (kg/ha), días a la floración y días a la maduración de tres variedades de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) en promedio de tres niveles de fertilización en condiciones de Marcará – Carhuaz. Campaña 2018/19.

Variedad	Altura planta (cm)	Rendimiento (kg/ha)	Floración (días)	Maduración (días)
Oscar Blanco (V1)	106.2 a	1933.3 a	54.2a	123.4 b
Centenario (V2)	103.9 a	2196.4 a	54.6a	117.6 a
Caracino (V3)	90.7 b	2208.3 a	63.3b	129.1 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.3.5. Caracteres de Calidad

En la Tabla 13 se presenta el ANOVA combinado para peso de 1000 granos y contenido de proteína del grano. Para las características evaluadas se aprecia que no existen diferencias significativas ($\alpha=0.05$) para niveles de fertilización, repeticiones, variedades y la interacción niveles de fertilización x variedades. Los coeficientes de variación para peso de 1000 granos y contenido de proteína del grano fueron iguales a 3.82% y 34.07%; respectivamente.

Tabla 13. Cuadrados medios de peso de 1000 granos (g) y porcentaje de proteínas de granos de tres variedades de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) con tres niveles de fertilización en condiciones de Marcará – Carhuaz. Campaña 2018/19.

Fuente de Variación	GL	Peso 1000 granos (g)	Proteína Grano (%)
Fertilización	2	0.01	71.71
Repeticiones	3	0.00017	36.11
Variedades	2	0.00066	4.59
Fertilización x Variedad	4	0.0011	13.57
Error	24	0.0016	21.33
Total	35		
CV		3.82	34.07
Media		1.1	19.02

*significación de 0,05 de probabilidad, ** significación de 0,01 de probabilidad

4.3.6. Peso de 1000 granos (g)

En la Tabla 14, se presenta los datos observados para peso de mil granos en las tres dosis de fertilización estudiadas y en promedio de las tres variedades, los valores variaron de 1.04 a 1.06 g. El valor más bajo corresponde a la dosis 18-46-30 de NPK y el más alto a las dosis 120-100-80 y 100-80-60 de NPK. Estos valores, no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba Duncan ($\alpha= 0.05$).

Los datos de peso de 1000 granos (g) de las variedades, en promedio de tres dosis de fertilización, se presentan en la Tabla N° 15. La prueba Duncan ($\alpha= 0.05$) muestra que no existen diferencias significativas en peso de mil granos (g) para las tres variedades estudiadas. Las variedades Oscar Blanco y Centenario alcanzaron el mismo peso de 1.05 resultando ambos similares a Caracino que presentó un peso de 1.04 g. Por otro lado, Fernández (2009) en Ancash (Huaraz) halló el peso de 1000 semillas igual a 1.12 g. y de 1.06 g para las variedades estudiadas.

4.3.7. Proteína del grano (%)

Los contenidos de proteína de los granos variaron de 13.01 a 14.23 %, correspondiendo el valor más bajo a la dosis de 100-80-60de NPK y el valor más alto a la dosis de 18-46-30 de NPK (Tabla 14), valores determinados en promedio de tres variedades. Estos valores no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba Duncan ($\alpha= 0.05$).

La variedad Oscar Blanco tuvo el mayor valor con 15.39 %, seguida por la variedad Centenario con 13.34 % y el menor contenido de proteína por la variedad local Caracino con 11.94%; respectivamente (Tabla 15). Los estudios indican que la kiwicha es una buena fuente de proteínas (13 a 19 por ciento) con un adecuado balance de aminoácidos esenciales (Paucar-Menacho et al., 2017; Castro-Giráldez et al., 2012, Chamorro, 2018) y la cantidad de nutrientes puede ser influenciada por la variedad, la región en la cual se cultiva, las prácticas agronómicas que se le aplican.

Tabla 14 Valores medios y prueba de comparación de medias de peso de mil granos (g) y contenido de proteína del grano (%) de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) con tres niveles de fertilización y en promedio de tres variedades en condiciones de Marcará – Carhuaz. Campaña 2018/19

NPK (fertilización)	Peso 1000 granos (g)	Proteína Grano (%)
18-46-30 (F1)	1.04 a	14.23 a
100-80-60 (F2)	1.06 a	13.01 a
120-100-80 (F3)	1.04 a	13.44 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La variedad Oscar Blanco reintroducida tiene el mejor valor igual a 15.39% (Tabla 15).

Tabla 15: Valores medios y Prueba de Comparación de medias (Duncan al 0,05%) peso de mil granos (g) y contenido de proteína del grano (%) de tres variedades de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en promedio de tres niveles de fertilización en condiciones de Marcará – Carhuaz. Campaña 2018/19.

Variedad	Peso 1000 granos (g)	Proteína Grano (%)
Oscar Blanco (V1)	1.05 a	15.39 a
Centenario (V2)	1.04 a	13.34 a
Caracino (V3)	1.05 a	11.94 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Algunas variedades tienen un enorme potencial que muchas veces no se logra manifestar por el empleo de técnicas no adaptadas a las condiciones edafoclimáticas, generalmente por falta de capacitación o asistencia técnica (Sarandón y Flores, 2014; Ayala-Garay et al., 2016).

4.4. Evaluación de la Sostenibilidad Económica, Ambiental y Social de las Unidades de Producción que Cultivan Kiwicha

4.4.1. Sostenibilidad económica

Toda actividad agrícola debe mantener niveles aceptables de rentabilidad para ser sustentable (Sarandón, 2002, Sarandón y Nichols, 2014).

La sostenibilidad económica de la producción de kiwicha se ha definido por comunidades (Figura 9). Para el sub indicador SUCUT (Superficie Cultivada), las comunidades de Mato, Pariahuanca, Yungay y Tinco alcanzan el valor de 1 y la comunidad de Santa Cruz un valor de 3. Para el sub indicador PRODU (Productividad), las comunidades de Pariahuanca y Tinco alcanzan valores de 2, las comunidades de Mato y Yungay valores de 3 y la comunidad de Santa Cruz un valor igual a 4. Para el sub indicador VIACS (Vías de Acceso), la comunidad de Santa Cruz y Mato tiene valores de 2.81 y 2.88 y las comunidades de Tinco, Pariahuanca y Yungay valores de 3.15, 3.23 y 3.86; respectivamente.

Para el sub indicador INGNM (Ingreso Neto Mensual), las comunidades de Pariahuanca, Yungay y Tinco presentan un valor igual a 1 y las comunidades de Manco y Santa Cruz valores de 1.08 y 1.17; respectivamente. Para el sub- indicador DIVENT (Diversificación para la Venta). Las comunidades tuvieron valores que variaron de 2.0 a 2.50, correspondiendo el menor valor a Tinco y el mayor valor a Santa Cruz.

Para el sub indicador PROCES (Procesamiento) los valores variaron de 1.71 a 1.96, correspondiendo el menor valor a Tinco y el mayor valor a Yungay. Para el sub indicador DEINS (Dependencia de Insumos), las Comunidades de Santa Cruz y Pariahuanca tuvieron valores de 2.48 y 2.85; respectivamente, las Comunidades de Mato y Yungay valores de 3.62 y 3.74; respectivamente y la comunidad de Tinco un valor de 4.29.

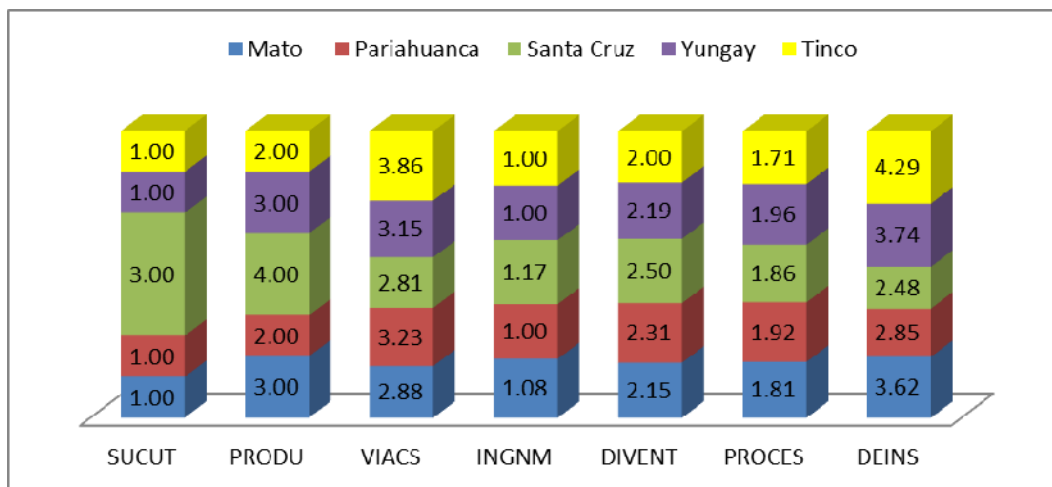


Figura 9. Valor de los subindicadores económicos en las comunidades de Mato, Pariahuanca, Santa Cruz Yungay y Tinco, Ancash 2019. Leyenda: SUCUT= Superficie Cultivada, PRODU=Productividad, VIACS =Vías de Acceso, INGNM= Ingreso Neto Mensual, DIVENT=Diversificación para la Venta, PROCES=Procesamiento, DEINS=Dependencia de Insumos

En la Figura 10, la representación tipo ameba muestra que en el sub indicador SUCUT (superficie cultivada) sólo la comunidad de Santa Cruz tiene un valor igual al Umbral Mínimo (UM =3). Para el sub indicador PRODU (Productividad), el UM (3) se alcanza en las comunidades de Santa Cruz, Yungay y Marcara. Con respecto al sub indicador VIACS (Vías de acceso) los valores mayores al UM (3) fueron observados en Pariahuanca, Yungay y Tinco, que cuentan con carreteras y trochas que facilitan el desplazamiento y transporte de productos de la chacra hasta los puntos de venta. Para el sub indicador INGNM (Ingreso Neto Mensual) los valores para todas las comunidades fueron aproximadamente igual a 1 (uno), que muestra la baja capacidad económica de todas las unidades productivas que incluyen el cultivo de kiwicha en su cedula y repercute gravemente en el nivel de sustentabilidad. El sub indicador DIVENT (Diversificación para la Venta) tuvo un valor alrededor de 2, en las cinco comunidades, que refleja la necesidad de incrementar la diversidad de productos para la venta que en la mayoría de las unidades sólo llegó a tres productos. El sub indicador PROCES (Procesamiento), en las cinco comunidades se mantiene alrededor de 1 (uno) probablemente debido a que los granos de kiwicha en las unidades productivas de las cinco comunidades no se procesan. El sub indicador DEINS (Dependencia de Insumos) tiene valores mayores a 3 en las comunidades

de Mato, Yungay y Tinco que fueron calificados como menos dependientes de insumos externos tales como fertilizantes y plaguicidas.

Todos los valores menores a 3 no son sustentables por estar por debajo del umbral mínimo establecido (Sarandón 2002, Pinedo et al. 2018).

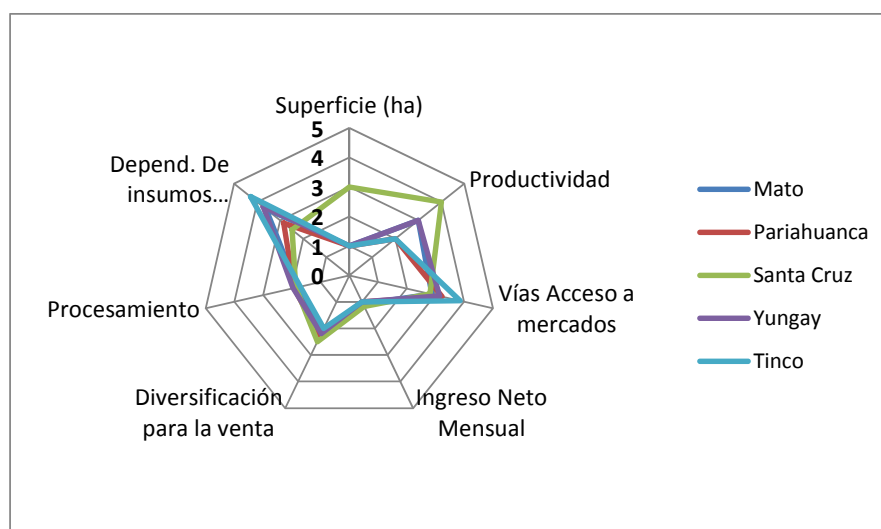


Figura 10: Niveles de sostenibilidad económica en las comunidades de Mato, Pariahuanca, Santa Cruz, Yungay y Tinco, Ancash 2019.

Mercado (2018) indica que un factor determinante en la rentabilidad de los cultivos es la superficie cultivada. En el ámbito de estudio el cultivo de kiwicha se realiza en pequeñas parcelas y no se encontró productores de más de una hectárea. Al respecto Barreto *et al.* (2015) y Barreto (2017) mencionan que en Ancash existe la predominancia del minifundio (27%) con unidades productivas de 1 a 2 ha; además afirma que la productividad de los cultivos, en sistemas tradicionales, está limitada por las características del medio y los rendimientos rara vez están por encima de los promedios nacionales, aún en las mejores condiciones.

Para mejorar la sostenibilidad económica en el ámbito en estudio, la inclusión de la kiwicha en la cedula de cultivo, podría ser una alternativa importante por la demanda nacional e internacional de este producto y sus buenos precios, sin embargo, se requiere

mejorar la tecnología de cultivo para incrementar los rendimientos y la calidad y la inserción al mercado (Celis et al., 2018).

La kiwicha está considerado dentro de las especies olvidadas o subutilizadas (Bosque et al., 2016) y al igual que otros pequeños agricultores que siembran este tipo de especies tienen que considerar los altos costos de transacción en la comercialización de sus productos (Polar et al., 2010).

Es necesaria una mejor articulación de la producción consolidada con los agentes y canales de comercialización con el fin de aprovechar los nichos de mercado. Exportar directamente y expandir los mercados pueden significar un incentivo adicional para todos los actores, y ambos factores contribuyen a la captación de una mayor parte del valor agregado a lo largo del proceso productivo (Polar et al., 2010).

4.4.2. Sustentabilidad ambiental

En la Figura 11 se muestran los valores de los sub indicadores ambientales en las comunidades estudiadas. Para el sub indicador ROTA (Rotación), los valores varían de 2.57 a 4.48, correspondiendo el valor más bajo a la Comunidad de Tinco y el más alto a la Comunidad de Santa Cruz. Para el sub indicador DICU (Diversificación de cultivos), el valor varío de 2.0 a 2.50 correspondiendo el valor más bajo a Tinco y el más alto a Santa Cruz. Para el sub indicador TECO (Tecnología de cosecha), el valor varía de 1.15 a 3.67, correspondiendo el valor más bajo a la comunidad de Pariahuanca y el valor más alto a la Comunidad de Santa Cruz. Para el sub indicador PRET (Preparación de Terreno) los valores variaron de 2.12 a 3.0, correspondiendo el valor más bajo a la Comunidad de Mato y el más alto a la Comunidad de Pariahuanca. Para el sub indicador PEND (Pendiente Predominante), los valores variaron de 2.85 a 3.29, correspondiendo el valor más bajo a la Comunidad de Tinco y el más alto a la Comunidad de Yungay. Para el sub indicador ORSU (Orientación de Surcos) los valores variaron de 2.29 a 3.42, correspondiendo el valor más bajo a Tinco y el valor más alto a Mato. Para el sub indicador CECO (Conservación de Ecotipos), el rango fue de 1.38 a 3.05, correspondiendo el valor más bajo a Pariahuanca y el más alto a Santa Cruz. Para el sub indicador BPA (Buenas Prácticas Agrícolas) los valores variaron de 1.42 a 2.98, el valor más bajo corresponde a la Comunidad de Mato y el más alto a la Comunidad de Santa Cruz. Para el sub indicador

MASE (Manejo de Semillas), los valores variaron de 2.54 a 3.57, el valor más bajo corresponde a Pariahuanca y el más alto a Santa Cruz.

Barreto *et al.* (2015), empleando la misma escala de valoración, hallaron un IA de 3.03 para condiciones de Carhuaz- Ancash.

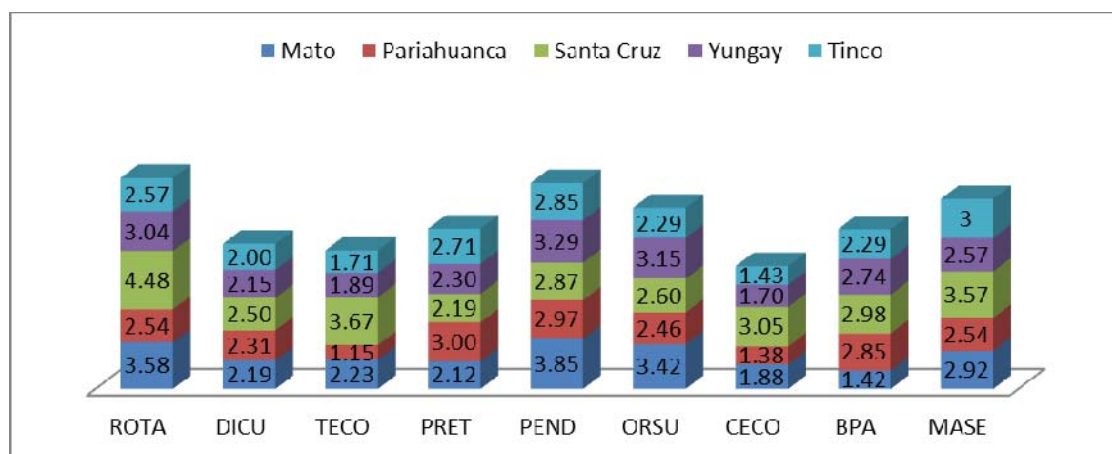


Figura 11. Valor de los subindicadores ambientales en las comunidades de Mato, Pariahuanca, Santa Cruz Yungay y Tinco, Ancash 2019. Leyenda: ROTA=Rotación de cultivos, DICU=Diversificación de cultivos, TECO=Tecnología de cosecha, PRET=Preparación de terreno, PEND=Pendiente predominante, ORSU=Orientación de surcos, CECO= Conservación de ecotipos, BPA=Buenas Prácticas Agrícolas, MASE=Manejo de Semillas

Los sub indicadores relevantes fueron las prácticas de rotación de cultivos, el manejo de semilla de calidad, los valores del riesgo de erosión y tecnologías de cosecha.

La Figura 12, muestra que los sub indicadores que superan el UM (Umbral Mínimo= 3) en la comunidad de Tinco fue manejo de semillas. En la comunidad de Yungay fueron rotación de cultivos, pendiente predominante y orientación de surcos. En la comunidad de Santa Cruz fueron rotación de cultivos, tecnología de cosecha, conservación de ecotipos y manejo de semilla. En la comunidad de Pariahuanca, los subindicadores con valores superiores a 3 fue preparación de terreno. En la comunidad de Mato se encontraron valores mayores al UM en los sub indicadores rotación, pendiente predominante y orientación de surcos.

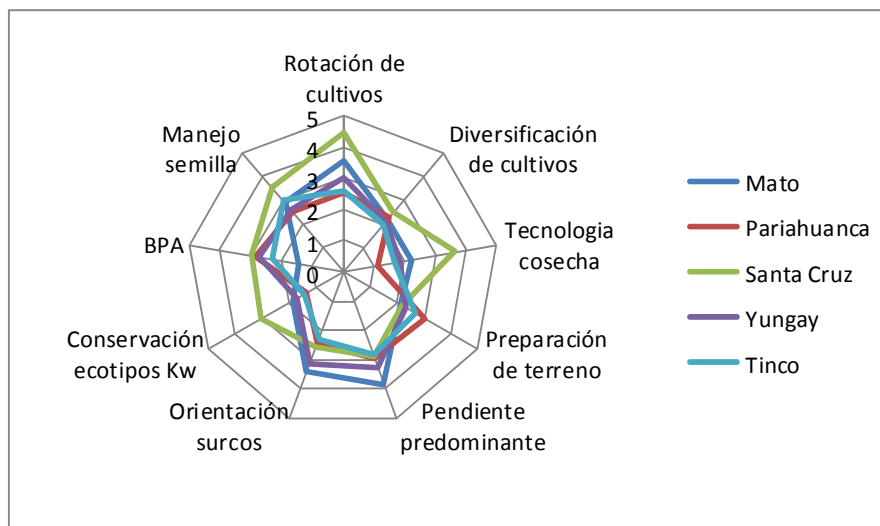


Figura 12: Niveles de sostenibilidad ambiental en las comunidades de Mato, Yungay, Santa Cruz, Tinco y Pariahuanca. Ancash 2019

En general el sub indicador conservación de ecotipos tuvo los valores más bajos alrededor de 1 (uno) en todas las comunidades a excepción de Santa Cruz, lo que indica la pérdida de biodiversidad y el reemplazo de variedades locales por otras variedades introducidas u otras especies de mayor demanda o valor económico. Se pudo registrar que la variedad Caracino es una variedad local predominante en la zona de estudio que alcanza rendimientos promedio similares a las variedades introducidas como Oscar Blanco y Centenario. Muchos modelos de producción impuestos por los mercados han desplazado prácticas tradicionales reemplazándolas por sistemas de producción en monocultivo (Córdova, 2009; Pinedo et al., 2018; Ponce et al., 2015). Sin embargo, actualmente, existen programas de promoción de producción de especies nativas andinas, reintroduciendo su cultivo orgánico, en las comunidades agrícolas para mejorar la calidad nutritiva y ofrecer nuevas alternativas de mercado, tal como es el caso de la kiwicha (Córdova, 2009).

En muchas especies en las que el cultivo está siendo reintroducido, los agricultores emplean variedades seleccionadas en estaciones experimentales, para incrementar la productividad por unidad de superficie y responder a las normas de calidad exigidas por las empresas de transformación agroindustriales (Dufumier, 2014)

Este tipo de especies son tolerantes a factores climáticos adversos como la sequía y las altas temperaturas por lo que pueden reducir los daños del cambio climático (Celis et al.,

2018). Al ser incorporarlos en los sistemas agrícolas podrían con el tiempo contribuir a mejorar los niveles sustentabilidad promovidas por Altieri (2000) y Nichols y Altieri (2006).

4.4.3. Sostenibilidad social

La Figura 13 muestra los valores de los sub indicadores sociales. Se puede apreciar que para el sub indicador VIVI (Vivienda) que los valores variaron de 3.17 a 4.0 y el valor más bajo corresponde a Santa Cruz y el más alto a la comunidad de Tinco. Para el sub indicador EDUC (Educación), los valores fueron entre 1.88 a 2.57 y el valor más bajo corresponde a Mato y el más alto a Tinco. Para el sub-indicador SALU (Salud), los valores variaron de 2.74 a 3.33 y el valor más bajo corresponde a Santa Cruz y el valor más alto Yungay. Para el sub indicador SEBA (Servicios básicos) los valores variaron de 3.74 a 4.14 y el valor más bajo corresponde a Yungay y el más alto a Tinco. Para el Sub indicador OTEC (Oferta tecnológica), los valores variaron de 1.31 a 2.64 y el valor más bajo corresponde a Mato y el más alto a Santa Cruz. Para el sub indicador SPRO (Sistema de producción), los valores variaron de 2.85 a 3.14 y el valor más bajo corresponde a Pariahuanca y el más alto a Tinco. Para el sub indicador NIVI (Nivel de integración), los valores variaron de 2.77 a 3.14 y el valor más bajo corresponde a Pariahuanca y el valor más alto a Tinco. Para el sub indicador ATEC (Asistencia técnica) los valores variaron de 2.33 a 2.79 y el valor más bajo corresponde a Yungay y el más alto a Santa Cruz

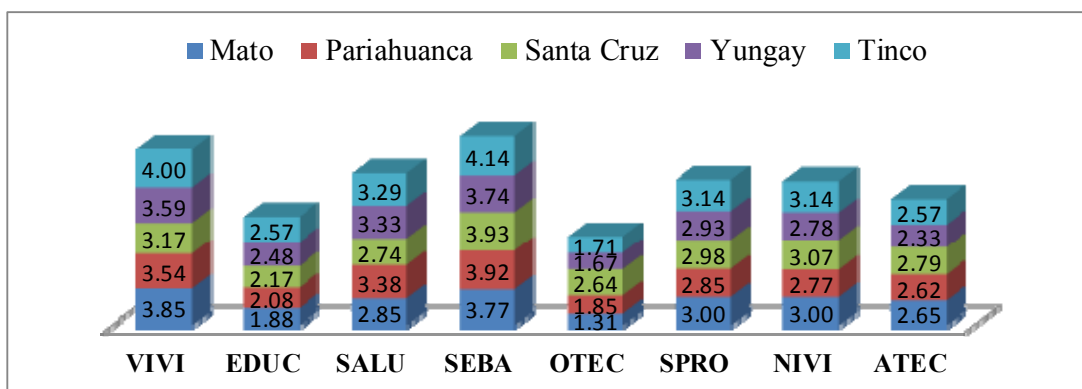


Figura 13. Valores de los subindicadores de la dimensión social en las comunidades de Mato, Pariahuanca, Santa Cruz, Yungay y Tinco. Ancash, 2019. Leyenda: VIVI (Vivienda), EDUC (Educación), SALU (Salud), SEBA (Servicios básicos), OTEC (Oferta tecnológica), SPRO (Sistema de producción), NIVI (Nivel de integración), ATEC (Asistencia técnica)

Los mayores valores se observan en los sub indicadores niveles de integración social, vivienda y servicios básicos. Según; Córdova (2009), el acceso a la electricidad y comunicaciones, más educación, dará el «empoderamiento» a las poblaciones para decidir su destino y utilizar mejor sus recursos.

Los sub indicadores oferta tecnológica (OTEC) y nivel de educación (EDUC), presentaron valores por debajo del umbral mínimo de sustentabilidad a nivel de las cinco comunidades (Figura 13). Solo el 27.0% de la población rural de Ancash tiene algún nivel de educación superior (GOREA, 2008). De acuerdo al INEI (2013) en el Perú de los 2 160, 000 productores (90% pequeños productores) solo el 10% ha recibido algún tipo de capacitación o asistencia técnica. De acuerdo al CIMMYT, (2003) y Pinedo et al. (2018), la educación es un factor clave para promover el cambio tecnológico en los productores. Con respecto a la educación Córdova (2009) indica que esta debe adecuarse a las peculiaridades de las áreas; por lo tanto, los programas de capacitación y transferencia de tecnologías deben realizarse con métodos y medios funcionales para estos territorios.

En la Figura 14, los valores de los sub indicadores que superan el UM (Umbral Mínimo) para la comunidad de Mato fueron vivienda, servicios básicos, sistema de producción y nivel de integración. Para la comunidad de Pariahuanca los sub indicadores vivienda, salud y servicios básicos presentan valores mayores al UM. Para la comunidad de Santa Cruz se observaron valores mayores al UM para los sub indicadores vivienda, servicios básicos y nivel de integración. Los sub indicadores con valores superiores al UM, para la Comunidad de Yungay fueron vivienda, salud y servicios básicos. En la Comunidad de Tinco, los sub indicadores con valores mayores al UM fueron vivienda, salud, servicios básicos, sistema de producción y nivel de integración.

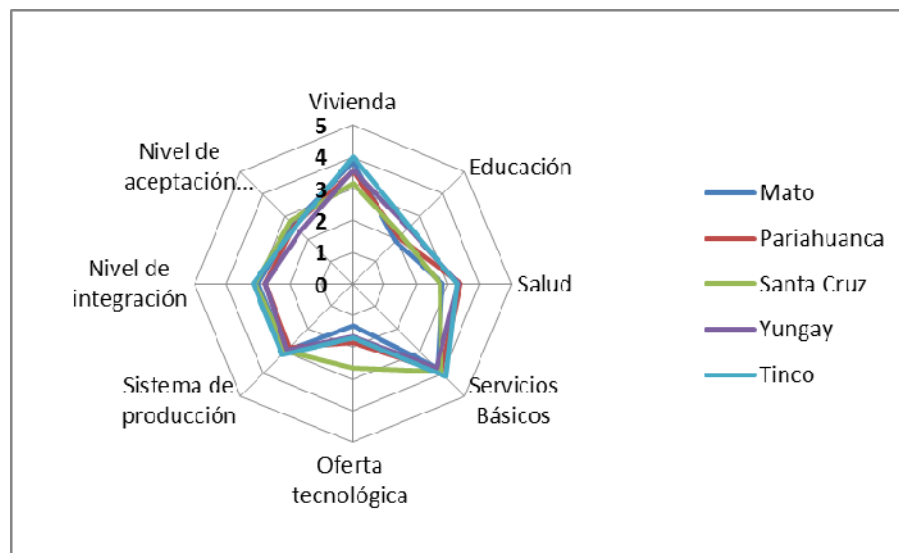


Figura 14: Niveles de sostenibilidad social en las comunidades de Mato, Pariahuanca, Santa Cruz, Yungay y Tinco. Ancash 2019. Leyenda: VIVI (Vivienda), EDUC (Educación), SALU (Salud), SEBA (Servicios básicos), OTEC (Oferta tecnológica), SPRO (Sistema de producción), NIVI (Nivel de integración), ATEC (Asistencia técnica)

4.5. Análisis de Índice de Sustentabilidad General (ISGen)

Los valores del Índice de Sustentabilidad General (ISG) para las comunidades de Mato, Pariahuanca, Santa Cruz, Yungay y Tinco fueron 2.51, 2.35 y 2.84, 2.49 y 2.46 respectivamente (Figura 15). Esos valores muestran que las unidades agrícolas que incluyen en su plan de cultivo a la kiwicha nos son sustentables en las cinco comunidades antes mencionadas.

Para ser sostenible según la escala de valoración establecida, los valores deben ser mayores a 3 (Pinedo et al. 2018; Sarandón y Nichols 2014). El sistema tradicional de cultivo de kiwicha requiere ser mejorado y de esa forma contribuir a incrementar el valor de los niveles de sostenibilidad en términos económicos, ambientales, sociales e institucionales (FAO, 2011); es decir requiere de decisiones políticas y mejores tecnologías (Maletta, 2017)

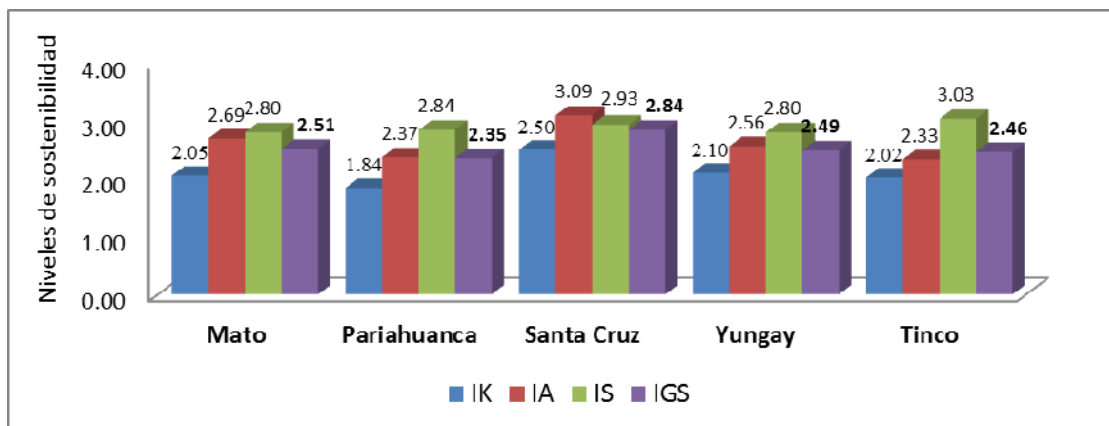


Figura 15: Valor de los Indicadores Económicos (IK), Indicador Ambiental (IA) , Indicadores Sociales (IS) e Índice de Sostenibilidad General (ISG) de la producción de kiwicha, en las comunidades de Mato, Yungay y Santa Cruz, Ancash 2019.

Según el GOREA (2008), los tres cultivos más importantes en la sierra de Ancash son la papa, maíz y trigo. Con respecto al cultivo de kiwicha, Ancash ocupa el cuarto lugar en superficie productiva con 226 ha (MINAGRI 2019). Miñano (2015), señala que el área de producción de kiwicha es pequeña a nivel nacional por lo que es necesario incrementarla a través de mejores prácticas culturales y variedades de alto potencial de rendimiento para alcanzar mejores niveles de sustentabilidad. Según Muro (2013) una forma de incrementar la rentabilidad sería darle un valor agregado al producto cosechado, que se comercializa como grano, y de esa forma mejorar el ingreso de los productores y demás agentes de la cadena agroproductiva.

Actualmente la kiwicha es un buen cultivo alternativo por su valor nutritivo, sus buenos precios y su capacidad de prosperar en condiciones marginales. Por ello, la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos (NAS, por sus siglas en inglés) considera al amaranto como la planta más prometedora para combatir el hambre en el mundo (Porrás, 2012).

El reconocimiento o re valoración de las especies nativas, como la Kiwicha, puede convertirla en una alternativa no solo para los agricultores de subsistencia o pequeños productores sino también para agricultores de gran escala (CAN, 2011; Maletta, 2017). Estos últimos pueden aplicar mejores técnicas de cultivo.

Sin embargo, el incremento de su área cultivada, pone de manifiesto otros factores limitantes para el desarrollo sustentable del cultivo como, por ejemplo: la alta cantidad de plagas que lo infestan y que determina el uso de pesticidas, incremento de la mano de obra durante el ciclo del cultivo, especialmente para el control de malezas, el desahije y cosecha. Ello afecta el beneficio económico de las familias que los cultivan y afecta el medio ambiente. Los graves daños ambientales son de diversa naturaleza como por ejemplo: reducción del porcentaje de humus de los suelos, erosión y salinización de las tierras arables, pérdida de la biodiversidad domesticada y silvestre, proliferación intempestiva de insectos predadores, de agentes patógenos y de malezas entre otros emisiones de gases con efecto invernadero (gas carbónico, metano y protóxido de nitrógeno) y contribución al calentamiento climático global; etc. (Dufumier, 2014)

Lo importante sería combinar el conocimiento tradicional y las técnicas modernas. El conocimiento tradicional adquiere relevancia no sólo en el manejo de la biodiversidad existente, sino también en el desarrollo de prácticas autóctonas, mantenidas y mejoradas de generación en generación, que permiten la supervivencia con actividades primarias como la agricultura (Hernández, 2018). Se debe tener en cuenta que, el manejo tecnificado, además de aportar un poco más de ingreso y menores costos de producción a las familias, permite un ahorro de tiempo cercano al 50% en las prácticas agrícolas del cultivo en comparación con el manejo tradicional (Sánchez-Olarte et al., 2016).

Entre las estrategias para lograr sustentabilidad destaca la agricultura ecológica que permite utilizar al máximo los recursos de la naturaleza y al mínimo los insumos externos (fertilizantes y plaguicidas) dando lugar a una mayor producción local de alimentos básicos que elevan los estándares nutricionales y mejoran los índices de salud de los productores y sus familias (Hernández, 2018).

V. CONCLUSIONES

1. Se identificaron tres tipos de productores: productores de minifundio, pequeños productores y medianos productores, considerando como variables de clasificación el tamaño del área cultivada, costo de producción, superficie cultivo secundario e ingreso neto mensual. En general la producción de kiwicha no es importante en el contexto global de la unidad agrícola.
2. Los valores observados para las variables evaluadas en el experimento de niveles de fertilización como altura de planta, rendimiento de grano, días a la floración, días a la maduración, peso de 1000 granos y contenido de proteína del grano, en general, no difieren significativamente tanto a nivel de dosis como a nivel de variedades, con excepción de las variables altura de planta, floración y maduración en promedio de dosis de fertilización, el peso de mil granos para variedades en promedio de las dosis de fertilización.

En la dosis 120-100-80, se halló el mayor rendimiento ($2235,12 \text{ kg ha}^{-1}$); mientras con la dosis 100-80-60, la mayor altura de planta (101,92 cm) y el mayor peso de mil granos (1,06 g); sin embargo, con la dosis más baja (18-46-30), se halló el mayor contenido de proteína (14,23 %). En el comportamiento varietal, el ecotipo local Caracino resultó con el mayor rendimiento ($2208,33 \text{ kg ha}^{-1}$); mientras que con la variedad Oscar blanco el mayor contenido de proteína (15,39 %).

3. Las unidades agrícolas que incluyen el cultivo de kiwicha en su cédula agrícola, en las cinco comunidades evaluadas, no alcanzan a niveles de sostenibilidad, con la metodología empleada y con la información utilizada en el presente estudio.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de tipificación de productores de zonas aledañas al ámbito de estudio de tal forma sirva como una herramienta de planificación y la toma de decisiones para fomentar proyectos productivos acorde a la realidad de la región Ancash.
2. Realizar estudios en condiciones de las principales zonas productoras de kiwicha de la región Ancash, en la eficiencia de absorción de NPK y sus efectos sobre el crecimiento y productividad de la kiwicha utilizando combinaciones de fuentes de materia orgánica y niveles crecientes de N.
3. Continuar con proyectos de investigación en el cultivo de kiwicha sobre los niveles de sostenibilidad en sistemas de agricultura familiar y sistemas convencionales utilizando otras herramientas metodológicas de análisis multivariado.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alban, R., Arteaga, M., Herrera, F. 2017. La agricultura urbana en Caracas: diagnóstico de los espacios agroproductivos desde una perspectiva socioecológica. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 14(80), 1-19. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr14-80.aucd>
- Álvarez, S., Paas, W., Descheemaeker, K., Tiftonell, P., Groot, J.C.J. 2014. Construcción de tipologías, una forma de manejar la diversidad de las fincas: directrices generales para Humidtropics. Informe para el Programa de Investigación de CGIAR sobre Sistemas de los Trópicos Húmedos. Grupo de Ciencias de las Plantas, Universidad de Wageningen, Países Bajos.
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E.K., Gallagher, E. 2010. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional glutenfree ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, (21), 106-113.
- American Society of Agronomy, 1987. Environment, growth and development. Washinton D.C., EUA: Development Committee Pamphlet N° 14. 20p.
- Apollin, F., Eberhart, C. 1999. Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural. Guía metodológica. CAMAREN, Quito-Ecuador. 239 p.
- Arellano, J. L., Galicia J.A. 2007. Rendimiento y características de planta y panoja de amaranto en respuesta a nitrógeno y cantidad de semilla. *Agricultura técnica en México*, 33(3), 251-258.
- Ayala-Garay, A., Espitia-Rangel, E., Rivas-Valencia, P., Martínez-Trejo, G. y Almaguer-Vargas, G. 2016. Análisis de la cadena del valor de amaranto en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. (1) 13: 87-
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360545634006> .
- Ayora L. 2015. Caracterización geoespacial de la cuenca media y baja del río Supe para identificar sistemas agrícolas prevalentes. *Aporte Santiaguino* 2(3), 39-65.

- Balda, A. 2012. Metodología para caracterizar participativamente fincas y comunidades en proceso de transición agroecológica.
- Barreto, J., Julca, A., Canto, M. 2015. Sostenibilidad ecológica de la Producción Agropecuaria Tradicional de Carhuaz, Ancash, Perú. *Aporte santiaguino* 8 (2): 219-228.
- Barreto, J.F. 2017. Caracterización y sostenibilidad de los sistemas agropecuarios tradicionales de Carhuáz, Ancash, Perú. Tesis para optar el grado de Doctoris Philosophiae en Agricultura Sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina. 67 p.
- Benton, T. 1994. Biology and social theory in the environmental debate. En Redelift M. Benton T (Eds.) *Social Theory and the Global Environment*. Routledge. Londres, RUI. 28-50.
- Bosque, H., Trigo, R., Mercado, G., Rojas, V., Cestari M., Montes de Oca, M., y Delgadillo, C. 2016. Revalorización sostenible de la agrobiodiversidad a través de la gastronomía: la visión del proyecto LATINCROP. *RIIARn*, 3(2):214-217. Comunicación Agraria. http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v3n2/v3n2_a11.pdf.
- Cáceres, D. 2006. Sustentabilidad como Concepto Situado. Un Marco Conceptual para la Construcción de Indicadores. *Des. Rural Coop. Agrário* 8: 165-178.
- Callupe, M.Y. 2010. Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de dos variedades de Kiwicha: Oscar Blanco y Centenario, en la provincia de Huaylas, distrito de Mato. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. 45 p.
- CAN (Comunidad Andina de Naciones). 2011. Agricultura Familiar Agroecológica Campesina en la Comunidad Andina. Una opción para mejorar la seguridad alimentaria y conservar la biodiversidad. 92 p.
- CMMAD (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo).1988. Nuestro futuro común. Madrid. Alianza Editorial.

- Carrasco, C.R., Figueredo, C.R., Curbelo, R.L, Masaquiza, M.D. 2017. Caracterización de fincas ganaderas para el trabajo de extensión rural en Ecuador. I. Determinación de las principales heterogeneidades. *Revista de Producción Animal*, 29(2), 1-5.
- Carrillo, B., Moreira, V., & Gonzales J. 2011. Caracterización y tipificación de sistemas productivos de leche en la zona centro- sur de Chile: un análisis multivariable. *IDESIA*, 29 (1), 71-81
- Castelán, R., Tamariz, V., Ruiz, J., Linares, G.2014. Evaluación de la sustentabilidad de la actividad agrícola de tres localidades campesinas en Pahuatlán, Puebla. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1(3):219-231.
- Castro-Giráldez, M., Fito, P., Prieto, J., Andrés, A., Fito, P. 2012. Study of the puffing process of amaranth seeds by dielectric spectroscopy. *Journal of Food Engineering* (110) 298–304.
- Celis, M.F., Leyton, V.A., Ramírez L.L., Salinas, LC., Tejada, A.E. 2018 Planeamiento Estratégico para la Industria de la Kiwicha peruana. Tesis para obtener el grado de magíster en administración estratégica de empresas PUCP. 133 p.
- Centro Internacional del Maíz y Trigo (CIMMYT). 1993. La adopción de tecnologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas. México, D.F.: Programa de Economía del CIMMYT.
- Chagaray, A. 2005. Estudio de factibilidad del cultivo del amaranto. Provincia de Catamarca: Perú. Estudio de factibilidad. Dirección Provincial de Programación del Desarrollo. Ministerio de Producción y Desarrollo. Gobierno de la Provincia de Catamarca. 28p.
- Chamorro, R.E. 2018. Valor nutricional y compuestos bioactivos de 30 accesiones de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) del INIA-Perú” tesis para optar el grado de maestro Magister Scientiae En Tecnología De Alimentos.
- Córdova, H. 2009. Ventajas y desventajas del desarrollo rural sostenible en ambientes de montaña. *Espacio y Desarrollo*, 21: 7-19.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5339546>

- Coronel de Renolfi, M., Ortuño, S. 2005. Tipificación de los sistemas productivos agropecuarios en el área de riego de Santiago del Estero, Argentina. Problemas del Desarrollo. *Revista Latinoamericano de Economía*, 36(140), 63-88.
- Costanza, R., Daly, H. 1992. Natural Capital and Sustainable Development. *Conservation Biology*, 6 (1) 46p. Disponible en: <http://www.pdx.edu/sites/www.pdx.edu.sustainability/files/Costanza%20and%20Daly%201992.pdf>.
- Criollo, E.H., Lagos, B.T., Bacca, I.T., Muñoz, B.J. (2016). Caracterización de los sistemas productivos de café en Nariño, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 19(1): 105-113.
- Dufumier, M. 2014. En Hidalgo F., Francisco, ed. *Agriculturas campesinas en Latinoamérica: propuestas y desafíos* / Francisco Hidalgo F., François Houtart, Pilar Lizárraga A., editores —1.ª ed.—. Quito: Editorial IAEN, 2014
- Escobal, J. 2015. *Agricultura peruana: nuevas miradas desde el Censo Agropecuario*, Lima: GRADE
- Escobar, G., Berdegué, J. (1990). Tipificación de sistemas de producción agrícola. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción. Santiago de Chile.
- Espitia, E., Mapes, C., Escobedo, D., De la Olán, M., Rivas, P., Martínez G., Cortés L., Hernández, J. M. 2010. Conservación y uso de los recursos genéticos de Amarantho en México. INIFAP, Centro de Investigación Regional Centro, Celaya, Guanajuato, México.
- Estrada, R. 2011. *Kiwicha alimento nuestro para el mundo*. Instituto Nacional De Innovación Agraria Programa Nacional De Investigación en cultivos andinos Estación Experimental Agraria Andenes Cusco. 41 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2012. *Los fertilizantes y su uso*. Segunda edición. Roma, Italia. 77p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 1999. *El enfoque de sistemas agropecuarios para el desarrollo SAD*. Servicio de

- Administración de Unidades Agropecuarias y Producción Económica – FAO. pp. 13-34.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 1999. El enfoque de sistemas agropecuarios para el desarrollo SAD. Servicio de Administración de Unidades Agropecuarias y Producción Económica – FAO. pp. 13-34.
- FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2011. Ahorrar para crecer. Guía para los responsables de las políticas de intensificación sostenible de la producción agrícola en pequeña escala (ISPA). Roma, Italia.
- Geilfus F. 2009. 80 Herramientas para el desarrollo participativo. Diagnóstico, planificación monitoreo y evaluación. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (8ª edición. IICA, 2002. 217 p.
- GOREA (Gobierno Regional de Ancash, PE). 2008. Plan de Desarrollo Regional Concertado 2008-2021 de Ancash Gerencia de Planeamiento. 125 p.
- Gorinstein, S., Pawelzik, E., Delgado-Licon, E., Haruenkit, R., Weisz, M., Trakhtenberg, S. 2002. Characterisation of pseudocereal and cereal proteins by protein and amino acid analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 886-891.
- Henostroza, E. 2010. Efecto de la comparación de microorganismos eficaces (EM) y compost en el rendimiento del cultivo de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en el distrito de Mato, Provincia de Huaylas. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. 82 p.
- Hernández, B., Santiago, D., Miguel, A., Cruz, C. y Regino, J. 2018. Empresas sociales rurales, estrategia de desarrollo sustentable y conservación del patrimonio cultural inmaterial. caso: “amaranto (*Amaranthus spp*) de mesoamerica”. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 42, 955-967. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14156175014>.
- Hernández, E., García, E., Ramírez, J. 2014. Caracterización de suelos cultivados con amaranto y algunos aspectos agronómicos de la planta. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 5 (3):421-431.

- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2015. Estudio: el mercado y la producción de quinua en el Perú. Lima.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2002. Guía para la aplicación del análisis multivariado a las encuestas de hogares. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales. Lima, Perú.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2014. Ancash: *Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2013*. Lima, Perú. Recuperado de https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1213/PDF/libro.pdf
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2013. Resultados definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima, Perú. 62 p.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2015. Encuesta Nacional Agropecuaria (2015). Ficha técnica. https://www.inei.gov.pe/media/encuestas/documentos/FICHATECNICAENA2015_12012015.pdf
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2016. Informe Técnico: Evolución de la Pobreza Monetaria 2009-2015. Recuperado de: https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1347/libro.pdf.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2017. Directorio Nacional de Municipalidades Provinciales, Distritales y de Centros Poblados 2017. Recuperado de https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1420/libro.pdf.
- INIA (Instituto Nacional de Información Agraria, PE). 2013. Metodologías de transferencia de tecnologías.
- ITIS (Integrated Taxonomic Information System). s.f. Washington, DC. Disponible en <https://www.itis.gov/>. (Consultado 29 de noviembre de 2019).

- Jiménez-Esparza L.O., González-Parra M.M., Bastidas-Tibanquiza M.L., Decker-Campuzano F.E. 2018. Evaluación del rendimiento de tres sistemas de siembra y dos variedades de amaranto (*Amaranthus quitensis*) y (*Amaranthus hypochondriacus*). *J Selva Andina Biosph*, 6(2), 65-75.
- León, A., Rosell, C. 2007. De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. - 1a ed. - Córdoba: Hugo Báez Editor. 480 p. Ritva Repo-Carrasco-V, Gladys Cortez, Rafael Onofre Montes, Lidia Quispe Villalpando, Isabel Ramos. Granos andinos.
- López, I. 2012. Sustentabilidad Débil y Fuerte y democracia Deliberativa, Getafe, España
- López-Calva L.F., Ortiz-Juárez E. 2011. A vulnerability approach to the definition of the middle class. Policy Research Working Paper, 5902. Washington, DC: World Bank.
- Lores, A., Leyva, A., Varela, M. 2008. Los Dominios de Recomendaciones: Establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas, *Cultivos Tropicales*, 29(3), 5-10. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193221653001>
- Makus, D.J. 1991. Applied N affects vegetable and seed quality of amaranth. Proc. of the fourth amaranth symposium: perspectives on production, processing and marketing. Minneapolis MN. 23-25 august 1990. Minn Ext. Serv. St Paul MN. Rodale Research Center, Rodale Press, Emmaus PA. 187-188 pp.
- Málaga, L.; Morón, S.; Idelfonso, C.; Reyna, J.; Sam, O.; Ross, R. 1986. V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. 10-14 Marzo, Puno-Perú.
- Malagón, R., Prager, M. 2001. El enfoque de sistemas: Una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. 190 p.
- Maletta, H. 2017. La pequeña agricultura familiar en el Perú. Una tipología micro regionalizada. En IV Censo Nacional Agropecuario 2012: Investigaciones para la toma de decisiones en políticas públicas. Libro V. Lima, Perú.

- Martínez-Reina, A.M. 2013. Caracterización socioeconómica de los sistemas de producción de la región de La Mojana en el Caribe de Colombia. *Corpoica Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 14(2), 165-185.
- Matías, G., Hernández, B.R., Peña, V., Torres, N.G., Espinoza, V.A., Ramírez, L. 2018. Usos actuales y potenciales del Amaranto (*Amaranthus* spp.). *Of Negative & No Positive Results*. 3(6):423-436.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE). 2015. Estrategia nacional de agricultura familiar 2015 – 2021. Lima, Perú. 83p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE). 2016a. *Estadística agraria*. Oficina de Información Agraria. Lima, Perú. Recuperado de <https://www.gob.pe/minagri#informes-y-publicaciones>
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE). 2016b. Sistema Integrado de Estadística Agraria: Anuario estadístico de producción agrícola y ganadera 2016 (cuadros en Excel). Recuperado de <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarioestadisticos>.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE). 2017. Sistema Integrado de Estadística Agraria: Anuario estadístico de producción agrícola 2017 (cuadros en Excel). Recuperado de <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarioestadisticos>.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE). 2018. Plan Nacional de Cultivos (Campaña Agrícola 2018-2019). Dirección General Agrícola, Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas y la Dirección General de Políticas Agrarias. Lima, Perú. 293 pp.
- Miñano, D. 2015. Estudio del comportamiento de líneas avanzadas mutantes de kiwicha (*Amarantillus caudatus* Linn.) bajo distintos sistemas de cultivo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú. 95 p.
- Muro, J.A. 2013. Granos Andinos (Quinua, Tarwi, Cañihua y Kiwicha) Producción nacional, puntos críticos y estrategias para su desarrollo. <http://repositorio.promperu.gob.pe/repositorio/123456789/972>.

- Nájera G.O., Bojórquez. JI., Vílchez, F.F.2000. Cobertura del terreno y uso del suelo de la reserva ecológica sierra de San Juan, Nayarit. En: Cuarta Reunión de Investigación y Desarrollo Tecnológico, 180-181. Tepic, Nayarit, México.
- Norgaard, R.B., & Sikor, T.O. 1999. Metodología y práctica de la agroecología. En M. Altieri (Ed.), Agroecología, Bases científicas para una agricultura sustentable (pp. 31-46). Recuperado de <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>.
- Paucar–Menacho, L.; Peñas, E.; Dueñas, M.; Frias, J.; Martínezvillaluenga, C. 2017. Optimizing germination conditions to enhance the accumulation of bioactive compounds and the antioxidant activity of kiwicha (*Amaranthus caudatus*) using response surface methodology. *Food Science and Technology*. 76: 245-252.
- Paz, R., Álvarez, R., Castaño, L. 2000. Parámetros técnico-productivos y tipologías en los sistemas caprinos tradicionales en áreas de secano. *Archivos latinoamericanos de producción animal*, 8(2), 59-68.
- Peralta, E., N. Mazón, Á. Murillo, M. Rivera, D. Rodríguez, L. Lomas, C. Monar. 2012. Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinoa, Amaranto y Ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. Tercera edición. Publicación Miscelánea No. 69. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 68 p.
- Pinedo, R., Gómez, L., & Julca, A. 2018. Sostenibilidad de sistemas de producción de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5 (15), 399-409. doi: 10.19136/era. a5n15.1734.
- Pinedo, R., Gómez, L., Julca, A. 2017a. Caracterización de sistemas de producción de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el distrito de Chiara, Ayacucho. *Aporte santiaguino*, 10 (2), 351-364.
- Pinedo, R., Gómez, L., Julca, O. 2017b. Indicadores de sostenibilidad de sistemas de producción de quinoa en Chiara, Ayacucho. *Aporte Santiaguino*. 10 (2): 197-210.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2017. Documento del Programa para Perú (2017 - 2021). Lima, Perú.

- Polar, V., W. Rojas, M. Jäger y S. Padulosi. 2010. Taller de Análisis Multiactoral para la Promoción del Uso Sostenible del Amaranto. Memorias del Taller realizado en Sucre, Bolivia, 19-20 de noviembre de 2009. Fundación PROINPA y Bioversity International. Sucre, Bolivia. pp 30.
- Ponce, C., Arnillas, C.A., Escobal, J. 2015. Cambio climático, uso de riego y estrategias de diversificación de cultivos en la sierra peruana. En: Escobal, Javier; Ricardo Fort y Eduardo Zegarra (Eds.) Agricultura peruana: nuevas miradas desde el Censo Agropecuario/Javier Escobal, Ricardo Fort y Eduardo Zegarra (Eds.). Lima: GRADE.
- Ramírez, M.L., Espitia, E., Carballo, A., Zepeda, R., Vaquera, H., & Córdova, L. (2011). Fertilización y densidad de plantas en variedades de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(6), 855-866. Recuperado en 25 de mayo de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000600005&lng=es&tlng=es.
- Remmers, G. 1993. Agricultura Tradicional y agricultura ecológica vecinos distantes. *Agricultura y Sociedad* N° 66: pp. 201-220.
- Rocha, C., Mora, J., Romero, J. 2016. Tipología de sistemas de producción en la zona rural del municipio de Ibagué, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 253–264. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v27i2.24360>
- Román, R. 2010. Efecto de la capacitación en los productores y del manejo adecuado del cultivo de kiwicha (*Amarantus caudatus*) en su rendimiento, en el distrito de Santa cruz, Huaylas, Ancash. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Ancash, Perú.
- Romero, C., Ocampo, J., Sandoval, E., Navarro, H., Franco, O. y Calderón, F. 2019. Fertilización orgánica-mineral del cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8 (8): 1759-1771, 2017. [Fecha de consulta: 14 de enero de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153822010>.

- Romero, D. 2001. Efecto de seis niveles de fertilización sobre el rendimiento de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) variedad Oscar Blanco. Mato (1900 msnm) Huaylas, Ancash. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. 43 p.
- Salcedo, S., de la O, A.P. Guzmán, L. 2014. El concepto de agricultura familiar en América Latina y el Caribe. En Salomón Salcedo y Lya Guzmán (Eds.). Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de política (pp. 17-34). Santiago de Chile: FAO.
- San Miguel-Chávez, R., V. Hernández-Sequera, D., Rosas-Calleja, A., Trinidad-Santos, A., Larqué-Saavedra, A. 1999. Efecto del potasio sobre la conductancia estomática y contenido de clorofila en amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 5 (1), 19-22.
- Sánchez, A. 1982. Diagnóstico agroecológico preliminar de las áreas del país al Norte del río Orinoco. Venezuela. CENIAP-FONAIAP
- Sánchez-Olarte, J., Argumedo-Macías, A., Álvarez-Gaxiola, J. F., Méndez-Espinoza, J. A., Ortiz-Espejel, B. 2016. Análisis económico del sistema socio técnico del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla. *Acta Universitaria*, 26(3), 95-104. doi: 10.15174/au.2016.888.
- Sarandón, S. J. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En Sarandón, S. J. (Eds.) *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable* (pp. 393-414). Recuperado de <https://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/10/SARANDON-cap-20-Sustentabilidad.pdf>
- Sarandón, S.J., Flores C. 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. Argentina. 466 p.
- Scheffer, M., Brock, W. Westley, F. 2001. Socioeconomic mechanisms preventing optimum use of ecosystem services: an interdisciplinary theoretical analysis. *Ecosystems* 3, 451-471.
- Silva-Santamaría, L. y Ramírez-Hernández, O. 2017. Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en San José de las Lajas, provincia de

- Mayabeque, Cuba. *Luna Azul* 44, 120-152. DOI: 10.17151/luaz.2017.44.8.
Recuperado de <http://200.21.104.25/lunazul/index.php/component/content/article?id=224>.
- Strauss, A, Corbin J, 2002. Bases de la investigación cualitativa, técnicas y procedimientos para desarrollar teoría Fundamentada. 1º edición. Medellín, Colombia. 335 p.
- Sumar, L. (1986). *Kiwicha: El Pequeño Gigante*. Publicación de la Oficina del Área de UNICEF, Cuzco-Perú.
- Taylor, S.J., Boydan, R. 2000. Introducción a los métodos cualitativos de Investigación. Tercera edición.
- Tovar-Paredes, J.L., Narváez-Solarte, W., & Agudelo-Giraldo, L. (2015). Tipificación de la gallina en los agroecosistemas campesinos de producción en la zona de influencia de la selva de Florencia (Caldas). *Revista Luna Azul*, 141, 57-72.
- Transue, D. K., D. J. Fairbanks, L. R. Robison, and W. R. Andersen. 1994. Species Identification by RAPD Analysis of Grain Amaranth Genetic Resources. *Crop Sci.* 34:1385-1389. doi:10.2135/cropsci1994.0011183X003400050044x.
- Tuesta, H.O., Julca, O.A., Borjas, V.R., Rodríguez, Q.P., & Santisteban, M.M. (2014). Tipología de fincas cacaoteras en la subcuenca media del río Huayabamba, Distrito de Huicungo (San Martín, Perú). *Ecología Aplicada*, 13(2), 71-78.
- Tuxil, J., Nabhan, G. P. 1998. Plantas, Comunidades y Áreas Protegidas. Una guía para el manejo in situ. Manuales de Conservación de la Serie “Pueblos y Plantas”, Editorial Nordan-Comunidad, Montevideo, Uruguay. 227pp.
- Vargas-Jarquín, E., Sánchez-Benavides, G.G. (2015). Caracterización de tres organizaciones de producción agrícola de la subregión Caraigres: Parte 1. Análisis descriptivo de las agrocadenas. *Tecnología en Marcha*, 28(1), 24-36. <https://doi.org/10.18845/tm.v28i2.2331>
- Vásquez, E.Y. 2010. Comparativo de rendimiento de dos variedades de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.), INIA 414-Taray y CICA 2006, con cuatro niveles de fertilización, Cañasbamba 2200 msnm Yungay, Ancash. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. 63 p.

- Velástegui-Espín, G.P., Núñez-Torres, O.P. Pazmiño-Miranda N., Villacrés-Villaruel M.R., Cruz-Tobar S.E. 2018. Comparación de dos variedades de amaranto: blanco (*Amaranthus hypocondriacus* L.) y sangoracha (*Amaranthus quitensis* L.) utilizando azolla (*Azolla Filiculoides*) como sustrato en la propagación sexual. *J Selva Andina Biosph*, 6(1), 11-21. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v6n1/v6n1_a02.pdf
- Velázquez, J.A., Perezgrovas, R. (2017). Caracterización de sistemas productivos de ganado bovino en la región indígena XIV TULIJÁ-TSELTAL-CHOL, Chiapas, México. *Agrociencia*, 51 (3), 285-297.
- Viglizzo, E.F., Ze Roberto. 1989. Diversification, productivity and stability of agroecosystems in the semi-arid pampas of Argentina. *Agricultural Systems* 31:279-91.
- Zandstra, H.G. Price, E.C. Litsinger, J.A. Morris, R.A. 1986. Metodología de investigación en sistemas de cultivo en finca. Ont. Ottawa. CIID. 156 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO1: ANALISIS DE SUELOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : RHODES LEOPOLDO MEJIA VALVAS

Departamento : ANCASH
 Distrito : MATO
 Referencia : H.R. 64969-131C-18

Provincia : HUAYLAS
 Predio : C.C. CAHUIDE
 Fecha : 21/09/18

Bolt.: 1909

Número de Muestra Lab	Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico		Clase	CIC	Cationes Cambiables				Suma de Bases	Suma de Bases	% Sat. De Bases		
								Arena %	Limo %			Ca ⁺² meq/100g	Mg ⁺² meq/100g	K ⁺	Na ⁺				Al ³⁺ + H ⁺	
11708		7.35	0.49	0.10	1.66	10.2	146	58	24	18	Fr.A.	13.92	1.58	0.33	0.05	0.10	0.00	2.06	2.06	15

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra Lab	Claves	B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
11708		1.91	15.20	110.00	9.60	2.70



Dr. Saúl García Berdezi
 Jefe del Laboratorio

MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcareo total (CaCO3): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. %M.O.= %Cx1.724.
6. Nitrogeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO3=0.5M, pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃ - COONH₄)N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃ - COOCH₃)N; pH 7.0
10. Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio (CH₃ - COONH₄)N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.

11. Al³⁺, H⁺: método de Yuan. Extracción con KCl, N

12. Iones solubles:

- a) Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
- b) Cl, CO₃⁼, HCO₃⁼, NO₃ solubles: volumetría y colorimetría, SO₄ turbidimetría con cloruro de Bario.
- c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
- d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

- 1 ppm= 1 mg/kilogramo
- 1 milimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro
- 1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg
- Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes
- CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad	CE(es)	Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas		
					Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
Clasificación del Suelo							
*muy ligeramente salino	<2	<2.0	<7.0	ppm K	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
*ligeramente salino	2 - 4	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defc. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	4 - 8	>4.0	>14.0	>240	*defc. K	>0.2	
*fuertemente salino	>8				*defc. Mg		>10

Reacción o pH

Clasificación del Suelo	pH
*fuertemente ácido	<5.5
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5
*neutro	6.6 - 7.0
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
*fuertemente alcalino	>8.5

CLASES TEXTURALES

CLASIFICACIÓN	Fr.Ar.A	Fr.Ar	Fr.Ar.L	Ar.A	Ar.L	Ar.
A = arena	= franco arcillo arenoso					
A.Fr = arena franca		= franco arcilloso				
Fr.A = franco arenoso			= franco arcilloso limoso			
Fr. = franco				= arcilloso arenoso		
Fr.L = franco limoso					= arcilloso limoso	
L = limoso						= arcilloso

Distribución de Cationes %

Cationes %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
=	=	=	=	=
60 - 75				
15 - 20				
3 - 7				
<15				