

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LÍNEAS AVANZADAS
MUTANTES DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus* Linn.) BAJO
DISTINTOS SISTEMAS DE CULTIVO”**

Presentado por:

DAVID MIÑANO CÁRDENAS

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

LIMA – PERÚ

2015

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LÍNEAS AVANZADAS
MUTANTES DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus* Linn.) BAJO
DISTINTOS SISTEMAS DE CULTIVO”**

Presentado por:

DAVID MIÑANO CÁRDENAS

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

**Ing. Mg. Sc. Roberto Ugás Carro
PRESIDENTE**

**Dra. Luz Gómez Pando
PATROCINADORA**

**Dr. Jorge Jiménez Dávalos
MIEMBRO**

**Ing. Mg. Sc. Enrique Aguilar Castellanos
MIEMBRO**

**Lima - Perú
2015**

F01.
M55
T

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I INTRODUCCIÓN.	1
1.1 OBJETIVOS.	2
II REVISIÓN DE LITERATURA.	3
2.1 INFORMACIÓN NUTRICIONAL DEL GRANO.	3
2.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA KIWICHA EN EL PERÚ.	8
2.3 SISTEMAS DE CULTIVO.	12
2.4 TECNOLOGÍA DE CULTIVO DE LA KIWICHA.	34
2.5 RENTABILIDAD.	34
III MATERIALES Y MÉTODOS.	36
3.1. MATERIALES.	36
3.1.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	36
3.1.2. MATERIAL GENÉTICO.	36
3.1.3. EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS AGRÍCOLAS.	37
3.1.4 INSUMOS PARA EL SISTEMA DE CULTIVO CONVENCIONAL.	37
3.1.5 INSUMOS PARA EL SISTEMA DE CULTIVO ECOLOGICO O CON PRODUCTOS ORGÁNICOS.	38
3.2 METODOLOGÍA.	39
3.2.1 EXPERIMENTO 1: INSUMOS ORGÁNICOS Y GUANO DE ISLAS.	41
3.2.2 EXPERIMENTO 2: INSUMOS ORGÁNICOS Y ESTIÉRCOL OVINO.	41
3.2.3 EXPERIMENTO 3: SISTEMA CON INSUMOS CONVENCIONALES.	41
3.2.4 EXPERIMENTO 4: SISTEMA TRADICIONAL.	42
3.2.5 CARACTERÍSTICAS DE CADA UNO DE LOS EXPERIMENTOS.	42
3.2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL.	43
3.2.7 EVALUACIONES.	44

43942

IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	50
4.1	DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE SISTEMAS DE CULTIVO EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE NUEVAS LÍNEAS AVANZADAS DE KIWICHA EN CONDICIONES DE LA COSTA CENTRAL.	50
4.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS LÍNEAS CON MEJOR POTENCIAL DE RENDIMIENTO Y CALIDAD MEDIANTE EL ANÁLISIS COMBINADO DE VARIABLES.	68
4.3	EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA CADA SISTEMA DE CULTIVO Y SU GRADO DE RENTABILIDAD.	73
V	CONCLUSIONES.	85
VI	RECOMENDACIONES.	87
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	88
VII	ANEXOS.	95

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág
CUADRO 1: Serie histórica de la superficie (ha), rendimiento (kg/ha), producción (t) y precios (S/.) de la kiwicha a nivel nacional.	4
CUADRO 2: Serie histórica de valores de exportación en peso de toneladas (tm) y en valores FOB (miles de dólares norteamericanos).	6
CUADRO 3: Serie histórica de valores de producción y cantidad no exportada a nivel nacional (t).	7
CUADRO 4: Análisis de caracterización del guano de islas.	38
CUADRO 5: Análisis de caracterización del estiércol de vacuno.	39
CUADRO 6: Pérdida de nitrógeno durante el proceso de mineralización de la materia orgánica.	41
CUADRO 7: Escala de evaluación para pulgones encontró del 1 al 5.	47
CUADRO8: Valores medios del porcentaje de germinación de la kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.	51
CUADRO9: Valores medios de porcentaje de pudrición del cuello en la kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.	53
CUADRO 10: Valores medios número de áfidos en la kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.	54
CUADRO 11: Valores medios de la altura de planta de la kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.	56
CUADRO 12: Valores medios de días a la floración de la kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.	58
CUADRO 13: Valores medios del acame porcentual en la kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.	60
CUADRO 14: Valores medios del rendimiento de la kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.	62
CUADRO 15: Valores medios índice de cosecha de la kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.	64
CUADRO 16: Valores medios del peso de mil granos de la kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.	66

CUADRO 17: Valores medios del porcentaje de proteína de la kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013:	68
CUADRO 18: Valores medios de: Floración (Días), Peso de mil granos (g), contenido de Proteína del Grano (%) y Rendimiento de CUATRO SISTEMAS DE CULTIVO DE KIWICHA (<i>Amaranthus caudatus</i>). La Molina 2012- 2013.	70
CUADRO 19: Valores medios de: floración (días), peso de mil granos (g), contenido de proteína del grano y rendimiento (%) para cada uno de los nueve genotipos de Kiwicha (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) entre los cuatro sistemas de producción según la prueba Duncan del ANVA para el análisis combinado de experimentos independientes y por variables considerando $\alpha = 0.05$. La Molina 2012- 2013.	72
CUADRO 20: Análisis de rentabilidad – Sistema de cultivo con insumos orgánicos y guano de islas.	74
CUADRO 21: Análisis de rentabilidad – Sistema de cultivo con insumos orgánicos y estiércol.	75 77
CUADRO 22: Análisis de rentabilidad – Sistema de cultivo convencional.	78
CUADRO 23: Análisis de rentabilidad – Sistema de cultivo tradicional.	82
CUADRO 24: Rendimiento promedio histórico de amarantos de grano.	

INDICE DE FIGURAS

	Pág
FIGURA 1: Serie histórica de exportaciones de kiwicha. Periodo 2003 – 2011.	5
FIGURA 2: Historial climatológico durante la campaña experimental.	46

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Cronograma de labores por experimento.	95
ANEXO 2: Análisis de Suelo.	99
ANEXO 3: Análisis de varianzas para los sistemas de cultivo y su interacción.	100
ANEXO 4: Cociente por variables para la evaluación del análisis combinado.	108
ANEXO 5: Serie histórica del tiempo meteorológico durante la etapa experimental.	109

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por el apoyo y formación de pilares en mi vida

Al Programa de Investigación y Proyección Social de Cereales y Granos Nativos, en conjunto con todo su personal por la oportunidad y el apoyo durante el trabajo de investigación.

Por su disposición en atender mis consultas en sus áreas:

Al Ing. Mg. Sc. Carlos Cadenas.

Al Ing. Mg. Sc. German Joyo.

Al Ing. Felipe de Mendiburu.

Al Ing. Dr. Oscar Loli.

A la Ing. Mg. Sc. Clorinda Vergara

A los colaboradores:

Al Proyecto UNALM-VLIR (Consejo de Universidades Flamencas). Por la financiación para el desarrollo de la presente Tesis, a través de: SP Native Grains - Project 2: DEVELOPMENT OF VALUE CHAINS FOR BIODIVERSITY CONSERVATION AND IMPROVEMENT OF RURAL LIVELIHOODS.

Al Organismo Internacional de Energía Atómica Por la financiación a través del **Proyecto:** RLA/5/063, ARCAL CXXVI : *Apoyar el Mejoramiento Genético de Cultivos Subutilizados y Otros Cultivos Importantes para el Desarrollo agrícola Sostenible en Comunidades Rurales*

RESUMEN

La kiwicha (*Amaranthus caudatus*) es un grano nativo de alto valor nutritivo y podría constituirse en una alternativa importante para solucionar problemas de desnutrición en el Perú. Su área de producción es limitada por lo que es necesario incrementarla a través de mejores prácticas culturales y variedades de alto potencial de rendimiento. La presente tesis tiene como objetivos: A.- Determinar el efecto de los sistemas de cultivo en el rendimiento y calidad de nuevas líneas mutantes avanzadas de kiwicha en condiciones de la costa central. B.- Identificar líneas mutantes con mayor potencial de rendimiento y calidad para los sistemas de cultivo. C.- Evaluar los costos de producción de cada sistema de cultivo y el grado de rentabilidad. El estudio se realizó en condiciones de La Molina, en una siembra primavera-verano, comparando el rendimiento de dos variedades comerciales y siete líneas mutantes en cuatro sistemas de cultivo. Un sistema de cultivo convencional con fertilizantes y pesticidas inorgánicos, dos sistemas orgánicos con productos orgánicos para el control de plagas y dos abonos orgánicos diferentes el guano de isla y estiércol de vacuno y un sistema tradicional o testigo sin aplicación. Se evaluaron caracteres agronómicos y de calidad; empleando un diseño de Bloques al Azar con tres repeticiones. En el sistema orgánico con guano de islas se encontró un rendimiento promedio de experimento de 1344 kg/ha y proteína en el grano de 12.4%; sobresalen las variedades comerciales Oscar blanco (1848.9 kg/ha), Centenario (2026.0kg/ha) y la línea mutante MKSHUACHO-34(1510.4 kg/ha). En el orgánico con estiércol de vacuno se logró un rendimiento promedio de 924 kg/ha y proteína en el grano de 12%, destacando las líneas mutantes MKSHUACHO-34(1166.7 kg/ha) y MKSHUACHO-60(994.8kg/ha). En el sistema convencional se observó un rendimiento en promedio del experimento de 1494 kg/ha y un porcentaje de proteína en el grano de 12.5%, destacando las variedades comerciales Oscar Blanco (1812.5 kg/ha) y Centenario (2156.3kg/ha) y las líneas mutantes MKSHUACHO-91(1619.8kg/ha) y MKSHUACHO-60(1697.9 kg/ha). En el sistema tradicional sin insumos o control se observó un rendimiento de 1058 kg/ha y un contenido de proteína en el grano de 12.1%; destacando las líneas mutantes MKSHUACHO-51(1125 kg/ha), MKSHUACHO-34(1270 kg/ha), MKSHUACHO-911005.2 kg/ha) y MKSHUACHO-60(1208.3 kg/ha). La rentabilidad fue de 42.3% 3.6%, 0.6% y -10.9% para los cuatro experimentos; respectivamente.

Palabras clave: *Amaranthus*, Orgánico, Convencional, Tradicional.

ABSTRACT

Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) is a native grain of high nutritional value and could become an important alternative to solve problems of malnutrition in Peru. Its production area is limited so it is necessary to increase it, through improved cultural practices and varieties with high yield potential. This thesis aims to: A. – To determine the effect of cropping systems on the yield and quality of new kiwicha advanced mutant lines at the central coast conditions. B. – Identify mutant lines with higher yield potential and quality for the different cropping systems. C. – To evaluate production costs of each cropping system and the degree of profitability. It was established at La Molina location, in a spring-summer planting, comparing the performance of two commercial varieties and seven mutant lines in four crop systems. A conventional system using inorganic fertilizer and pesticides, two organic systems using organic products to control pests and two different organic fertilizer island manure and cow farm manure and a traditional system or control without input application. Agronomic and quality characters were evaluated using Randomized Block Design with three replications. In the organic system island manure the mean yield was 1344 kg / ha and grain protein was 12.4%; the varieties Oscar Blanco (1848.9 kg/ha) and Centenario (2026.0 kg/ha) and the mutant line MKSHUACHO-34(1510.4 kg/ha) had the best performance. In the experiment with cow farm manure input, the mean yield was 924 kg / ha and grain protein was 12%, the mutant lines MKSHUACHO-34(1166.7 kg/ha) and MKSHUACHO-60(1166.7 kg/ha) had better performance. In the conventional system grain yield mean was 1494 kg / ha and the percentage of protein in grain was 12.5%, the best performance corresponded to varieties Oscar Blanco (1812.5 kg/ha) and Centenario (2156.3kg/ha) for the mutant lines MKSHUACHO-91(1619.8kg/ha) and MKSHUACHO-60(1697.9 kg/ha). In the traditional system without inputs or control, the mean yield was 1058 kg / ha and grain protein content was 12.1%; MKSHUACHO-51(1125 kg/ha), MKSHUACHO-34(1270 kg/ha) MKSHUACHO-91(1005.2 kg/ha) and MKSHUACHO-60(1208.3 kg/ha) were the best genotypes. The economical return was 42.3% 3.6%, 0.6% y -10.9% respectively for the four experiments.

Key words: *Amaranth*, Organic, Conventional, Traditional.

I. INTRODUCCIÓN

La kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.), ha sido un producto emblemático de los granos andinos por su alta calidad nutricional y su facilidad de procesamiento desde la década de los años 80; destinándose la mayor parte de la producción a la exportación a mercados especializados con preferencia de productos ecológicos con alta calidad proteica. Sin embargo, su área de cultivo no se incrementó significativamente debido, entre otros factores a su alta susceptibilidad a las heladas, lo que limita su expansión a pisos altitudinales mayores en los que actualmente prospera. En condiciones de costa su cultivo se ve limitado por la gran demanda de otros cultivos de exportación. Sin embargo, la kiwicha por su alta tolerancia a la sequía podría ser; en el futuro, una opción interesante para la implementación de terrenos con poca disponibilidad hídrica, debido a su alta tolerancia a la sequía y ser una alternativa alimenticia importante, considerando sus precios y los de la quinua.

Para lograr incrementar el interés del agricultor y del industrial en este cultivo se requiere variedades con mayor potencial de rendimiento y calidad; además de contar con paquetes tecnológicos adecuados para su cultivo.

La producción ecológica o con empleo de productos orgánicos, es una importante opción para los agricultores debido a la alta rentabilidad, lograda con los altos precios de este tipo de productos destinados a un mercado muy especializado y que compensan los altos costos de producción y los menores rendimientos. Los precios altos se deben a que los productos orgánicos tienen mejor sabor, menor contaminación es decir no contienen trazas de sustancias tóxicas generadas por agroquímicos y residuos de los mismos.

En contraposición, la agricultura convencional actual, basada en la revolución verde, se enfoca en lograr máximos rendimientos en campo mediante el uso de alta cantidad de insumos agrícolas externos (variedades de alto rendimiento, fertilizantes, pesticidas y otros). En este tipo de agricultura la rentabilidad al agricultor proviene de una mayor productividad y podría ser una solución para incrementar la oferta de estos productos nutritivos, bajar los

precios y ponerlos a disposición de la población de menores recursos económicos pero con problemas de desnutrición graves. Sin embargo, es importante señalar que el uso excesivo de pesticidas puede generar gran impacto negativo en el agro-ecosistema, si no se cuenta con variedades adecuadas que respondan a la aplicación de estos insumos inorgánicos o tengan resistencia genética a estrés biótico (enfermedades, insectos y otros).

También existe información que demuestra que los productos orgánicos no son más alimenticios comparándolos con los obtenidos bajo el método convencional, siendo la única diferencia los aspectos relacionados al sabor y la contaminación; esto último permitiría revalorar la agricultura convencional si va acompañada del desarrollo de pesticidas más amigables con el medio ambiente o con menor impacto socio-ecológico.

Considerando estos aspectos se realizó la siguiente investigación que busco identificar nuevas variedades de kiwicha con mayor potencial de rendimiento y calidad y evaluar su respuesta a diferentes sistemas de cultivo en zonas como la Costa Central.

1.1 OBJETIVOS

- A. Determinar el efecto de dos sistemas de cultivo en el rendimiento y calidad de nuevas líneas mutantes avanzadas de kiwicha en condiciones de la costa central.
- B. Identificar líneas mutantes con mayor potencial de rendimiento y calidad para los sistemas de cultivo.
- C. Evaluar los costos de producción de cada sistema de cultivo y el grado de rentabilidad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA KIWICHA EN EL PERÚ:

La kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) es una especie nativa de Sud-América y fue empleada como alimento valioso en la época prehispanica, pero su cultivo fue decayendo en forma significativa después de la conquista española hasta casi desaparecer. Sin embargo, en la década de los 80 se inicia un movimiento de valoración de cultivos nativos y se empieza a reconocer a la kiwicha por su valor nutritivo, su rusticidad y su potencial para la exportación.

En el Cuadro 1 se presenta la serie histórica de la superficie, rendimiento, producción y precios de la kiwicha a nivel nacional. Se puede apreciar una tendencia creciente de la superficie, rendimiento y precios desde 1990 hasta 1997. Posteriormente no se observa esta tendencia, si no incrementos y disminuciones, probablemente de acuerdo a la demanda del mercado y a la presencia de organismos nacionales e internacionales trabajando con las comunidades agrícolas.

Cuadro 1: Serie histórica de la superficie (ha), rendimiento (kg/ha), producción (t) y precios (S/.) de la kiwicha a nivel nacional.

Años	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	RENDIMIENTO (kg/ha)	PRODUCCION (t)	PRECIO EN CHACRA (S/./kg)
1990	495	671	332	-
1991	652	698	455	0.49
1992	449	733	329	0.72
1993	567	970	550	1.06
1994	777	1008	783	1.37
1995	941	877	825	1.43
1996	1774	1282	2275	1.78
1997	2433	1530	3722	2.07
1998	1677	1185	1987	1.97
1999	1213	1121	1360	2.18
2000	1807	1488	2688	2.28
2001	2330	1460	3401	2.26
2002	1332	1561	2079	2.35
2003	2181	1614	3519	2.41
2004	1854	1485	2753	2.1
2005	919	1550	1425	2.16
2006	1183	1918	2268	2.32
2007	1496	1969	2945	2.8
2008	1904	1995	3797	2.73
2009	1483	1614	2394	2.88
2010	1113	1566	1742	3.31
2011	1796	1679	3016	3.34
2012	1718	1602	2752	3.59
2013	1633 (1401*)	1535 (721*)	2506 (1011*)	--
2014 (Ene-Jun)	866	1121	971	

Fuente: OEEE 1990 – 2012

Estadística Agraria Mensual

(MINAGRI) (2014)

*Período Ene – Jun del 2013

En la Figura 1, se puede observar el patrón de crecimiento de exportaciones y en el Cuadro 2 se puede apreciar que los valores observados no se deben a un aumento en cantidad de producto vendido sino sólo al precio del producto.

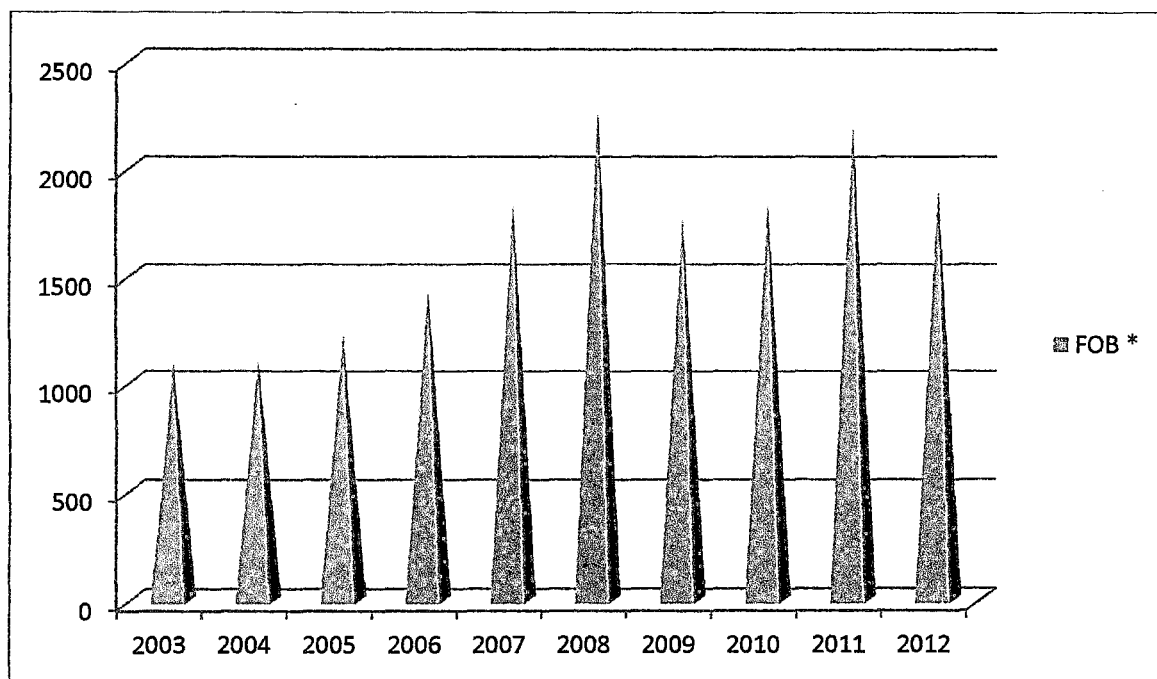


Figura 1: Serie histórica del valor de las exportaciones de kiwicha (miles de dólares). Periodo 2003 – 2011.

Fuente: MINAG-OEEE 2012. & PROMPERÚ2014 (Elaboración: Propia)

Cuadro 2: Serie histórica de valores de exportación en peso de toneladas (tm) y en valores FOB (miles de dólares norteamericanos)

Exportaciones de Kiwicha		
Valores / Años	Peso neto (tm)	Valor FOB (Miles de US\$)
2007	1368	1828
2008	1667	2273
2009	1186	1768
2010	923	1830
2011	1027	2096
2012*	826	1899
Var por ciento hasta 2011	6	15

Fuente: SUNAT -

Elaboración propia: Extraído de MINAG-OEEE

*Fuente actualización Promperú.

En el Cuadro 3 se presenta la producción destinada al mercado nacional a partir del 2004, donde se aprecia el incremento posiblemente por el menor precio de este grano nutritivo en comparación con la quinua. En el mercado local es posible observar una mayor gama de productos procesados en forma de dulces, turrone, hojuelas; entre otros.

Cuadro 3: Serie histórica de valores de producción y consumo local a nivel nacional (tm)

PRODUCCION (tm)		
Años	Total nacional	Consumo local
2000	2688	-
2001	3401	-
2002	2079	-
2003	3519	-
2004	2753	1701
2005	1425	285
2006	2268	1063
2007	2945	1577
2008	3797	2130
2009	2394	1208
2010	1742	819
2011	3016	1989
2012	2752	1927

Fuente : MINAG - OEEE 2014& Promperú

Elaboración: Propia.

La kiwicha dentro del género *Amaranthus*

Para Peralta, (2009), las plantas como el amaranto y el ataco pertenecen a la familia botánica de las *Amaranthaceas* y al género *Amaranthus*, dentro de la siguiente clasificación taxonómica.

División : *Magnoliophyta*

Clase : *Magnoliopsida*

Subclase : *Caryophyllidae*

Orden : *Caryophyllales*

Familia : *Amaranthaceae*

Sub familia : *Amatanthoideae*

Género : *Amaranthus*

El género *Amaranthus* contiene más de 70 especies de las cuales la mayoría son nativas de América y solo 15 especies provienen de Europa, Asia, África y Australia (Roberston citado por Mujica *et al*, 1997), cuyas características varían mucho, dependiendo del medio en que crecen, dando lugar a la identificación de muchas especies. Las especies de amaranto que producen semilla y utilizadas en el continente americano son las siguientes:

- *Amaranthus caudatus L.*: se cultiva en la región de los Andes para el consumo de grano y también se comercializa como planta ornamental, principalmente en Europa y Norteamérica.
- *Amaranthus cruentus L.*: es originaria de México y Centroamérica, donde se cultiva principalmente para obtener grano.
- *Amaranthus hypocondriacus L.*: procedente de la parte central de México, se cultiva para obtener grano.

Es importante señalar que mucha información de este grupo de *Amaranthus* graníferos domesticados en América son empleadas como referencia en la presente tesis por la gran similitud morfológica entre ellas y la forma de su cultivo.

2.2. SISTEMAS DE CULTIVO:

La agricultura orgánica basada en el mejoramiento de la agricultura tradicional de mayor importancia en área y producción a nivel nacional), se encuentra creciendo entre las comunidades y poblados andinos. La diferencia fundamental con el sistema convencional es el empleo de insumos y sus principios. En el sistema de producción convencional se emplean generalmente productos sintéticos tanto como fertilizantes y pesticidas para el control de plagas.

En el sistema orgánico los productos son insumos naturales como el estiércol, compost o productos derivados, extractos de plantas o animales para el control de plagas; de preferencias producidas en el predio o locales. Se requiere un periodo de 24 meses de transición a la agricultura orgánica certificada, en el caso de la kiwicha, al ser un cultivo anual en base a la reglamentación nacional. (El Peruano: Reglamento técnico para los productos orgánicos DS N°044-2006-AG.).

Según Mitchell *et al.*, 2007, las diferencias fundamentales entre sistemas de producción orgánicos y convencionales, son aquellas particularmente relacionadas al manejo de la fertilidad del suelo y su influencia en la composición nutricional de las plantas, incluyendo sus metabolitos secundarios.

En un periodo de 10 años Mitchell *et al.* (2007) demostraron que los niveles promedio de flavonoides, quercetina y kaempferol fueron significativamente mayores en muestras de tomates de un sistema orgánico en contraste con las muestras del sistema convencional. Si bien el contenido de flavonoides aumentó con el tiempo en las muestras de tomates de ambos sistemas, las tasas de aumento fueron notablemente más bajas en el sistema convencional comparado con el sistema orgánico. Además de este incremento se observa aspectos ventajosos en el medio ambiente; como el aumento de materia orgánica en las parcelas orgánicas y por lo tanto reducción en la aplicación de estiércol una vez que los suelos en el sistema orgánico han alcanzado niveles de equilibrio de materia orgánica.

Posner *et al.*, 2008 mencionan que los resultados de un estudio de cultivos forrajeros durante 8 y 13 años de cultivo en Wisconsin, mostraron que, cultivos forrajeros orgánicos pueden producir tanta materia seca como los convencionales y con calidad suficiente para incrementar la producción de leche en el ganado. Bruuselma (2003), señala que los nutrientes usados en un sistema de cultivo orgánico son “naturales” contrariamente a las fuentes “sintéticas” o “químicas” que se usan en los sistemas convencionales. Sin embargo, diferenciar los alimentos desde el punto de vista de la fuente de nutrientes es limitado, dado que, cualquiera que sea la fuente de nutrientes orgánica o inorgánica, todos los nutrientes son absorbidos por las plantas en forma soluble inorgánica; y que las distinciones entre lo “natural” contra lo “sintético” no son justificables sobre la base de la ciencia.

Bruuselma, *et al.*, 2003 mencionan que la rendimiento de los sistemas de producción orgánicos claramente son menores comparándolos con sistemas convencionales además presentan claramente una reducción en los rendimientos del producto cosechado por la reducción de área que se invierte para producir los insumos orgánicos. Así también tiene grandes restricciones en cuanto al uso de sustancias externas al sistema. Esto implicaría que se está trabajando una agricultura donde según su asunción se terminará limitando las fuentes nutricionales.

Bruuselma, *et al.*, 2003 toman como referencia trabajos consecutivos de 21 años de estudio en Suiza, donde se puede observar que, aun cuando no siempre los cultivos orgánicos rinden menor cantidad de producto cosechado. Usa un ejemplo Maeder *et al.*, 2002 (citado por Bruuselma, *et al.*, 2003) señalan que el manejo orgánico de un sistema productivo de rotación que incluye insumos alimenticios como trigo, papa y también forraje tuvo un efector reductor de los rendimientos en un 20 por ciento en total y en el caso específico de la papa en 38 por ciento, sin embargo, por otro lado, indica que los cultivos forrajeros si tuvieron un incremento en rendimiento por 43 por ciento. Esto permite ver que la agricultura orgánica sería favorable en un sistema pecuario u otros que incluyendo leguminosas como cultivo de rotación y fertilizantes orgánicos serian una alternativa real a los sistemas agrícolas convencionales.

A pesar de lo mencionado por Bruuselma, el área cultivada en el lapso del 2003 al 2012, en Suiza, creció desde las 6.2 millones de ha hasta alcanzar 11.2 millones. (Willer, H. *et al.*, 2014.)

Por otro lado en base a reportes actuales de Latinoamérica, específicamente en Perú, se sabe que los mayores productos orgánicos exportados son el café, cacao, banana, quinua y castañas de recolección silvestre. La agricultura orgánica en el país se ha desarrollado de tal forma que está distribuida en los 24 departamentos con 305 mil ha de cultivo; incluyendo las de recolección silvestre. De esta área total 3% está certificada el 3% para cultivos de grano como cereales. Esta cifra equivale al 4% del área cultivada en el país, pero permite el desarrollo económico para 47 mil agricultores. (Flores, 2014).

2.2.1. SISTEMAS DE CULTIVO DE KIWICHA

En el Perú la kiwicha se conduce mayormente en forma tradicional, asociado o monocultivo en pequeñas parcelas, destinadas mayormente para autoconsumo y venta a las asociaciones, cooperativas o empresas exportadoras, donde el agricultor no aplica insumos agrícolas, o muy pocos siendo estos los permitidos por las empresas compradoras con las que mantienen contratos, aunque la mayoría de los casos la venta se da sin contrato de por medio y por lo tanto sin regulaciones o apoyo esto genera que la productividad sea usualmente baja.

Por otro lado, Calderón y Arauco. (2000) con trabajos de campo, han demostrado que la asociación de los cultivos Maíz (*Zea mays* L.) variedad “Huachano” y Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) variedad “Oscar Blanco” (usualmente encontrada en la agricultura tradicional) genera mayor producción de materia seca, resultados similares también fueron reportados por Calderón (1987) y Sumar (1986). Se asume que esta interacción positiva probablemente se debe entre otros factores a la interacción micorrítica positiva, también señalado por Schreiner & Koide (1993); estos últimos investigadores señalan que los exudados radicales de las plantas hospederas no afecta la germinación de esporas de hongos *vesiculo-arbusculares* con asociatividad positiva benéfica. Calderón (1995) corrobora lo señalado en base a estudios realizados con estos hongos *micorríticos* y la especie *Amaranthus hybridus*.

Calderón & Arauco (2000) pudieron demostrar que la infección *micorrítica* es buena en condiciones de cultivo asociado y en monocultivo cuando el suelo no ha sido esterilizado (aun usando inoculantes de micorrizas) y que el uso de inoculantes genera mayor altura de planta de kiwicha con respecto al testigo. Demostrando en base a los parámetros evaluados, que la forma de cultivos ancestrales o tradicionales benéfica para ambos cultivos y que al asociarse estos en condiciones naturales, no requiere inoculantes siempre que el hongo se encuentre presente.

Peralta 2010 (citado por Saavedra (2013)) menciona que el sector rural andino necesita una fuerte inversión socio-tecnológica para ayudar a las comunidades a desarrollar sus capacidades productivas en forma sostenible y ganar acceso a los mercados de alto valor del país y el extranjero, una forma de promover esto sería disminuyendo el requerimiento tecnológico externo e incrementando la rentabilidad de los productos, favorecidos por sistemas de producción más rentables.

En este punto es donde han comenzado a entrar los mercados nicho, como es el caso de la producción bajo sistemas de cultivo orgánico, ya que permite mantener y mejorar las condiciones agroecológicas disminuyendo el impacto medioambiental que usualmente ocasionan los cultivos convencionales.

2.3. TECNOLOGÍA DE CULTIVO DE LA KIWICHA:

Muchas de las prácticas culturales que se describen a continuación se aplican por igual en un sistema orgánico o convencional, con las siguientes diferencias:

2.3.1. VARIEDADES DE KIWICHA:

Las variedades mejoradas en el país por diversas instituciones son: Ayacuchana – INIA(obtenida por el Programa Nacional de Cultivos Andinos), 10-C, 41-F, San Luis, Otusco, Rojo Cajamarca, E-13 y E-2008 como selecciones locales efectuadas en los departamentos de Cusco, Ayacucho y Cajamarca respectivamente La variedad Rojo Cajamarca es usada principalmente en bebidas como la chicha o refresco coloreado por su alto contenido de amarantina. Existe también la variedad Consuelo, obtenida en Cusco recientemente y evaluada con el nombre de CAC-2074-BA 87.

Las variedades comerciales más recomendadas son “Centenario” y “Oscar Blanco” (Gómez & Romero 2004). El Gobierno Regional de Apurímac,(2009) indica que las empresas agroexportadoras demandan la variedad “Centenario” en un 100 por ciento, debido al color, buena consistencia, precocidad productiva, volumen productivo, siendo su rendimiento muy atractivo en Talavera-Apurímac, llegando a 2.5 t/ha.

La mayor producción de kiwicha proviene de estas variedades y son las de mayor nivel de exportación, como es el caso de empresas como Green Sur foods que trabaja con “Oscar Blanco” y “Centenario” (Green Sur Peruvian Foods 2014) También la empresa INTERAMSA Agroindustrial promociona la variedad “Centenario” refiriéndose a ella como la variedad con la que trabajan por ser la más blanca de todas. (INTERAMSA 2014)

Por otro lado existen también variedades comerciales en otros países, de la especie *Amaranthus caudatus* o de otras especies de amarantos de grano como *A. cruentus*, *A. hypochondriacus* o híbridos interespecíficos de estos. En Ecuador: “INIAP – ALEGRÍA” e “INIAP ATACO” (Monteros *et al*, 1994) y otras líneas sobresalientes denominadas: “ECU-2210” y “ECU-163”. En Ecuador también se han realizado pruebas con la variedad “INIAP-Perucho” como la presentada por Saavedra (2013), que menciona los resultados obtenidos a diferentes dosis de fertilización foliar basada en bioestimulantes.

En Bolivia existe la UTAB “Cahuayuma” el “CTA-01-0012-0” y otras selecciones de cultivares nativos: “C.Va. Z. MEJEZ-SUDYUNGAS”, “T-12”, “Pairumani compuesto 1” y “Pairumani compuesto 2”. Argentina maneja un cultivar proveniente de la especie *Amaranthus mantegazzianus* (= *A. caudatus* según autor). Chile maneja materiales provenientes de *Amaranthus cruentus*, y un híbrido del cruce de *A. cruentus* X *Amaranthus hypochondriacus* llamada “Plainsman”. (Kauffman & Weber, 1990; Baltensperger 1991 y Brenner 1992.)

En México se maneja principalmente variedades de la especie *Amaranthus hypochondriacus* como: “REVANCHA”, “Durango-HI”, “Durango-CI”, “INIFAP-653”, “INIFAP-654” e “INIFAP-655” como se menciona en el Perfil de Sierra Exportadora.

2.3.2. EMPLEO DE SEMILLA CERTIFICADA

Actualmente para este cultivo no existe producción de semilla certificada, la cual clasificada de acuerdo a las diferentes categorías y a la calidad basada en la pureza genética, la pureza física, la calidad biológica y sanitaria: La semilla certificada aseguraría la calidad de las semillas y su tratamiento con productos aplicados a las semillas para prevenir el daño y la difusión de agentes bióticos que causan enfermedades. Las variedades empleadas son producidas por diversas instituciones y tampoco se cuenta con semilla orgánica certificada, la cual mantiene la calidad de la certificada con la única diferencia de que es producida en forma orgánica las semillas provienen principalmente de: (a) Semillas de campos comerciales y seleccionados antes de la venta al mercado. Estas semillas normalmente tienen un porcentaje de contaminación o mezcla con otras variedades que disminuye su precio de venta. (b) Semilla mejorada, clase común, manejada por los organismos de promoción del

cultivo. Este es el caso del INIA que ofrece las variedades “Oscar Blanco”, “INIA 414 Taray” e “INIA 413 Morocho Ayacuchano” (INIA, 2012). Así también el Programa de Cereales y Granos Nativos de la UNALM que ofrece la variedad “Centenario”. Estas semillas están adquiriendo importancia en el mercado y son útiles por su uniformidad y calidad de grano.

2.3.3 AGROECOLOGIA:

2.3.3.1 REQUERIMIENTO HÍDRICO:

Andrade & Andrade (1991) probaron 12 genotipos de amaranto, dentro de ellos 10 introducidos de la ciudad de Cusco – Perú en dos localidades con diferencias termoplumiométricas. (a) Hornillos (dpto. de Tilara) con 160 mm de precipitación promedio y (b) Humahuaca con 190 mm de precipitación promedio, ambos en la provincia de Jujuy; a 2350 y 2900 m.s.n.m. respectivamente; e identificaron dos genotipos con rendimientos superiores en ambas localidades, además coincidentes con una mayor altura de planta, entre 1.5 a 1.7 m., y con mayor precocidad.

En general se manifiesta que el cultivo tiene un requerimiento promedio de 267 mm y que puede iniciar su desarrollo y producción con una precipitación de 200 mm (BIDA & ADG 2006)

También Gallardo Q. & García M. (2011) demuestran que a mayores niveles de humedad se favorece al crecimiento vegetal y no necesariamente el largo de la panoja (34.33 cm para la época seca y 27.87 cm para la época lluviosa); y de la misma forma con el diámetro de esta (6.5 cm para la época seca y 5.52 cm para la época lluviosa).

2.3.3.2. ALTITUD

La kiwicha, en el Perú, puede sembrarse desde el nivel del mar hasta los 3000 m.s.n.m. ó en su defecto hasta donde se siembre el maíz, debido a su sensibilidad a las heladas (Gómez & Romero, 2004).

Gallardo. &García. (2011) restringen un poco más la altitud y recomiendan la siembra de la variedad “INIAP-Alegría a una altura entre 1500 a 2800 m.s.n.m y en localidades

exentas de heladas. Aun cuando se trata de otra especie, *Amaranthus hypochondriacus*, las condiciones más aptas son las encontradas en valles a una altitud de 2000 a 2600 m.s.n.m. y no se recomienda su siembra a altitud mayor a 3000 m.s.n.m. (Monteros, *et al.*, 1994)

2.3.3.3 TEMPERATURA

Se recomiendan temperaturas entre 20 °C y 30 °C ya que favorecen la floración y maduración de grano. Para variedades tardías se debe hacer coincidir la floración con temperaturas altas y evitar las heladas en las fases iniciales de la campaña para zonas de altitud sobre 2800 m.s.n.m. (Gómez & Romero, 2004).

2.3.3.4 REQUERIMIENTO EDÁFICO:

Existen referencias que en la sierra peruana los mejores suelos son los rojos arcillosos o con alto contenido de materia orgánica y buen drenaje. (Gómez & Romero, 2004).

Aunque se ha encontrado que la especie *Amaranthus caudatus* prospera en suelos con un rango de pH entre 5.8 a 6.5. Se señala su tolerancia a suelos ácidos, donde otros cultivos pueden presentar sintomatología de toxicidad por aluminio. Normalmente puede prosperar en suelos no salinos a moderadamente salinos. (BIDA & ADG 2006). Se puede observar genotipos que pueden crecer hasta un nivel de pH de 8.5. (MINAG, PE. 2009. Agro rural).

Por otro lado, estudios recientes en México para el amaranto de grano local, recopilan información a lo largo de 10 años, demostrando que los mejores suelos para la producción de *Amaranthus hypochondriacus* son los cambisoles, siempre y cuando se utilicen abonos orgánicos. (Vázquez-Benítez, 2011).

2.3.4 FERTILIZACIÓN:

En cuanto a la fertilización es necesario aclarar y diferenciar la fertilización convencional propiamente dicha, y separarla de la que usa abonos orgánicos como insumos complementarios para este tipo de sistema de cultivo.

En cuanto a la fertilización convencional:

Núñez (1991) probó el efecto conjunto de la fertilización mineral y la densidad de siembra para las condiciones de la Estación Experimental de Canaán INIA; Ayacucho; durante tres años. El material genético evaluado fue el eco-tipo local "CCA-013" (Achita guinda), proveniente del banco de germoplasma, con dosis de NPK y densidad de siembra de 2, 3 y 4 kg/ha. Los rendimientos más altos de 2.6 y 2.2 t/ha fueron logrados con las dosis más alta de fertilizantes igual a 120-80-20 y 80-80-20 de N-P-K, respectivamente y no existiendo diferencias estadísticas entre estos niveles de rendimiento. Se señala que estos resultados se deben a que la Kiwicha es una planta C₄ con una mayor eficiencia productiva con altas dosis de fertilizantes nitrogenados y con capacidad de crecer en ambientes desfavorables

El Perfil Comercial Kiwicha elaborado por Sierra Exportadora, bajo un contexto de agricultura convencional, considera la dosis de fertilizantes nitrogenados en un límite de 240 unidades de nitrógeno; contrastando con el balance anterior. Diversos autores han encontrado una respuesta positiva entre fertilización nitrogenada y rendimiento de semilla Sepúlveda, 1989; Elbehri, 1993; Clark & Myers, 1994. Citados por Sierra exportadora)

En estudios recientes, Gómez & Romero (2004) recomiendan para condiciones de sierra rangos entre 80 a 100 de N y 40 a 80 de P₂O₅ y en condiciones de costa se recomienda 100 a 200 de N, 100 a 150 de P₂O₅ y 50 a 80 de K₂O. Posteriormente el INIA recomendó una fertilización de 80 – 60 – 40 kg/ha de N – P₂O₅ – K₂O. INIA (2012).

Monteros *et al.*, (1994) citado por Gallardo & García (2011) encontraron que la dosis para suelos de mediana o pobre fertilidad, es de 80 kg/ha de N, 60 kg/ha de fósforo y 40 kg/ha de potasio; niveles que se aplican en general en la zona andina. Menciona también que el cultivo de amaranto responde muy bien al abonamiento de 10 t/ha de materia orgánica, preferentemente en forma de compost.

En cuanto a la fertilización convencional complementada con abonos orgánicos:

Apaza-Gutierrez *et al.*, (2002) estudiaron al coimi o amarantos, en Tarija- Bolivia, basándose en los resultados de Kalinowsky *et al.*, (1992) que recomienda una densidad de plantas/ha de 450 mil a una fertilización de 100-138-180 unidades de nitrógeno, fósforo y potasio. Se emplearon dos accesiones: una de *A. hypochondriacus* y la otra de *A. caudatus*, con fertilización orgánica, convencional y mixta. El material orgánico fue estiércol proveniente de ovinos. Así también evaluaron cuatro accesiones en los experimentos de densidad. En conclusión; señalan que el mejor tratamiento para incrementar la producción fue una aplicación de fertilizante en forma mixta igual a: 80-80-40 o 60 – 60 – 30 + 11 tm de estiércol seco de ovino con una densidad de 220 mil plantas/ha.

En cuanto a la fertilización en sistemas de cultivo orgánicos:

La Dirección Zonal de Huancavelica (2009) estudiando los factores económico y productivo de un sistema de producción orgánico, desarrolló un modelo de producción, en el que se sustituye algunos insumos de elaboración química sintética con productos de origen orgánico. Considera que el manejo no es tan diferente a un manejo convencional, diferenciándose principalmente en el empleo de las fuentes de fertilización con una dosis de 100-80-0 de N-P-K. Pero en el caso de la producción orgánica se recomienda la aplicación de dos toneladas de compost o 4 toneladas de guano de islas, colocados un mes antes de la preparación del terreno. Además de la aplicación de biol al deshierbo o a los 20 primeros días y a la floración. Aunque no queda claro el balance nutricional equivalente entre la dosis convencional y la recomendación da.

Ahora, aun cuando estos estudios se encuentren respaldados de una forma económica, se debe recalcar que la producción orgánica no significa cambiar insumos químico sintéticos por otros de origen orgánico. Se debe hacer referencia a los principios de agricultura orgánica y realizar las labores respetando las bases establecidas para este tipo de producción establecidas en el reglamento técnico peruano (DS N°044-2006-AG en El Peruano 2006).

Para el cultivo orgánico y para condiciones de sierra se recomienda la fertilización con la fórmula 80 – 60 – 0 kg de N- P₂O₅- K₂O /ha (MINAG-Agrorural, PE. 2009.). Sierra exportadora menciona que en muchos lugares de la sierra peruana se utiliza el estiércol de ganado como mejorador de suelo a una dosis de tres a cinco toneladas métricas por hectárea.

Por otro lado, Buñay (2009) realizó un ensayo de fertilización orgánica en una zona productora a 2700 msnm en Ecuador, en una localidad con humedad relativa de 70 por ciento, una temperatura promedio de 13.5 °C y una precipitación de 315 mm. Usando como tratamientos los fertilizantes orgánicos: eco abonanza, estiércol de bovino y humus de lombriz. Los resultados encontrados señalan que: (a) Los días a la floración variaron entre 49 a 100 con una media de 78.86 días, variando más no por la dosis del abono sino por el tipo utilizado. (b) El control tuvo un valor medio de 144 días para floración (c) La maduración se dio a los 210 días como media general dentro de un rango de 180 a 234 días. El testigo maduró a los 270 días. (d) La altura de planta en promedio fue 124.3 cm dentro de un rango entre 113 y 132 cm.

Según Buñay (2009) la eficiencia de uso de nitrógeno, se observó en la altura de planta y la longitud de las panojas. Los resultados más resaltantes se lograron con el mayor nivel de estiércol de bovino, similar al del tratamiento de eco abonanza; con una altura de planta de 131 y 132 cm; respectivamente. Así también el tamaño de las panojas entre 30 a 90 cm con una media de 43.7 y los considera valores aceptables a altos comparándolos con los informados por Bressani (1983).

Vasquez-Benites *et al.* (2011) en un estudio de fertilización, realizado en México, empleando abonos de origen orgánico como gallinaza, guano (proveniente de excretas de murciélagos), bionitro (abono constituido por microorganismos como *rhizobacterias*, *micorrizas*, *levaduras* y *Leuconostoc*) y el abono común de la zona denominado *caballaza*; reportaron buenos resultados con gallinaza; resultados similares a los informados por otros autores como Campos (1999), Beltrán (2005), Jaramillo (2005) y Gonzales (2007).

Saavedra (2013) menciona que los bio-estimulantes orgánicos foliares son productos potenciales para mejorar la producción y la calidad de las cosechas, siendo sus efectos similares a hormonas naturales que regulan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Utilizando estos productos, se puede reducir el uso de fertilizantes químico-sintéticos, así como generar resistencia ante el estrés causado por temperatura y déficit hídrico; reportado por Padilla & Lara (2009).

Por otro lado Suquilanda (2007) menciona que existen tres momentos importantes para la aplicación del biol o también conocido como bio-estimulantes foliares, reconocido como una

fuerza de fitohormonas. La primera a los 45 días después de la siembra, la segunda al inicio de la floración y la tercera cuando la planta se encuentre formando grano, recomendándolo a una dosis de 4l/200l.

También menciona que a falta de biol se puede utilizar otros insumos como bio-estimulantes: purín, abono de frutas, vinagre de madera y extractos de algas. Recomienda también el uso de conocimientos ancestrales asociados con los biodinámicos como es la aplicación de ciertas prácticas culturales en las plantas en las diversas fases de la luna.

Saavedra (2013) al finalizar su estudio, recomienda dosis y momentos de aplicación diferentes a los señalados por Suquilanda (2007), recomienda de 1.9 ml/l de biol y los momentos de aplicación en cuatro etapas: (a) a las primeras seis hojas., (b) A los 36 días después de la siembra., (c) A la floración (49 días después de la siembra) y por último (d) al llenado de grano.

Saavedra (2013) menciona que la aplicación de Biol Eco plus (12.5 ml/l) y Basfoliar-algae (3.1 ml/l) en los mejores tratamientos generaron una altura promedio de 98.54 cm y 96.38 cm respectivamente. Además se obtuvo para cada uno de esos tratamientos un largo de panoja correspondiente a 55.79 y 49.96 cm respectivamente. Por otro lado los tratamientos de compost y el testigo dieron valores menores de altura de planta a 59.67 cm y 59.13 cm respectivamente y correspondiente a estas, el largo de la panoja de 29.33 cm y 29 cm respectivamente.

En base a las pruebas de abonamiento orgánico, Vásquez-Benítes (2011) observó que la altura de planta a la cosecha y la longitud de la panoja se vieron afectados por los diversos abonamientos con material orgánico. Morales (2000) y Beltrán (2005) (citados por Vásquez-Benítes) demostraron independientemente que a mayor altura de planta se puede obtener mayor rendimiento de grano a la cosecha y hallaron diferencias significativas, excepto para la comparación de medias entre el testigo y la gallinaza. Al igual la longitud y diámetro de la panoja guarda una relación directa con la producción del cultivo (Rojas, 2000; Morales, 2000; Beltrán, 2005 & Monsalvo, 2006).

Efecto de la materia orgánica como abonamiento de fondo en zonas semiáridas:

Gallardo & García (2011), mencionan la evaluación del rendimiento y componentes del rendimiento en época húmeda y seca; acompañado de la aplicación de material orgánico de 2 t/ha, 5t/ha o, 8t/ha. Encontraron que la materia orgánica influyó en el diámetro de panoja, y el rendimiento durante la época seca. En la época lluviosa la materia orgánica no tuvo mayor influencia en las variables mencionadas. Las mejores respuestas obtenidas fueron con: 25.31 plantas por metro lineal, plantas con 91.2 cm de altura y 128 días a la cosecha. En cuanto a la altura de las plantas, el promedio para la época seca fue de 75.11 cm y 91.2 cm en la húmeda. En el estudio se observó la tendencia que a mayor incorporación de materia orgánica en la época seca, mayor fue la altura de planta, lo que no se observó en la época húmeda. La incorporación de materia orgánica tiene mayor utilidad en épocas secas favoreciendo la retención de humedad, sin embargo en una siembra de época húmeda la diferencia no es apreciable. Los días a la floración no variaron según los tratamientos pero sin embargo si según la época, siendo 97 días y 90.75 días en promedio para las épocas seca y húmeda respectivamente.

2.3.5. SIEMBRA:

2.3.5.1. DENSIDAD

Hasta ocho Kg de semilla /ha (BIDA & ADG 2006) o incluso 10 Kg de semilla por hectárea (INIA 2012), son valores recomendados. De forma independiente, la densidad de siembra varía según el porcentaje de germinación, la metodología de siembra, el raleo y el efecto directo de agentes bióticos y abióticos.

Sierra exportadora (2013) recomienda para siembra directa en base a la calidad de la semilla de cuatro a seis kg/ha para la obtención de 100 mil a 150 mil plantas por hectárea.

Gómez. & Romero (2004), recomiendan asegurar una población de más de 250 mil plantas por hectárea, incluso 400 mil a 450 mil plantas por hectárea en surcos de 0.7 a 0.8 m de separación para obtener mejor calidad de plantas para la cosecha en variedades como “Oscar Blanco” y “Centenario”.

2.3.5.2. FECHA DE SIEMBRA:

Andrade & Andrade (1991b) evaluaron tres genotipos de Amarantos. (*A. caudatus* y *A. cruentus*, introducidos y *A. mantegazzianus* - genotipo local) y cuatro fechas de siembra con intervalos de 20 días entre siembras. El último ensayo sembrado a los 60 días; después de la primera siembra no fue evaluado ya que la planta maduró con 13 cm de altura. Se observó una reducción en el ciclo de vida a medida de la tardanza en la fechas de siembra. Así también un incremento en el rendimiento.

Gallardo & García (2011) estudiaron dos épocas de siembra y la aplicación de materia orgánica, el mejor tratamiento fue con la aplicación de 8 t/ha de materia orgánica, alcanzando 745.33 kg/ha en la época húmeda y 640 kg/ha en la época seca. Aunque económicamente las combinaciones más rentables fueron: 8 t/ha para la época seca y 2 o 5 t/ha para la época húmeda, en estas últimas se logró un rendimiento de 545.33 kg/ha y 632.00 kg/ha respectivamente. El rendimiento reportado bajo la tecnología mencionada por Hernández & Herrerías (1998) fue de 1.1 t/ha.

Sierra exportadora (2013) menciona que para condiciones de la costa peruana la siembra se puede realizar durante todo el año, aunque las siembras de invierno son más productivas por la menor incidencia de plagas y enfermedades.

2.3.5.3 PROFUNDIDAD DE SIEMBRA:

La semilla se debe tapar luego de la siembra, según Sierra exportadora (2013) en una profundidad de 0.5 o 1.5 cm de la superficie, siempre que se use una semilla con un poder germinativo no menor al 90 por ciento. Además menciona que para condiciones de la costa peruana la siembra se puede realizar durante todo el año, aunque las siembras de invierno son más productivas por la menor incidencia de plagas y enfermedades. Además estudios realizados por Vasquez-Benites *et al.* (2011) confirman la respuesta positiva de emergencia en mayor temperatura y una buena profundidad por el amaranto de grano, ya que se empleó en la siembra una mezcla de semilla con *caballaza*, dicho abono conocido también como “abono caliente” genera calor en su fermentación, permitiendo la pronta emergencia de las plántulas y también evita que la semilla quede a una profundidad mayor de la deseada, pero protegiéndola de depredadores como aves, hormigas, etc.

2.3.5.4. TRASPLANTE:

El trasplante también puede ser una buena alternativa para evitar utilizar la gran cantidad de semilla que se requiere para la instalación de una hectárea de cultivo con kiwicha. Hernández & Herrerías (1998), mencionan, el trasplante como una alternativa de siembra para las zonas semiáridas de México. Donde como parte de las acciones para contrarrestar la escasa o nula disponibilidad de agua al inicio de la campaña realizaban la siembra de semilla en germinadores para anticiparse al periodo de las lluvias y el trasplante a bolsas de vivero cuando existía un retraso en las lluvias. En la siembra hacen referencia como un tercer paso, al uso de polímeros higroscópicos que absorben y retienen humedad para los periodos de sequía. El cuarto paso es el trasplante del material a campo incorporando materiales denominados *cajetes* como “micro-cuencas” para captar la escasa precipitación pluvial y concentrarla alrededor de la planta.

El quinto paso es mantener una baja densidad de siembra y el sexto incorporar el componente de control biológico de plagas.

Gómez & Romero (2004) señalan que el trasplante es una buena alternativa en siembras de costa y que se debe realizarse con plantas con cuatro hojas verdaderas, estas deben colocarse en campo a diez cm de distancia dentro del surco, con dos plantas en cada golpe. Con esta metodología puede reducirse el uso de semilla hasta dos o dos kilogramos y medio de semilla para una hectárea.

Sierra exportadora (2013), coincidiendo con los métodos expuestos anteriormente recomienda como tecnología del cultivo dos formas de siembra, directa y por almácigo.

2.3.6. RALEO O DESAHÍJE:

El raleo o desahíje está en función a la densidad de siembra. Se recomienda que deba quedar entre 250 mil a 450 mil plantas por hectárea. Con un distanciamiento ente ocho a diez centímetros entre plantas. Se recomienda realizarlo cuando las plantas alcancen 20 -30 cm de altura y dejando entre diez a quince de las mejores plantas por metro lineal. (INIA 2006).

Gómez & Romero (2004) recomiendan que el desahije se debe realizar a partir de 8 pares de hojas verdaderas con una altura de 20 a 30 centímetros.

Para las pruebas de producción por densidad del cultivo Apaza-Gutierrez *et al.*, (2002) obtuvieron resultados alentadores a una densidad de 220 mil plantas/ha.

Núñez. (1991), realizó investigaciones para determinar la mejor densidad de siembra empleando tres kg/ha y cuatro kg/ha de semilla; siendo los máximos rendimientos que logró obtener 2.4, 1.8 y 2.6 sin diferencias estadísticas. Concluyendo que la mejor combinación sería una dosis de fertilización de 120-80-20 de N-P-K y tres kg/ha de semillas.

Sierra exportadora (2013) recomienda un raleo o entresaque dejando una planta cada 10 cm, esto es coincidente con lo expresado por Gómez & Romero (2004).

2.3.7. DESHIERBO:

El control de malezas se realiza manualmente debido a que no existe un herbicida específico para control de malezas en los amarantos cultivados. Se han realizado estudios de evaluación de la tolerancia / resistencia a herbicidas de otras especies de amaranto consideradas como malezas que deben ser eliminadas en campos comerciales de otras especies.

Los deshierbos son manuales y se debe realizar a partir de 8 pares de hojas verdaderas y con plantas a una altura de 20 a 30 centímetros, eliminando manualmente las malezas entre las plantas del cultivo y las plantas voluntarias en el fondo del surco con ayuda de herramientas manuales, tractor o yunta. (Gómez & Romero 2004). Otros autores (BIDA & ADG 2006) recomiendan que se realice desde los 10 a 15 primeros centímetros de altura.

En ambos de los sistemas productivos evaluados principalmente, el aporque es útil también para el control de malezas de segunda o tercera generación. Sierra exportadora manifiesta que generalmente para este cultivo no es necesario más de dos controles a lo largo de la campaña.

Gallardo & García (2011) menciona que el manejo de malezas es recomendado en forma manual entre los 30 y 45 días a la siembra para su control (Citando a Monteros.*et al.*, 1994)

ya que este cultivo es muy sensible a la competencia por agua, espacio o luz en sus primeros estadios (Citando a Inturralde & Román. 2006).

La metodología de siembra mencionada anteriormente por Hernández & Herrerías (1998), facilita el control natural de malezas ya que las plantas trasplantadas tienen ventajas sobre las malezas en proceso de germinación y establecimiento.

2.3.8. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES:

Para todo sistema de producción se deben realizar evaluaciones y mantener las poblaciones de insectos plaga por debajo del límite de daño económico del cultivo. Y de preferencia las enfermedades deben ser controladas de una forma preventiva.

Para el control de insectos en general, incluyendo también al de larvas comedoras de follaje fueron realizadas en base a las recomendaciones dadas por Gómez & Romero (2004).

La Dirección Zonal de Huancavelica, recomienda que el manejo fitosanitario se base en el uso de insecticidas y fungicidas de elaboración propia, utilizando ajos y rocoto en macerados, de esta manera con aplicaciones cada cierta cantidad de días, según evaluación, se podrá manejar las plagas y enfermedades del cultivo.

El control biológico de tipo antagónico, predador o parasítico está enfocado por generar una baja carga de contaminación para el producto cosechado y el medio ambiente, permitiendo la estancia de los microorganismos en el campo para un efecto acumulativo futuro. Para ello se recomienda el empleo de organismos biológicos controladores que tengan mayor capacidad de permanencia en campo y por lo tanto un mayor rango de acción al instalarse dentro del cultivo con anterioridad a las plagas o enfermedades. (MINAG 2009)

Estrada, *et al.*, (2010) mencionan en base a recopilación de información y trabajos personales del 2008 y en el período 1997 al 2009 que las enfermedades más importantes son las causadas por hongos como:

Tizón de kiwicha o alternariosis (*Alternantera spp*) generando manchas irregulares con anillos concéntricos, su modo de ingreso es por medio de heridas o infectando la semilla.

Mancha negra del tallo (*Macrophoma* sp.) con manchas oscuras en la base del tallo de la planta desarrollada, requiere períodos de sequía para su desarrollo.

Esclerotiniosis (*Sclerotinia sclerotiorum*), ataca gran parte de los órganos de la planta produciendo lesiones marrones en el tallo e inflorescencias, en las hojas produce clorosis y muerte.

Otras especies de menor incidencia son: *Cercospora* sp; *Fusarium* sp; *Albugo bliti* y el complejo que genera pudriciones del cuello (*Phytium* sp. *Phytium aphanidermatum*.) donde otras especies de menor importancia: *Rhizoctonia* sp; *Erysiphe* sp; *Curvularia* sp; *Volutella* sp y *Choanephora cucurbitarum*.

Barrantes, (1991) en la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, realizó estudios sobre las enfermedades que afectan a la kiwicha. Las muestras recolectadas de parcelas de agricultores en las localidades de Huanta, Muyurina, Ayacucho y la Viñaca, se encontraban entre un rango altitudinal de 2450 a 2750 m.s.n.m.y fueron estudiadas durante cuatro años de observación continua. Entre los aspectos más importantes informa de una mancha foliar ocasionada por un patógeno del género *Phyllosticta* (que ocasiona la sintomatología de manchas necróticas, redondeadas, pajizas y rodeadas por una zona rojizo-morada) afecta principalmente las hojas del tercio medio.

Por otro lado Noelting *et al.* 2004 citado por Pusz, (2009) menciona que *Alternaria alternata* es la especie de hongos más común y que se presenta colonizando semillas de amarantos, desmejorando la calidad de la semilla, ya sea para las especies cultivadas para la alimentación o con fines ornamentales. Además Bürki, *et al.* 2001 citado por Pusz, (2009) indica que eliminar plantas voluntarias del mismo género favorece su control.

Por ello las variaciones genéticas dentro del género *Alternaria* fueron estudiadas en función a su capacidad saprofita y patogénica endofítica, empleando aislamientos provenientes de *A. cruentus*, *A. retroflexus* y *A. paniculatus*.; concluyendo que la especificidad del huésped es baja y su heterogeneidad genética sólo es moderada.

Por otro lado, en forma similar Estrada, *et al.*, (2010) mencionan en base a recopilación de información y trabajos personales del 2008 y en el período 1997 al 2009 que las plagas más importantes presentes en la especie *Amaranthus caudatus* son:

(a) Gusanos de tierra, que atacan principalmente en la primera fase de crecimiento del cultivo, cortan plantas en brotación y es coincidente con el material publicado por Sierra exportadora; como: *Agrotis* sp., *Feltia* sp., *Copitarsia* sp. y *Peridroma* sp.

(b) Gusanos comedores de follaje, atacan durante el período de acumulación fotosintética, crecimiento y desarrollo del cultivo; como: *Eurysacca melanocampta.*, *Spodoptera eridania.*, *Epicauta pensilvanica* de Geer.

Sierra exportadora amplía la definición para insectos comedores de follaje e inflorescencias e integra a esa lista *Spoladea recurvalis*, *Pseudoplusia includens*, *Mythimna unipuncta*, *Pococera atramentalis*, *Diabrotica* spp, *Schistocerca piceifrons* y *Herpetogramma bipunctalis*.

(c) Insectos chupadores y picadores, colocándose principalmente en el envés de las hojas y con una muy alta tasa de reproducción; como: *Aphis craccivora* Koch., *Myzus persicae*. Sierra exportadora incluye también en este rubro a *Nysius simulans* (Lygaeidae).

Existen también sintomatologías que generan la muerte del cultivo por el ataque de nematodos como: *Meloidogyne incógnita*, *Nacobbus aberrans*, micoplasmas y virus.

Barrantes, 1991. También manifiesta que en las zonas más bajas, con mayor humedad y abrigadas, la planta de kiwicha es atacada por mayor cantidad de plagas y enfermedades.

Este complejo de afección fitosanitario y abiótico se debe mantener en cuenta en el sistema de control para cada experimento y proyecto productivo que se realice, en el caso de la presente, existe información que respalda el manejo y control de estos componentes para cada sistema de producción:

2.3.8.1. CONTROL DE PLAGAS EN EL SISTEMA DE CULTIVO CONVENCIONAL:

En el caso del ataque de insectos lepidópteros masticadores de follaje se recomienda utilizar insecticidas con productos activos como *carbaryl*, *clorpirifos* y *monocrotofos*. Para insectos minadores se utiliza *metamidofos*, *dimetoato*, *abamectina*. Para insectos picadores chupadores se utiliza *demetón* o *pirimicarb*. Para insectos del follaje y granos se utiliza *metamidofos*, *monocrotofos* y *piretroides*. (Gómez & Romero 2004)

Para el control de enfermedades se utilizan fungicidas específicos como *Rydomil*, *Dithane* para pudriciones tempranas y *Manzate*, *Topaz* u otros como *Dithiocarbamatos* y relativos para el control de manchas foliares (BIDA & ADG 2006).

2.3.8.2. CONTROL DE PLAGAS EN EL SISTEMA DE CULTIVO CON INSUMOS ORGÁNICOS:

Existen diversas prácticas de control y prevención de plagas y enfermedades, pero las utilizadas y permitidas en el sistema de cultivo orgánico no son exclusivas de este, pero si se encuentran permitidas por norma para su aplicación. Dentro de estas se utilizan preparados a base de rocoto o *capsaicina* de uso agrícola para controlar principalmente insectos lepidópteros y el uso de entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *Metarhizum anisopilae* y *Bacillus thuringiensis* (MINAG- Agrorural, PE. 2009).

Entomopatógenos como *Entomophthora virulenta*, *Lecanicilium lecanii* e *Isaria fumosorosea* para controlar insectos picadores chupadores (MINAG- Agrorural, PE. 2009).

Ajos y cebollas en extractos o macerados para controlar enfermedades y productos comerciales como los provenientes de *Trichoderma harzianum* o *Bacillus subtilis*.

Un ejemplo de esto son los trabajos que se han venido realizando para evaluar el antagonismo en condiciones de laboratorio, que si bien son condiciones específicas, de los strains de *Trichoderma* spp (*T. harzianum*, *T. hamatum* y *T. polysporum*) aislados del rizoplano de las malezas que interactúan en los campos de *Amaranthus*. Probados en cultivos de *Sclerotinia sclerotiorum* a partir de esclerotes extraídos de *Amaranthus mantegazzianus* en medios de APG al 2 por ciento. El grado de control por micro parasitismo fue medido considerando el porcentaje de invasión y recubrimiento del esclerote y la pérdida de su viabilidad. También se observó disminución de crecimiento y variaciones sobre las colonias, siendo más eficientes; sin embargo, su efecto sobre esclerotes (Noelting & Sandoval. 2005).

Suquilanda (2007) recomienda la aplicación de *Metharhizum anisopilae* para los comedores de follaje, como grillos, y otros insectos pertenecientes a los Ortóptera. Reportando también la eficiencia de los extractos alcohólicos de ajo-ají 7cc/l de agua, o

neem (*Azadirachta indica*) a una dosis de tres a cinco centímetros cúbicos por litro (cc/l) de agua cada 6 a 8 días.

Además, según el Reglamento Técnico de Producción Orgánica (2006) se permite el uso de productos a base de cobre o azufre para tratar problemas fitosanitarios (El Peruano 2006).

2.3.9. ACAME

Existen inconvenientes debido al acame o vuelco de la planta, que dificulta las labores a la cosecha. Buñay, (2009) señala que genotipos con valores menores a 10 por ciento de acame o vuelco pueden considerarse resistentes al acame. La resistencia al acame es una característica compleja donde muchos factores anatómicos y de manejo del cultivo están involucrados como: altura de planta, características de los tejidos del tallo, tamaño del sistema radicular, las labores del aporque, presencia de potasio biodisponible en los abonos y cortinas rompe vientos utilizadas durante el experimento.

La altura de planta es un factor muy importante relacionado con la resistencia al acame por ejemplo: las variedades comerciales: “INIA 414” llega a 150 cm de altura a los 120 días de la siembra. Con un peso de mil granos de 1.1g y un rendimiento potencial de 3500 kg/ha pero con rendimientos reales de 2513 kg/ha en campos de agricultores locales (Estrada & Flores, 2012), y la variedad “INIA 413 Morocho Ayacuchano” llega a 220 cm a los 95 días a de la siembra con un rendimiento potencial de 4 t/ha y real de 3 t/ha en campos de agricultores. Siendo esta última variedad, por su mayor altura y producción más susceptible al acame, aun cuando la variedad “Morocho Ayacuchano” tenga un peso de mil granos mayor al promedio para la especie (Altamirano *et al.*, 2006).

2.3.10. COSECHA:

La cosecha debe ser oportuna ya que por la conformación anatómica de *Amaranthus caudatus* su fruto dehiscente se apertura liberando la semilla durante las labores de corte y traslado del material durante la siega (Gómez & Romero, 2004).

Para Gallardo. & García (2011) el corte a la cosecha se realiza con una hoz o tijera de podar. Se recomienda cortar las plantas cerca de la panoja para evitar los daños en la trilladora por exceso del material leñoso. Esta labor debe realizarse durante las primeras horas de la mañana para evitar el desgrane. También puede realizarse con cosechadoras mecánicas.

Por otro lado otros autores recomiendan que la cosecha deba realizarse considerando el grado de humedad del grano. Es recomendable que los granos se encuentren semiduros o en un estado “*rayable con la uña*” a un 20 por ciento de humedad. Otro indicador del período de cosecha es la senescencia de hojas. Esta labor debe realizarse temprano, por la mañana. (MINAG- Agrorural, PE. 2009; Gómez. & Romero, 2004; BIDA & ADG, 2006).

2.3.11. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

2.3.11.1. RENDIMIENTO:

Las variedades “INIA 414” tiene un rendimiento potencial de 3500 kg/ha pero un valor de 2513 kg/ha en campos de agricultores locales (Estrada & Flores, 2012) e “INIA 413 Morocho Ayacuchano” presenta un rendimiento potencial de 4 tm/ha y 3 tm/ha en campos de agricultores (Altamirano *et al.*, 2006).

Gómez & Huapaya (1991) señalan el efecto de una cosecha mixta en cuatro genotipos de *Amaranthus caudatus*; hojas en los estados iniciales para su empleo como hortaliza de hoja y granos en el estado final del ciclo. El estudio se realizó en La Molina empleándose un nivel de fertilización convencional y se observó rendimientos en el testigo (sin cosecha de hojas) de 3334 kg/ha para la Var. “UNALM-Ancash” y en el tratamiento con la cosecha de hojas realizada a los 37 días, 2180 kg/hay para las variedades menos rendidoras “Noel Vietmayer” y selección “UNALM-Andahuaylas” el rendimiento fue de 546.8 kg/ha y 351.5 kg/ha; respectivamente.

Sin embargo los dos genotipos más rendidores llegaron a un valor máximo de 3141 kg/ha sin cosecha de hojas para la Var. Selección. “UNALM Ancash” y en promedio 2539 kg/ha. Al igual que, 2086 kg/ha para la Var. “Oscar Blanco” como valor máximo de rendimiento y en promedio 1812 kg/ha. Se señala que el momento

indicado para la cosecha de hojas sería entre los 44 y 51 días después de la emergencia para condiciones de La Molina.

En Argentina, se realizaron estudios con genotipos de: *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* cv “Don Armando”, *A. cruentus* cv “Don Guiem”, *A. mantegazzianus*, *A. cruentus* x *A. caudatus* y *A. caudatus* y se encontró que todas las accesiones superaron el límite de 1.5 t/ha de rendimiento. Algunos materiales como en los cv “Don Armando” y “Don Guiem” rindieron 2.2 y 1.5 t/ha respectivamente y en el híbrido 1.2 t/ha. Los días a maduración de este material estuvieron en el rango de 135 a 140 (Matteuchi, 1998).

Algunos trabajos guatemaltecos realizados con 88 entradas de cv's informan niveles de rendimiento entre 2 a 3.8 t/ha (*A. hypochondriacus*). (Gonzales. & Bressani 1987 citado por Matteuchi, 1998) para la misma especie se obtuvieron valores productivos en México de 3.1 a 5.3 t/ha y con *A. cruentus* 2.1 a 4.5 t/ha. (Espitia, 1992 citado por Matteuchi, 1998)

Maduwa & Weston (2012) en el estudio de 27 accesiones de *Amaranthus* encontraron un rango de producción de grano de 450 a 3900 kg/ha; siendo la accesión Bv-Bf-01 de la especie *A. hypochondriacus* la que obtuvo el valor de rendimiento más alto. También hace referencia al potencial de uso de variedades como plantas forrajeras, señalando un rango de rendimiento de biomasa de 6554 hasta 31599 kg/ha de peso en hojas (Var “Green Giant” LL-Bf-04).

Svirkis (2003) realizó estudios de productividad de *Amaranthus* en rotación con pasturas y sin la utilización de fertilizantes ni pesticidas y otros factores en Lituaniae informa valores de rendimiento entre 1 a 6t/ha. En el experimento con 11 variedades señala un rango promedio entre 0.5 a 1.41 t/ha; siendo dos variedades peruanas las que obtuvieron valores de 1.19 y 0.53 t/ha; respectivamente. El mayor valor de rendimiento hallado fue 1.7 t/ha, siendo rusa la variedad de mayor productividad. Finalmente concluye que los mejores rendimientos se obtuvieron utilizando cuatro kg/ha de semilla y en 4 bandas distanciadas 0.5m. Buñay (2009) informa haber encontrado rendimientos que fluctúan entre a 1148 a 2148 kg/ha en Ecuador, con un valor promedio de 1588.9 kg/ha. Los valores promedio para métodos alternativos

con fertilización orgánica generaron una media productiva de 1679 kg/ha mientras que el testigo rindió 777kg/ha. En este caso el valor más alto en altura de planta, rendimiento y menores valores de tiempo a la maduración se obtuvieron con el N aportado por el estiércol de bovino ratificando la eficiencia de los abonos orgánicos.

Kauffman & Weber. (1990), señalaron que el rendimiento fue sumamente variable y dependiente a muchos factores externos. Por otro lado ensayos en parcelas de agricultores, dieron rendimientos que varían de 600 a 1500 kg/ha. La productividad llega a 4000 kg/ha en Montana (Cramer 1988, citado por Kauffman & Weber 1990), y en Perú a 6000 kg/ha (Sumar et al 1986, citado por Kauffman & Weber 1990)

Los resultados de Apaza-Gutiérrez *et al.* (2002) en un estudio comparativo de fertilización con variedades de *A. caudatus* y *A. hypochondriacus* encontraron rendimientos de 1.36 y 1.59 t/ha; con un rendimiento promedio de 2.14 t/ha. La altura de planta fue mayor en *A. caudatus* (1.6 m.).

Andrade & Andrade (1991b) en estudios realizados en Jujuy – Argentina; *A. mantegazzianus* presentó mayor rendimiento de grano en las 2 primeras fechas de siembra y *A. cruentus* fue el material con rendimiento más bajo. *A. caudatus* alcanzó la mayor altura en las dos últimas fechas de siembra.

Bayón de Torená *et al.*, (2009) realizaron estudios en el valle de Lerma (Argentina) con ecotipos de los valles Calchaquí-Cachi y Cafayete, en condiciones de mayor precipitación y clima más templado y empleando como fertilizante el lombri-compost de la Cátedra de Microbiología FCN (equivalente a 2.5 t/ha). Los resultados mostraron que el rendimiento en producción de grano se incrementó en un treinta por ciento en comparación con el testigo sin abonamiento orgánico. Otros parámetros evaluados reflejaron la homogeneidad dentro de los ecotipos y tratamientos, como: similar periodo de ciclo productivo, que alcanzó cinco meses, y una altura no mayor a 1.34 m. Otro efecto encontrado fue una leve reducción de la conductividad eléctrica del suelo.

Aedo & Barrantes del Águila (1991), realizaron un trabajo de investigación donde prueban 14 accesiones de kiwicha, en la localidad de Viñaca, distrito de San José de Ticllas (Ayacucho – Perú) a 2418 m.s.n.m. Encontraron que las accesiones más

productivas fueron la accesión E-13 con un rendimiento de 6.328 t/ha y la Var. Oscar Blanco como la segunda más rendidora con un valor de 6.288 t/ha. Los valores productivos menores correspondieron a la accesión IMA con 3.762 t/ha y la accesión Negra con 3.932 t/ha. Las otras 10 accesiones se mantuvieron en el orden de 4 a 5 t/ha. Se pudo documentar que las entradas más precoces fueron: Guinda Huamanguina, Oscar Blanco, Blanca Glomerulada, Dorada y Negra.

Saavedra (2013) obtiene resultados de 1.523 t/ha de grano para el mejor tratamiento con Basfoliar-algae (3.1ml/l) y 2.206 t/ha para el mejor tratamiento con Biol eco plus. (12.5 ml/l) en Ecuador.

En el trabajo realizado por Vásquez-Benites *et al.*, (2011), se señala los rendimientos obtenidos por sus colegas en zonas aledañas de estudio en México para la especie *Amaranthus hypochondriacus* L. Castillo (2005), Jaramillo (2005), Monsalvo (2006) y Gonzales (2007) usando como fuente nutricional la gallinaza obtuvieron 1 t/ha, 1.2 t/ha, 1.3 t/ha y 0.93 t/ha de grano respectivamente. Otro ensayo realizado por Beltrán (2005) donde compara la fertilización orgánica con un tratamiento testigo reporta un rendimiento de 1.68 t/ha y 1.3 t/ha; respectivamente.

Vásquez-Benites *et al.* (2011) en un ensayo sobre fuentes de fertilización orgánica encontraron 2 t/ha como rendimiento promedio para la ciudad de Tochimilco y 1.8 – 2.1 t/ha para el Estado de Puebla con las variaciones de rendimiento en función a los tratamientos de 2.05t/ha para el guano, 2.171 t/ha para el bionitro y 2.178 t/ha para la gallinaza, sin embargo señalan que no hubo diferencias significativas entre estos valores. Por lo que se considera que cualquiera de estos abonos es adecuado para el cultivo del amaranto. Otro componente evaluado y de gran interés para la productividad del amaranto es el tipo de suelo, ya que se ha observado en estudios a lo largo de diez años, que el rendimiento es mayor cuando se siembra en un suelo tipo cambisol (rendimiento mayor a 2 t/ha).

2.3.11.2. PESO DE MIL GRANOS:

Matteuchi (1998), señala que el peso de mil granos para *A. caudatus* fue de 0.8g. Svirkis. (2003) encontró un rango para el peso de mil granos entre 0.7 y 1 gramo

siendo 0.9 g el valor hallado para la Var. "Geltonukai" y 0.95 para la Var. "Raudonukai".

En el estudio realizado por Apaza-Gutiérrez *et al.* (2002) sobre densidades de siembra halló para: *A. cruentus* un peso de mil granos igual a 0.79 g, para *A. hypochondriacus* un valor de 0.87g y para *A. caudatus* un valor entre los dos anteriores.

Los resultados obtenidos por Gallardo & García (2011) indican un valor de peso de mil granos igual a 1.069g en promedio para la época húmeda y 1.149g para el tratamiento con 5t/ha de materia orgánica, sin embargo el mayor valor para la época seca

2.3.11.3. ÍNDICE DE COSECHA

Trabajos de investigación en México con genotipos de *Amaranthus hypochondriacus*, han determinado que el índice de cosecha relacionado a diferentes densidades de siembra puede presentar un rango porcentual entre 11.2 a 12.7 para la variedad "Tulyehualco" y de 11.7 a 12.3 para la variedad "Froncosa" (Torres Saldaña *et al.*, 2006).

En el ensayo realizado por Matteuchi (1998) se informa para *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* cv "Don Armando", *A. cruentus* cv "Don Guiem", *A. mantegazzianus*, *A. cruentus* x *A. caudatus* y *A. caudatus* índices de cosecha de 26.69, 24.67, 24.37, 18.53, 25.36 y 25.15 en valores porcentuales respectivamente, pero en general se tiene un promedio para el cultivo de 19 por ciento. Cabe resaltar que en *A. hypochondriacus* se obtuvo mayor peso de granos por planta pero sin diferir demasiado con las otras especies y cultivares. El valor de índice de cosecha, varió 25.15 por ciento, siendo mayor que el promedio para el cultivo igual a 24.35 por ciento.

2.4. INFORMACIÓN NUTRICIONAL DEL GRANO

Existen diversas referencias sobre el valor del contenido de proteína de los granos de kiwicha, algunos de los cuales citaremos a continuación.

Según estudios realizados por Kauffman & Weber (1990), citando a Teutónico & Knorr 1985, Becker *et al.*, 1981, Lorenz & Gross 1984, Sánchez, *et al.*, 1986, Pedersen *et al.*, 1987 y Correa *et al.*, 1981), señalan que la proteína cruda en el grano puede variar entre 12.5 a 17.6 por ciento en material selecto brillante.

El contenido de proteína del grano de amaranto comparado con los principales cereales tiene un valor proteico de 13.6 a 18 g/100g de pasta comestible y de 12 a 19 por ciento en semilla seca comestible (Nieto, 1990). Se menciona también que, el aminoácido limitante es la leucina. En base al cómputo aminoacídico se puede absorber y utilizar hasta el 70 por ciento de la proteína de la especie *A. caudatus* L. cifra que se incrementa hasta el 79 por ciento en algunas variedades, para *A. hypochondriacus* alcanza 86 por ciento y 77 por ciento para *A. cruentus*.

Hernández & Herrerías (1998) coincidentemente con los autores mencionados hacen referencia a que el grano de amaranto contiene un alto contenido proteico, superior al 17 por ciento y que también provee de aceites. Además puede consumirse como germinado, como hojas tiernas en ensalada o molidas en sopa, con una alta digestibilidad entre el 80 y 92 por ciento.

Figuroa *et al.*, (2008) expresan que el contenido porcentual de proteína en la kiwicha está en el rango de 12 a 19 por ciento lo que le da un excelente valor nutritivo y que además de esta cualidad tiene un buen potencial agronómico.

Saavedra (2013) señala que el valor nutritivo del amaranto es relevante en contenido de proteína y dentro de esta el contenido de lisina es superior a los demás alimentos en común.

2.5. RENTABILIDAD:

Hernández & Herrerías (1998), mencionan que la rentabilidad del cultivo es alta, ya que además del grano cada hectárea aporta un mínimo de cinco toneladas de hojas frescas que la

familia campesina o productores pueden disponer durante la campaña agrícola. Además se tiene forraje como un tercer producto. Durante este estudio se menciona que a setiembre de 1996, en el mercado regional de Tehuacán el precio del maíz se encontraba a 2.40 \$\$ y el de amaranto a 7.90 \$\$ valor equiparable con el de la Chía (*Salvia hispánica*).

BIDA & ADG (2006) evaluaron los costos de producción y estiman en base a la metodología que proponen, (maquinaria e insumos de alta tecnología) un valor promedio total de S/. 2880.90 por hectárea.

Asumiendo que el rendimiento sería de 4.5 t/ha, basados en sus estudios experimentales (valor no referente a nivel nacional), a un precio de venta igual a S/. 1.65 el kg obtendrían un valor Bruto de S/. 7425. Esto generaría una rentabilidad del 157.73 por ciento con una utilidad bruta de S/. 4544.1 por hectárea. (BIDA & ADG 2006)

Altamirano *et al.*, (2006) reportan para la variedad “INIA 413 Morocho Ayacuchano” el costo de producción de S/. 3303 por ha con una rentabilidad de 85.04 por ciento y obteniendo un ingreso neto de 2810 S/. Así como un rendimiento de 3595 kg/ha y que comparativamente es superior a la variedad local usada en Ayacucho, con la cual obtenían un nivel de rentabilidad del 32.24 por ciento a un costo de producción de 2618 S/. /ha obteniendo un ingreso neto de S/. 846 por ha a un rendimiento de 2038 kg/ha.

Por otro lado datos provenientes un sistema de producción orgánico reporta que el costo de producción por hectárea se encuentra al nivel de S/. 1029.00 por ha y que obteniendo un promedio de 2 t/ha a un precio de venta correspondiente a S/. 2.88 por kg (Cuadro 1) se obtendría S/. 5760 por ha como valor bruto de producción y la utilidad bruta sería de S/. 4731.00 obteniéndose así una rentabilidad de 459.76 por ciento. (Dirección Zonal de Huancavelica. 2009)

Estrada & Flores (2012) reportan que para “INIA 414 Taray” el ingreso neto es de S/. 2233 por ha, a un rendimiento de 2513 kg/ha obteniendo una rentabilidad del 99 por ciento comparándola con la variedad local que permite un ingreso neto de S/. 2009 por ha a un rendimiento de 2377 kg/ha y donde se obtendría una rentabilidad de 90.05 por ciento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS:

3.1. MATERIALES

3.1.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en el Campo Guayabo II de la Universidad Nacional Agraria, que se encuentra determinado por las coordenadas Latitud: 12° 5' 23''S y Longitud: 76° 56' 49'' O ubicándose en el distrito La Molina en el departamento de Lima – Perú a una altitud de 240m.s.n.m.

El cultivo precedente fue maíz chala.

3.1.2. MATERIAL GENÉTICO:

Dos variedades comerciales con reconocimiento a nivel nacional:

- “Centenario”, liberada por el Programa de Investigación y Proyección Social de Cereales y Granos Nativos de la Universidad Nacional Agraria La Molina el año 2006, recibiendo el nombre en homenaje a los 100 años de fundación de la UNALM
- “Oscar Blanco”. Originaria de la región Cusco nombrada en honor al investigador y docente Oscar Blanco Galdós de la UNSAAC (Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco).

Siete líneas mutantes avanzadas obtenidas a través de la aplicación de rayos gamma a la accesión del Banco de Germoplasma. La selección de los mutantes se realizó en la generación M3 en condiciones de La Molina, (Gómez, 2014).

- MKSHUACHO-51
- MKSHUACHO-34

- MKSHUACHO-32
- MKSHUACHO-105
- MKSHUACHO-91
- MKSHUACHO-60
- MKSHUACHO-75

3.1.3. EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS AGRÍCOLAS:

- Tractor.
- Agua de acequia.
- Lampas.
- Cartillas de evaluación
- Yeso, para la delimitación de parcelas.
- Esparcidor del yeso
- Paja, para el control de riegos por acequias.

3.1.4. INSUMOS PARA EL SISTEMA DE CULTIVO CONVENCIONAL:

Fertilizantes químicos:

- Se usó una dosis N-P-K de 100-80-4; proveniente de urea, fosfato de amonio, Cloruro de potasio.
- Kalex (Insumo utilizado como fertilizante foliar e inductor del sistema de respuesta inmunológica vegetal).
- Fungicidas: Botrizin.
- Insecticidas: Ciperhex, Perfekhtion.
- Reguladores: Solf pH.

3.1.5. INSUMOS PARA EL SISTEMA DE CULTIVO ECOLÓGICO O CON PRODUCTOS ORGÁNICOS:

- Fertilizantes: proveniente del guano de islas (Cuadro 4) y estiércol de ovino (Cuadro 5).
- Plaguicidas: *Bacillus thuringiensis*.
- Control biológico: *Trichoderma harzianum*.
- Bio-estimulantes: Aminovigor.

3.1.5.1. Caracterización de los fertilizantes base utilizados.

Cuadro 4 Análisis de caracterización del guano de islas:

Valores	Guano de Islas	Cantidad adicionada	Estimado por hectárea
Cantidad de guano	(kg)=	52.5	607.9
pH	5.3		
C.E. (ds/m)	62.7		
M.O. (%)	18.3	9.6	111.2
N (%)	14.3	7.5	86.8
P ₂ O ₅ (%)	13.2	6.9	80.4
K ₂ O (%)	3.4	1.7	20.5
CaO (%)	12.4	6.5	75.1
MgO (%)	0.9	0.5	5.6
Hd (%)	11.3	5.9	68.7
Na (%)	2.7	1.4	16.5
Fe(ppm)	1930	0.1	1.8
Cu(ppm)	15	0.00	0.01
Zn(ppm)	142	0.01	0.09
Mn(ppm)	53	0.00	0.03
B(ppm)	65	0.00	0.04

Cuadro 5. Análisis de caracterización del estiércol de vacuno:

Valores	Estiércol de Vacuno	Cantidad adicionada	Estimado por hectárea
Cantidad de estiércol	(kg)=	292.9	3390.8
pH	8.3		
C.E. (ds/m)	17.1		
M.O. (%)	77.4	226.8	2625.5
N (%)	2.6	7.5	86.8
P2O5 (%)	2.3	6.7	77.7
K2O (%)	4.1	12.0	139.0
CaO (%)	2.5	7.4	85.5
MgO (%)	1.3	3.7	42.7
Hd (%)	21.1	61.9	716.8
Na (%)	0.6	1.8	21.4
Fe(ppm)	1853	0.5	6.3
Cu(ppm)	109	0.03	0.40
Zn(ppm)	335	0.10	1.10
Mn(ppm)	262	0.07	0.80
B(ppm)	60	0.02	0.20

3.2. METODOLOGÍA

El campo se condujo siguiendo los procedimientos de un campo comercial, lo que se presenta en el Anexo 1, donde se encuentran las actividades realizadas para cada uno de los sistemas de cultivo.

La cantidad de semilla empleada a la siembra fue de 5kg/ha. La siembra se realizó a chorro continuo y de forma manual. Las labores agrícolas fueron aplicadas considerando los diferentes estadios de desarrollo y los requerimientos en cada uno de ellos.

En el aspecto del deshierbo y conforme con lo expuesto por Gallardo & García (2011) el manejo de malezas se realizó durante la etapa de crecimiento lento a los 40 y 52 días después de la siembra. Las malezas predominantes fueron: *Nycandra physaloides*, *Amaranthus hybridus*, *Eleusine indica* y *Setaria verticilata*.

Se instalaron cuatro experimentos independientes, debidamente separados por barreras vivas (quinua y cereales) para evitar la interferencia entre los tratamientos que se describen a continuación.

La fertilización base se realizó considerando el análisis del suelo (Anexo 2) en el cual se aprecia que el elemento limitante es el nitrógeno, ya que los suelos se encuentran dotados de fósforo y potasio en un equivalente a 27.5 kg/ha. y 448.5 kg/ha respectivamente. La información utilizada figura en los cuadros 4 y 5, elaborados a partir del análisis de suelos (Anexo 2) Se estableció utilizar 80 unidades de nitrógeno/ha en base a la pérdida porcentual de aproximadamente 20%, considerando el uso de fertilizantes en forma de sales para el sistema de cultivo convencional. El suelo considerando el nivel de materia orgánica (Anexo 2) contribuye teóricamente con 82.5 kg de nitrógeno por hectárea. Dosis recomendada en la literatura por autores diversos en el sistema de cultivo tradicional.

La aplicación de 100 unidades de nitrógeno equivalentes a unas 80 unidades reales de nitrógeno por hectárea para el sistema de cultivo convencional, se equipararon teóricamente con la contribución de las fuentes orgánicas a ser empleadas en los sistemas orgánicos como guano de islas y estiércol de vacuno; cuyo análisis fue, realizado por el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria la Molina (Cuadro 4 y Cuadro 5), Las cantidades equivalentes fueron 607 kg/ha y 3.3 toneladas de guano de isla y estiércol de vacuno; respectivamente. Los resultados del análisis en las dosis de la materia orgánica se observan en el Cuadro 6, se consideró un coeficiente de pérdida de carbono de 60 por ciento, un coeficiente de humificación de 1.65 como cociente, consumo teórico de nitrógeno de 5 por ciento y una mineralización de 1.25 por ciento anual. (Asesoramiento personal de Oscar Loli, profesor de la UNALM):

Cuadro 6- Pérdida de nitrógeno durante el proceso de mineralización de la materia orgánica:

Materia orgánica	kg de materia orgánica aplicada.	Carbono fijado	Carbono humificado	Disponibilidad de nitrógeno. Anual.	Aporte nitrógeno teórico en kg	Aporte real de nitrógeno en kg	Porcentaje Real (N)	Valor/ha Real kg
Guano de islas	9.6	3.8	2.3	0.1	7.5	7.4	14.1	85.730
Estiércol	226.8	90.7	54.7	2.2	7.5	5.3	1.8	61.457

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1. EXPERIMENTO 1: INSUMOS ORGÁNICOS Y GUANO DE ISLAS:

Fertilización con guano de isla, el cuál fue incorporado un mes antes del cultivo a una profundidad de 15 cm. El control de plagas se realizó con productos orgánicos y en base a enemigos naturales monitoreados en las evaluaciones. Tratamientos: 9 genotipos (dos variedades comerciales y siete líneas avanzadas). Las variedades comerciales utilizadas fueron: Oscar Blanco y Centenario.

3.2.2. EXPERIMENTO 2: INSUMOS ORGÁNICOS Y ESTIÉRCOL OVINO:

Fertilización con estiércol de vacuno, el cual fue incorporado un mes antes de la siembra a una profundidad de 15 cm. El control de plagas con productos orgánicos al igual que el tratamiento anterior. Tratamientos: 9 genotipos (dos variedades comerciales y siete líneas avanzadas). Las variedades comerciales utilizadas son: Oscar Blanco y Centenario.

3.2.3. EXPERIMENTO 3: SISTEMA CON INSUMOS CONVENCIONALES:

Se realizó la fertilización inorgánica con urea, fosfato di amónico y cloruro de potasio en la dosis de 100-80-50 kg/ha; respectivamente; los cuales fueron colocados el día de la siembra a chorro continuo en el fondo de surcos y tapados antes de colocar las

semillas. La dosis empleada es la equivalente a la de los abonos de origen orgánicos empleados en este estudio. La aplicación del nitrógeno se realizó en forma fraccionada.

El control de plagas fue realizado previa evaluación con productos inorgánicos.

Tratamientos: 9 genotipos (dos variedades comerciales y siete líneas avanzadas). Las variedades comerciales utilizadas son: Oscar Blanco y Centenario.

3.2.4. EXPERIMENTO 4: SISTEMA TRADICIONAL:

Sin aplicación de insumos de algún tipo y fue empleado como testigo o comparación.

Tratamientos: 9 genotipos (dos variedades comerciales y siete líneas avanzadas). Las variedades comerciales utilizadas son: Centenario y Oscar Blanco.

Se considera un sistema tradicional –autoconsumo. En este sistema sólo se empleó el desmalezado y cambio de surco como un medio tradicional de control de malezas; este fue aplicado igualmente en todos los otros tres experimentos descritos.

3.2.5. CARACTERÍSTICAS DE CADA UNO DE LOS EXPERIMENTOS:

Cada Experimento estuvo compuesto por 27 parcelas experimentales, las cuales corresponden a las tres repeticiones realizadas para cada genotipo evaluado y que en total son nueve.

3.2.5.1 DESCRIPCION DE LA PARCELA EXPERIMENTAL:

- N° de surcos: 10.
- Distanciamiento entre surcos: 0.8m
- Longitud de los surcos: 4.0 m.
- Total de área por sub-parcela: 32 m².
- Área por parcela experimental será de 864 m²

3.2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el diseño completamente al azar, con nueve tratamientos y tres repeticiones. Cada experimento por lo tanto estará conformado por 27 parcelas y con un área total del experimento de 3456 m².

Con respecto al análisis estadístico, en primer lugar se realizó el ANVA para cada uno de los cuatro experimentos en forma individual. Luego se realizó la prueba comparativa de Duncan a un nivel de significación del 5% con los datos estadísticamente significativos procedentes del análisis de varianza

Posteriormente se aplicó la prueba de homogeneidad de variancias Snedecor y Stevens, (Calzada, 1982). Y la prueba Duncan, donde se obtuvo a un $\alpha = 0.05$ los resultados para los valores medios entre las variables o experimentos que no son significativos entre sí, estos se encuentran representados bajo la misma letra a un 95 por ciento del nivel de confianza.

Para realizar el análisis combinado, se utilizó el coeficiente de box, para la selección de las variables que permiten ser analizadas por menor distancia entre los cocientes del mayor y menor valor de cuadrados medios de los análisis de varianza independientes por experimento (ver resultados en el anexo 6).

El resultado de estos cocientes en para tener la certeza estadística de que las condiciones fueron equiparables debe ser menor a 2.5, aunque para el valor de rendimiento fue mayor, este no pudo dejarse de analizar debido a su importancia en el experimento. Cabe resaltar que en el caso que el coeficiente sea mayor a 2.5 el resultado siempre será altamente significativo. (Comunicación personal con Ing. Felipe de Mendiburu)

Luego de esto se procedió a realizar un análisis combinado de variables por experimentos.

3.2.6.1 MODELO ADITIVO LINEAL PARA EL ANÁLISIS INDIVIDUAL:

$$Y_i = \mu + T_i + E_i$$

Dónde:

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ (Accesiones o genotipos)

Y_i = Observación del i -ésimo tratamiento.

u = Media general

T_i = efecto del genotipo de la i -ésima accesión.

E_i = efecto aleatorio del error experimental asociado a Y_i

3.2.6.2 MODELO ADITIVO LINEAL PARA EL ANÁLISIS COMBINADO:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + (T_{ij}) + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ (Genotipos)

$j = 1, 2, 3, \dots, r$ (Experimentos)

Y_{ij} = Observación del i -ésimo tratamiento en el j -ésimo experimento

μ = Media general.

β_j = efecto del j -ésimo experimento.

(T_{ij}) = efecto del i -ésimo genotipo en el j -ésimo experimento.

ε_{ij} = Efecto aleatorio del error.

3.2.7. EVALUACIONES

3.2.7.1. ANÁLISIS DE SUELO:

Basado en la metodología detallada por Osorio (2012) que recomienda una muestra compuesta de un número de sub-muestras por terreno delimitado, se delimitó el terreno en cada bloque, y para la toma de las sub-muestras, se recolectaron 6 sub-muestras aleatoriamente dentro de la parcela bloqueada, siendo extraídas las muestras de los primeros 20 centímetros del suelo.

La toma de muestras se realizó con la metodología en v, para luego mezclar el suelo de forma homogénea y extraer un kilogramo para su análisis. Posteriormente fueron enviadas al laboratorio de análisis de suelo de la UNALM; los resultados se presentan en el Anexo 2.

Un aspecto importante es el valor del pH igual a 7.79. MINAG, PE. (2009). Agrorural señalan que la especie *Amaranthus caudatus* puede crecer hasta en suelos con pH=8.5, aunque quizá no con un desarrollo óptimo, lo que podría tener un efecto en el rendimiento final, además permite entender de mejor manera la disponibilidad de nutrientes minerales en el suelo.

3.2.7.2. CONDICIONES CLIMATICAS DURANTE LA FASE DE CAMPO

Las características del clima durante la fase experimental en campo se presentan en el Anexo 7.

La temperatura en promedio al momento de la germinación y emergencia fue de 17 °C y la humedad ambiental fue de 89 por ciento; considerada alta; siendo estas condiciones favorables para el crecimiento vegetal, lo que coincide con la mención de Gallardo & García (2011). En la fase de crecimiento la temperatura fue disminuyendo a 15 °C y luego aumentando a 16 °C con una humedad relativa de 86 a 92 por ciento respectivamente.

Durante el cambio de fase, saliendo de la etapa de crecimiento lento y durante el período de crecimiento rápido (mes de setiembre) ocurrieron precipitaciones atemporales para el clima normal de esta zona (Figura 2).

Al momento de la floración la temperatura aumentó a 18 °C con una humedad relativa de 86 por ciento, y por último durante el cuajado y llenado de grano las condiciones de temperatura y humedad relativa fueron de 20 a 22 °C según el genotipo y el experimento cosechado y con un nivel de 85 a 77 por ciento de humedad relativa respectivamente (segundo valor para los genotipos tardíos).

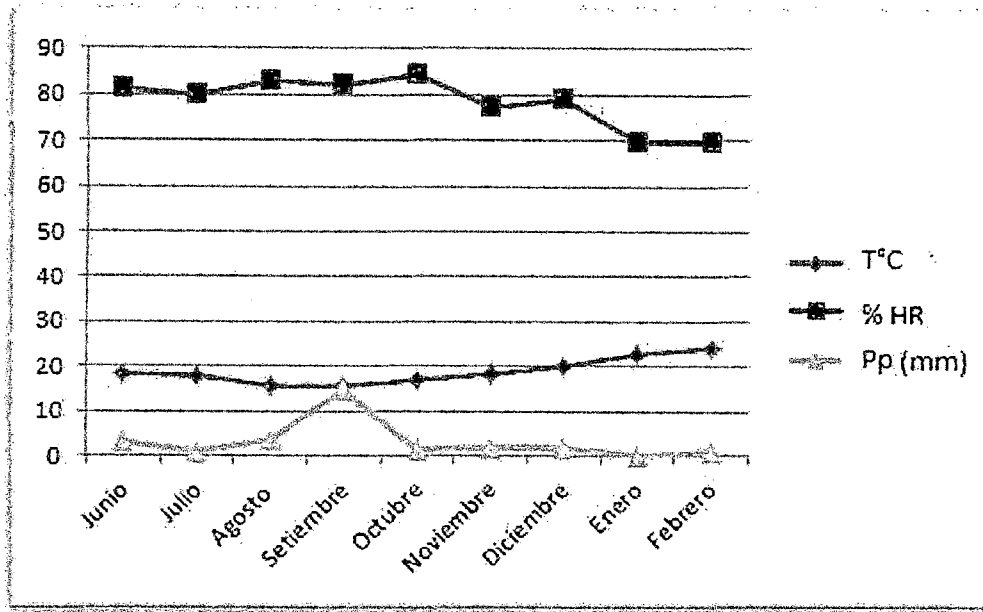


Figura 2: Historial climatológico durante la campaña experimental La Molina Junio-Diciembre 2012 y Enero-Febrero 2013.

3.2.7.3. EVALUACIÓN PORCENTUAL DE LA GERMINACIÓN:

Se evaluó en base al porcentaje de la cobertura en el surco, obtenida por las plantas que se logra con una siembra a chorro continuo. Se evaluó, además, el porcentaje de establecimiento final.

3.2.7.4. DETERMINACIÓN DE ENFERMEDADES PRESENTES EN EL CAMPO.

Se evaluaron los daños y/o síntomas de patógenos que originan pudriciones radicales y del cuello, así como daños en otras estructuras vegetales

3.2.7.5. EVALUACIÓN DE LA CARGA BIOLÓGICA ENTOMOLÓGICA:

Basado en la guía de evaluación de insectos de Sarmiento & Sánchez (2000) se evaluaron los diversos tipos de insectos presentes en los diferentes estadios fenológicos

del cultivo. Esta evaluación fue necesaria para la programación de los diversos controles aplicados en los cuatro experimentos.

En base a las condiciones usuales del tiempo meteorológico y el clima de valles de la costa se optó por considerar como una plaga clave a los áfidos, por su incidencia y la dificultad de control en campo.

Los áfidos se evaluaron según el nivel de infestación y del número de hojas infestadas; la escala se resume en el Cuadro 7.

Cuadro 7: Escala de evaluación para pulgones o áfidos

Escala de evaluación de pulgones o áfidos:		
Valor	Número	Zona de infestación
<1	menos de 10 áfidos	tercio superior
1	10 áfidos o mas	tercio superior
2	entre 10 y 20 áfidos	tercio superior o medio
3	entre 20 y 40	tercio superior y medio
4	entre 40 y 90	Toda la planta
5	más de 90	Toda la planta

Fuente: Sarmiento & Sánchez, 2000

3.2.7.6. EVALUACIÓN DE DÍAS A LA FLORACIÓN:

Contados a partir del primer riego hasta que el 50 por ciento de las plantas estén en plena floración. Para realizar el ANVA en la evaluación de experimentos se recurrió a un cambio de escala en esta variable con el fin que se puedan cumplir con los supuestos estadísticos necesarios para realizar el análisis comparativo. Por lo que se usó la raíz cuadrada del valor tomado.

3.2.7.7. ALTURA DE PLANTA:

Es la distancia comprendida desde la base de la planta hasta el ápice de la panoja, expresada en cm. Se tomaron al azar 5 plantas dentro de los 5 surcos centrales y se midió la altura de cada una de estas plantas en cada parcela; obteniéndose un promedio final.

3.2.7.8. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO:

Los datos de rendimiento se obtuvieron cosechando un área de 3.2 m² equivalente a los seis surcos centrales de los diez establecidos para cada unidad experimental o repetición, representativa del área experimental y los datos fueron expresados finalmente en kg/ha.

3.2.7.9. EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE COSECHA:

Es la relación entre el peso del grano y la biomasa aérea. Es expresado en porcentaje. Se determinó a través de la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{\text{Peso de grano}}{\text{Peso Total (follaje + grano)}}$$

Peso Total (follaje + grano)

3.2.7.10. EVALUACIÓN DEL ACAME:

En primera instancia este dato se tomó en forma porcentual, considerando el número de plantas acamadas o caídas dentro de cada parcela; luego estos porcentajes fueron transformados a una escala logarítmica para un mejor análisis estadístico y evitar tener coeficientes de variabilidad altos. Por lo que se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Dato estimado} = \text{Log} (X + 10)$$

3.2.7.11. EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA DEL GRANO:

Se determinó el porcentaje de proteína de muestras de cada parcela, utilizando el equipo llamado “INFRATECK 1255 Food &Feed Analyzer” mediante un análisis de caracterización donde se obtuvo el contenido de proteína por fórmula matemática de grupos nitrogenados multiplicándola por 6.25 (factor de conversión por defecto para proteínas) según el método de John Kjeldahl. Esta evaluación se llevó a cabo en el Laboratorio de Calidad del Programa de Cereales la muestra se realizó con 10 gramos de semilla molida por cada unidad experimental.

3.2.7.12. EVALUACIÓN DE GRANULOMETRÍA:

Se pesaron mil granos de cada muestra, correspondiente a cada tratamiento, para realizar la clasificación del grano mediante una máquina clasificadora con zarandas especiales para la separación según su tamaño.

3.2.7.13. EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD:

La evaluación de la rentabilidad productiva se realizó a nivel de una hectárea ajustando los costos obtenidos en los experimentos. El precio por kilogramo de grano en chacra se reajustó en base al precio de semilla del mes de Agosto del 2014 (Cuadro 1.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Los resultados son expuestos considerando los objetivos de la presente tesis, cada uno de los cuatro experimentos serán presentado en forma individual y luego serán presentados los análisis combinados.

4.1 DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE SISTEMAS DE CULTIVO EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE NUEVAS LÍNEAS AVANZADAS DE KIWICHA EN CONDICIONES DE LA COSTA CENTRAL:

Los resultados del análisis de varianza estadística para cada uno de los cuatro experimentos se presentan en detalle en el Anexo 3.

4.1.1. GERMINACIÓN (%):

En el Anexo 3, se presentan los resultados del ANVA, se puede apreciar que no hubo significación estadística para tratamientos en cada uno de los cuatro experimentos de forma independiente, ya que la germinación fue similar para todos los genotipos evaluados. Los valores del Coeficiente de Variación fueron 3.4, 1.9, 20.57 y 2.53 por ciento para los experimentos insumos orgánicos y guano de isla, insumos orgánicos con estiércol, convencional y tradicional; respectivamente. Esto se corroboró con la prueba de Duncan, donde a un $\alpha = 0.05$, en la que no se halla diferencias estadísticas en los valores observados (Cuadro 8).

El valor promedio de germinación fue de 97 por ciento, para el experimento 1 con insumo orgánico - guano de islas, considerado un excelente nivel de germinación y emergencia en campo. Por otro lado el rango promedio de emergencia varió de 94.5% (MKSHUACHO-91) a 99.43% (Oscar Blanco) y la variedad Centenario presentó una media de germinación de 96.83%.

Para el experimento 2 con insumo orgánico - estiércol de vacuno, el valor promedio de germinación fue de 97.9 por ciento. Por otro lado el rango promedio de emergencia

evaluado fue de 96.67% (“Centenario”) a 99.5% (MKSHUACHO-32). La variedad “Oscar Blanco” presento una media de germinación de 98.33%.

En el experimento 3 con productos convencionales o inorgánicos, los valores del rango de germinación se encuentran entre 52.67 y 94.67 por ciento, correspondientes a las líneas MKSHUACHO-51 y MKSHUACHO-34. Los demás valores fluctúan entre 70 y 90 por ciento, como se puede observar en el Cuadro 8. Las variedades comerciales “Oscar Blanco” y “Centenario” presentaron valores de 74.8 y 73.3 por ciento de emergencia respectivamente.

Para el experimento 4 -tradicional, el valor promedio de germinación fue de 97.2 por ciento. Por otro lado el rango promedio fue de 99.8 % (“Oscar Blanco”) a 94.0 % (MKSHUACHO-75). La variedad “Centenario” presento una media de germinación de 97.8%(Cuadro 8).

Observando los resultados se puede apreciar que los niveles de germinación fueron más bajos en el sistema convencional. En los experimentos de los sistemas orgánicos la germinación pudo verse favorecida por el contenido de materia orgánica adicionada como lo manifiesta Vasquez-Benites, *et al.*, (2011).

Cuadro 8: Valores medios del porcentaje de germinación de la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.

	Convencional	Orgánico – Guano de islas	Orgánico – Estiércol	Tradicional –Testigo	Promedio
Oscar Blanco	73.3 ab	99.4 a	98.3 a	99.8 a	92.7
Centenario	74.8 ab	96.8 a	96.7 a	97.8 abc	91.5
Mkshuacho-51	52.7 b	96.3 a	97.5 a	95.0 bc	85.4
Mkshuacho-34	94.7 a	97.7 a	98.8 a	96.7 abc	97.0
Mkshuacho-32	90.6 a	96.7 a	99.5 a	97.3 abc	96.0
Mkshuacho-105	84.8 a	99.5 a	98.0 a	97.0 abc	94.8
Mkshuacho-91	89.3 a	94.5 a	97.5 a	97.8 abc	94.8
Mkshuacho-60	87.6 a	94.7 a	98.7 a	99.3 ab	95.1
Mkshuacho-75	80.6 ab	97.7 a	96.8 a	94.0 c	92.3
Promedio	80.9	97	98	97.2	93.3

Fuente: Elaboración propia. * Números en negritas indican valores extremos. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan ($\alpha=0.05$)

4.1.1.2. ENFERMEDADES Y PLAGAS:

4.1.1.2.1. PODERDUMBRE DEL CUELLO (%):

Causado por un complejo de hongos del suelo, se manifestó en la etapa inicial del cultivo, causando daños muy irregulares en focos y sin ninguna tendencia, por lo que no se realizaron análisis de varianza.

Para el experimento 1 (insumos orgánicos - guano de islas), el rango de población dañada fue de 0.53 a 4.83 por ciento, presentando el valor más bajo la línea MKSHUACHO-34 y el más alto la línea MKSHUACHO-32. El valor promedio para el experimento fue de 2.94 por ciento. Las variedades Oscar Blanco y Centenario presentaron valores de 3.5 y 2.6 por ciento; respectivamente.

Para el experimento 2 (insumos orgánicos - estiércol de vacuno), el rango de población dañada fue de 0.4 a 2.23%, presentando el valor más bajo la línea MKSHUACHO-34 y el más alto la variedad "Oscar Blanco". El valor promedio para el experimento fue de 0.92 por ciento. La variedad "Centenario" presentó un daño correspondiente a 1.83 por ciento.

Para el experimento 3 (convencional o inorgánico), el rango de daño poblacional estuvo entre 0.00 a 0.53 por ciento, presentando el valor más bajo la línea MKSHUACHO-51 y el más alto la variedad "Oscar Blanco". La variedad "Centenario" presentó un daño correspondiente a 0.23 por ciento. El valor promedio para el experimento fue de 0.144 por ciento (Cuadro 9).

Para el experimento 4 (tradicional), el rango de daño poblacional estuvo entre 1.97 a 6.23 por ciento, presentando el valor más bajo la variedad "Centenario", y el más alto la variedad "Oscar Blanco". La variedad "Centenario" presentó un daño correspondiente a 0.23 por ciento. El valor promedio para el experimento fue de 3.781 por ciento y las líneas más afectadas fueron MKSHUACHO-51, MKSHUACHO-32 y MKSHUACHO-91, las demás líneas se mantuvieron con bajo daño (Cuadro 9).

Cuadro 9: Valores medios de porcentaje de pudrición del cuello en la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.

	Convencional	Orgánico – Guano de islas	Orgánico – Estiércol	Tradicional – Testigo	Promedio
Oscar Blanco	0.5	3.5	2.2	6.2	3.1
Centenario	0.2	2.6	1.8	2	1.7
Mkshuacho-51	0	4	0.6	5.6	2.6
Mkshuacho-34	0.2	0.5	0.4	2.1	0.8
Mkshuacho-32	0.1	4.8	0.5	5.5	2.7
Mkshuacho-105	0.1	4.3	0.8	3.4	2.2
Mkshuacho-91	0	3.7	0.8	3.9	2.1
Mkshuacho-60	0.1	2.4	0.5	2.6	1.4
Mkshuacho-75	0	0.7	0.5	2.7	1
Promedio	0.1	2.9	0.9	3.8	2

Fuente: Elaboración propia. * Números en negritas indican valores extremos

4.1.1.2.2. AFIDOS (Nº DE INDIVIDUOS/PLANTA):

Las poblaciones de áfidos, alados, se presentaron en focos de forma heterogénea dentro del campo de cultivo, sin ninguna tendencia, no se realizaron análisis de varianza.

Para el experimento 1 (insumos orgánicos - guano de islas) la línea menos afectada fue MKSHUACHO-51 (5 áfidos/planta) y la más afectada MKSHUACHO-75 (25 áfidos/ Planta). En general se observan valores menores en todas las otras líneas y Oscar Blanco, a excepción de Centenario que presentó 16 áfidos/planta. La media del experimento fue 10.2 áfidos/ planta (Cuadro 10).

En el experimento 2 (insumos orgánicos - estiércol vacuno), las líneas MKSHUACHO-34 y MKSHUACHO-32 fueron la más afectadas con (18 áfidos/ planta) y la menos afectada fue “Oscar Blanco” (5 áfidos/planta). En general se observan valores menores en todas las otras líneas y variedades. Centenario presentó 6 áfidos/planta en promedio. La media del experimento fue 12.2 áfidos/ planta. Solo en este experimento se observó la aparición de áfidos negros (*Macrosiphum* sp) en las líneas MKSHUACHO-34, MKSHUACHO-32, MKSHUACHO-105 y MKSHUACHO-60, lo cual se dio en forma creciente al

momento del llenado de grano, pero sin lograr establecerse bajo las condiciones de campo en general.

En el experimento 3 (convencional o inorgánico), la línea MKSHUACHO-32 fue la más afectadas con (3 áfidos/ Planta) y la menos afectada fueron las variedades “Oscar Blanco”, “Centenario” y la línea MKSHUACHO-60 (0 áfidos/planta). En general se observan valores bajos en todas las otras líneas. La media del experimento fue 1.1 áfidos/ planta; la población de áfidos fue en general baja, comparada con los otros sistemas, probablemente debido al control químico en este experimento.

En el experimento 4 (tradicional), la línea MKSHUACHO-32 fue la más afectada con (10 áfidos/ planta) y las menos afectadas fueron las variedades “Oscar Blanco” y “Centenario” con 6.7 áfidos/planta y la línea MKSHUACHO-60 con 5 áfidos/planta. En general se observan valores medios en todas las otras líneas. La media del experimento fue 7.4 áfidos/ planta (Cuadro 10). Este sistema tradicional se vio favorecido, aunque de una forma tardía, por los controladores, debido a que la población biológica entomófaga se trasladó a este experimento, con mayor tiempo en campo, por la lentitud en maduración; una vez cosechado la mayor parte de los experimentos con insumos orgánicos.

Cuadro 10: Valores medios número de áfidos en la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.

	Convencional	Orgánico – Guano de islas	Orgánico – Estiércol	Tradicional –Testigo	Promedio
Oscar Blanco	0	6.7	5	6.7	4.6
Centenario	0	16.7	6.7	6.7	7.5
Mkshuacho-51	1.7	5	10	8.3	6.3
Mkshuacho-34	1.7	6.7	18.3	8.3	8.8
Mkshuacho-32	3.3	5	18.3	8.3	8.8
Mkshuacho-105	0	8.3	11.7	6.7	6.7
Mkshuacho-91	1.7	8.3	15	5	7.5
Mkshuacho-60	0	10	8.3	10	7.1
Mkshuacho-75	1.7	25	16.7	6.7	12.5
Promedio	1.1	10.2	12.2	7.4	7.7

Fuente: Elaboración propia. * Números en negritas indican valores extremos

4.1.1.3. CARACTERES AGRONOMICOS:

4.1.1.3.1. ALTURA DE PLANTA:

En el Anexo 3 se presentan los resultados del ANVA y se puede apreciar que hay diferencias significativas para tratamientos (genotipos) en los experimentos: insumos orgánicos-guano de islas y el experimento convencional. Los Coeficientes de Variación son 17.4, 11.6, 8.45 y 7.18 por ciento para los experimentos 1, 2, 3 y 4; respectivamente. La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) confirma estos resultados que se presentan en el Cuadro 11.

Para el experimento con insumos orgánicos - guano de islas el rango de altura de planta fue de 170 a 216 cm. La variedad Centenario tuvo la mayor altura de planta, siendo este valor estadísticamente superior a la de menor altura (MKSHUACHO-51). La altura de planta promedio fue igual a 189.8 cm.

Para el experimento con insumos orgánicos - estiércol de vacuno se presentó un rango de 125 a 150 cm. La variedad Centenario tuvo la mayor altura de planta, siendo este valor superior a los de menor altura (MKSHUACHO-60 y MKSHUACHO-75). La altura de planta promedio fue igual a 138.1 cm.

El experimento convencional presentó un rango de altura de planta 150 a 207 cm. Donde la línea MKSHUACHO-32 tuvo la mayor altura de planta con 207 cm, siendo este valor superior estadísticamente al de menor altura con 150 cm (MKSHUACHO-75). Las variedades "Oscar Blanco" y "Centenario" presentaron una altura de 173.3 cm y 191.7 cm en promedio. La altura de planta promedio en el experimento fue igual a 176.3 cm.

Para el experimento tradicional, el rango de altura de planta fue de 167 a 143 cm. La línea MKSHUACHO-34 tuvo la mayor altura de planta con 167 cm, sin ser este valor superior estadísticamente al de menor altura con 143 cm (MKSHUACHO-75). Las variedades "Oscar Blanco" y "Centenario" presentaron una altura de 148.3 cm y 158.3 cm respectivamente. La altura de planta promedio en el experimento fue igual a 152 cm (Cuadro 11).

Cuadro 11: Valores medios de la altura de planta de la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.

	Convencional	Orgánico – Guano de islas	Orgánico – Estiércol	Tradicional – Testigo	Promedio
Oscar Blanco	173.3 bcd	206.7 ab	138.3 ab	148.3 ab	166.7
Centenario	191.7 abc	216.7 a	156.7 a	158.3 ab	180.9
Mkshuacho-51	165.0 cd	170.0 bc	155.0 ab	153.3 ab	160.8
Mkshuacho-34	200.0 ab	181.7 abc	148.3 ab	166.7 a	174.2
Mkshuacho-32	206.7 a	203.3 ab	130.0 ab	155.0 ab	173.8
Mkshuacho-105	168.3 cd	196.7 abc	133.3 ab	150.0 ab	162.1
Mkshuacho-91	168.3 cd	185.0 abc	131.7 ab	145.0 b	157.5
Mkshuacho-60	163.3 cd	191.7 abc	125.0 b	148.3 ab	157.1
Mkshuacho-75	150.0 d	156.7 bc	125.0 b	143.3 b	108.3
Promedio	176.3	189.8	138.1	152	166.7

Fuente: Elaboración propia. * Números en negritas indican valores extremos. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan ($\alpha=0.05$)

4.1.1.3.2. DIAS A LA FLORACION:

En el Anexo 3, se presentan los resultados del ANVA y se observa que hay diferencias significativas para tratamientos (genotipos) sólo en los experimentos: insumos orgánicos - estiércol de vacuno, convencional y tradicional. Los coeficientes de variabilidad son 11.75, 4.69, 4.4 y 5.1 por ciento para los experimentos 1, 2, 3 y 4; respectivamente. La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) confirma el resultado del ANVA (Cuadro 12).

Para el experimento 1 (orgánico-guano de isla) se puede apreciar un rango de floración de 70 a 89 días correspondientes a Oscar Blanco y MKSHUACHO-105; respectivamente. La variedad comercial Centenario y las líneas MKSHUACHO-51, MKSHUACHO-34, MKSHUACHO-32 y MKSHUACHO-60 se identificaron como genotipos precoces y MKSHUACHO-75 y MKSHUACHO-105 como genotipos tardíos para floración. El valor promedio de floración del experimento fue igual a 79.4 días.

Para el experimento 2 (orgánico – estiércol de vacuno), la prueba de Significación Duncan ($\alpha=0.05$) confirma que existen diferencias estadísticas en la época de floración de los genotipos estudiados. Se puede apreciar un rango de floración de 80 a 107.3 días, correspondientes a las líneas MKSHUACHO-32 y MKSHUACHO-105; respectivamente. Se identifica como precoces a las líneas MKSHUACHO-32, MKSHUACHO-34, y MKSHUACHO-60. Semi-precoces a las variedades “Centenario”, “Oscar Blanco” y las líneas MKSHUACHO-91 y MKSHUACHO-75. Como tardía se encuentra a la línea MKSHUACHO-105 para las condiciones de este experimento. El valor promedio en días a floración del experimento fue igual a 89.22 días.

Para el experimento convencional, se puede apreciar un rango de floración entre 71 a 94 días; correspondientes a la variedad “Oscar blanco” y a la línea MKSHUACHO-105; respectivamente. Se identifica para las condiciones de este experimento como precoces a las variedades “Centenario”, “Oscar Blanco” y la línea MKSHUACHO-32 con un rango de 71 a 74 días. Semi-precoces a las líneas, MKSHUACHO-51, MKSHUACHO-34 MKSHUACHO-60, MKSHUACHO-91 y MKSHUACHO-75, con un rango de 79 a 83 días. Como tardía se encuentra a la línea MKSHUACHO-105 con 94 días a la floración. El valor promedio en días a floración del experimento fue igual a 79 días.

En el experimento tradicional se puede apreciar un rango de floración entre 80 a 115 días, correspondientes a las líneas mutantes MKSHUACHO-32 y MKSHUACHO-105; respectivamente. Las variedades comerciales “Oscar Blanco” y “Centenario” tuvieron una respuesta de 92 y 94 días a la floración; respectivamente. El valor promedio en días a floración del experimento fue igual a 91.67 días (Cuadro 12). Se identifican para las condiciones de este experimento como precoces las líneas MKSHUACHO-32. MKSHUACHO-51 Y MKSHUACHO-34. con un rango de 80 a 85 días y tardías a las variedades: “Centenario”, “Oscar Blanco” y líneas: MKSHUACHO-105, MKSHUACHO-91 MKSHUACHO-60, y MKSHUACHO-75, con un rango de 91 a 94 días.

43942

Cuadro 12: Valores medios de días a la floración de la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.

	Convencional	Orgánico – Guano de islas	Orgánico – Estiércol	Tradicional – Testigo	Promedio
Oscar Blanco	71 d	70. e	90 bc	92 b	81 cd
Centenario	72 d	77 cd	94 b	94 b	84 c
Mkshuacho-51	79 bc	79 cd	86 bcd	85 c	82 c
Mkshuacho-34	79 bc	79 cd	83 cd	85 c	82 c
Mkshuacho-32	74 cd	74 de	80 d	80 d	77 d
Mkshuacho-105	94 a	89 a	107 a	115 a	101 a
Mkshuacho-91	80 b	81 bc	87 bcd	91 b	85 bc
Mkshuacho-60	79 bc	79 cd	85 cd	91 b	83 c
Mkshuacho-75	83 b	87 ab	90 bc	92 b	88 b
Promedio	79 b	80 b	89 a	92 a	85

Fuente: Elaboración propia. * Números en negritas indican valores extremos. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan ($\alpha=0.05$)

4.1.1.3.3. ACAME:

En el Anexo 3, se presentan los resultados del ANVA y se observa que hay diferencias significativas entre los tratamientos (genotipos) en los experimentos: 1, 3 y 4. Los Coeficientes de Variación son: 4.05, 12.16, 13.49 y 13.45 por ciento; respectivamente. La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) muestra estos resultados, los cuales se presentan en el Cuadro 13.

Para el experimento 1 (orgánico-guano de isla) se encontró un rango de 12.56 a 56.46 por ciento, siendo estos valores estadísticamente diferentes. La línea MKSHUACHO-32 tuvo el mayor porcentaje de plantas tumbadas o acamadas y superior a la línea MKSHUACHO-105 con menor valor de acame. El valor promedio de acame fue igual 26.97 por ciento. Los niveles de acame en general no fueron muy altos a excepción de las líneas MKSHUACHO-51, MKSHUACHO-34, MKSHUACHO-32 y MKSHUACHO-60 con valores de 30, 56.46, 38.26 y 34.76 por ciento; respectivamente. El acame o tumbado de

plantas dificulta las labores a la cosecha, acorde con lo descrito por Gómez y Romero (2004) y Buñay. (2009).

Para el experimento 2 (orgánico – estiércol de vacuno) el rango de variación fue de 10 a 16.39 por ciento. La línea MKSHUACHO-34 tuvo el mayor porcentaje de plantas tumbadas o acamadas, siendo superior a la línea MKSHUACHO-105 con menor valor de acame. El valor promedio de acame fue igual 11.03 por ciento. Los niveles de acame en general fueron mínimos a excepción de las líneas MKSHUACHO-32, MKSHUACHO-51 y MKSHUACHO-91 con valores de 16.39 12.6 y 10.32 por ciento; respectivamente.

Para el experimento 3 o sistema convencional, se observa un rango de 11 a 51 por ciento; estos valores difieren estadísticamente. La línea MKSHUACHO-34 tuvo el mayor porcentaje de plantas tumbadas o acamadas. Las variedades “Oscar Blanco” y “Centenario” obtuvieron valores de acame con 11 por ciento y 12.9 por ciento; respectivamente. El valor promedio de acame fue igual 25.99 por ciento. Los genotipos con menor nivel de acame fueron las variedades comerciales y las líneas MKSHUACHO-75 Y MKSHUACHO-91 con un nivel de acame porcentual de 11 a 21 por ciento. No se presentaron muchos inconvenientes debido al acame o vuelco de la planta, salvo en los genotipos MKSHUACHO-34, MKSHUACHO-32, MKSHUACHO-60 y MKSHUACHO-105.

El experimento 4 o tradicional presenta un rango de 10 a 21.54 por ciento. La línea MKSHUACHO-34 tuvo el mayor porcentaje de plantas tumbadas o acamadas, siendo superior a la línea MKSHUACHO-105 con menor valor de acame en el rango mencionado. Las variedades “Oscar Blanco” y “Centenario” obtuvieron los menores valores de acame con 10 para ambas. El valor promedio de acame fue igual 12.82 por ciento. Para este último experimento, los genotipos no presentan diferencias significativas entre sí ni con las variedades comerciales, exceptuando al genotipo MKSHUACHO-34 donde todos difieren

de este estadísticamente. Los otros genotipos varían en un rango expresado en términos porcentuales entre 10 a 14.42 por ciento.

Cuadro 13: Valores medios del acame porcentual en la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.

	Convencional	Orgánico – Guano de islas	Orgánico – Estiércol	Tradicional –Testigo	Promedio
Oscar Blanco	11.0 e	16.3 bc	10.0	10.0 b	11.8
Centenario	12.9 de	12.6 c	10.0	10.0 b	11.4
Mkshuacho-51	36.3 ab	30.0 abc	12.6	12.6 b	22.9
Mkshuacho-34	51.9 a	56.5 a	16.4	21.5 a	36.6
Mkshuacho-32	26.1 abcd	38.3 ab	10.0	14.4 b	22.2
Mkshuacho-105	28.2 abcd	21.3 abc	10.0	10.0 b	17.4
Mkshuacho-91	21.5 bcde	19.3 bc	10.3	11.0 b	15.5
Mkshuacho-60	30.0 abc	34.7 abc	10.0	14.4 b	22.3
Mkshuacho-75	15.8 cde	13.8 bc	10.0	11.4 b	12.8
Promedio	25.9	26.9	11	12.8	19.2

Fuente: Elaboración propia. * Números en negritas indican valores extremos. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan ($\alpha=0.05$).

4.1.1.3.4 RENDIMIENTO:

En el Anexo 3 se presentan los resultados del ANVA y se observa que hay diferencias significativas para tratamientos (genotipos) para todos los experimentos. Los coeficientes de variabilidad son 18.24, 25.22, 25.28 y 15.04 por ciento para los experimentos 1, 2, 3 y 4; respectivamente. La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) confirma el resultado del ANVA (Cuadro 14).

Para el experimento 1 (orgánico – guano de isla), se encontró un rango de 802.08 a 2026.04 kg/ha. La variedad comercial Centenario fue la de mayor rendimiento, siendo este valor estadísticamente superior a las 7 restantes de menor rendimiento. El rendimiento promedio fue igual a 1344.41kg/ha y solamente dos muestran un rendimiento superior a este valor. La variedad

"Oscar Blanco" con 1848.95 kg/ha fue la segunda más rendidora y este valor estadísticamente no es diferente a la de la variedad Centenario. Ninguna de las líneas mutantes supera los valores de las variedades comerciales en este experimento (Cuadro 14).

Para el experimento 2 (orgánico – estiércol de vacuno), se encontró un rango de 578.125 a 1166.67 kg/ha. Las líneas MKSHUACHO-34 y MKSHUACHO-105 fueron las de mayor rendimiento, siendo este valor estadísticamente superior a las 7 restantes de menor rendimiento. La variedad comercial Centenario tuvo un rendimiento promedio igual a 729.17 kg/ha y el menor valor de rendimiento fue por la variedad "Oscar Blanco". Siendo las líneas mutantes superiores en las condiciones encontradas en este experimento. En promedio del experimento fue de 924.19 kg/ha.

Para el experimento 3 o convencional se encontró un rango de 583.33 a 2156.25 kg/ha. El valor promedio de rendimiento en este experimento fue de 1494.2 kg/ha. Las líneas MKSHUACHO-91, MKSHUACHO-60 y MKSHUACHO-75 fueron la de mayor rendimiento sin presentar diferencias estadísticas entre sí (Cuadro 14), siendo superadas sólo por las variedades comerciales "Oscar Blanco" y "Centenario" con 1812.5 kg/ha y 2156.25 kg/ha; respectivamente. El grupo con menor rendimiento se conforma por las líneas MKSHUACHO-51, MKSHUACHO-34, MKSHUACHO-51, MKSHUACHO-32 y MKSHUACHO-105 (Cuadro 14).

Para el experimento 4 o tradicional se observó un rango de 765.63 a 1291.67 kg/ha. El valor promedio de rendimiento en este experimento fue de 1058.45 kg/ha. Las líneas MKSHUACHO-51, MKSHUACHO-34, MKSHUACHO-105, MKSHUACHO-91, MKSHUACHO-60 y MKSHUACHO-75 fueron las de mayor rendimiento sin presentar diferencias estadísticas entre sí (Cuadro 14), superando las expectativas generadas mediante los otros experimentos. Las variedades comerciales "Oscar Blanco" y "Centenario" obtuvieron rendimientos bajos de 937.5 kg/ha y 875 kg/ha respectivamente. El promedio para la especie en este experimento fue de 1058 kg/ha, se debe recalcar que en este experimento

no se utilizaron insumos. Las líneas: MKSHUACHO-105, MKSHUACHO-32, MKSHUACHO-60 y MKSHUACHO-51 alcanzaron rendimientos de 1291, 1270, 1208 y 1125 kilogramos/ha respectivamente; valores más altos a los del experimento 2 (insumos orgánicos con estiércol de vacuno).

Cuadro 14: Valores medios del rendimiento de la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.

	Convencional	Orgánico – Guano de islas	Orgánico – Estiércol	Tradicional -Testigo	Promedio
Oscar Blanco	1812.5 ab	1848.9 ab	578.1 c	937.5 bcd	1121.5 ab
Centenario	2156.3 a	2026.0 a	729.2 abc	875.0 cd	1210.1 ab
Mkshuacho-51	1177.1 bc	1031.3 de	1041.7 ab	1125.0 abc	1071.0 b
Mkshuacho-34	1578.1 ab	1510.4 bc	1166.7 a	1270.8 a	1381.5 a
Mkshuacho-32	583.3 c	802.1 e	619.8 bc	765.6 d	692.7 c
Mkshuacho-105	1244.8 bc	1348.9 cd	1166.7 a	1291.7 a	1263.0 ab
Mkshuacho-91	1619.8 ab	1057.3 cde	968.8 abc	1005.2 abcd	1162.8 ab
Mkshuacho-60	1697.9 ab	1177.1 cde	994.8 abc	1208.3 ab	1269.5 ab
Mkshuacho-75	1578.1 ab	1302.1 cd	1052.1 ab	1046.9 abcd	1244.8 ab
Promedio	1494 a	1345 a	924 b	1058 b	1205

Fuente: Elaboración propia. * Números en negritas indican valores extremos. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan ($\alpha=0.05$)

4.1.1.3.5. INDICE DE COSECHA:

En el Anexo 3, se presentan los resultados del ANVA y donde se observa que hay diferencias significativas entre los 9 genotipos para los experimentos 1, 2 y 4. Los coeficientes de variabilidad son 15.26, 22.29, 35.1 y 16.05 por ciento para los experimentos 1, 2, 3 y 4; respectivamente. La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) confirma el resultado del ANVA (Cuadro 15).

En el experimento 1 (orgánico – guano de isla), se puede apreciar que la línea MKSHUACHO-75 con 7.3 por ciento obtuvo el índice porcentual más alto y la

línea MKSHUACHO-105 obtuvo el menor valor porcentual con 4.3 por ciento; existiendo diferencias significativas entre estos valores. Las variedades comerciales “Centenario” y “Oscar Blanco” presentaron valores correspondientes a 5.8 y 5.9 por ciento respectivamente. El valor promedio del experimento fue igual a 5.82 por ciento.

En el experimento 2 (orgánico – estiércol de vacuno), se puede apreciar que la línea MKSHUACHO-60 con 8.2 por ciento obtuvo el índice porcentual más alto y la línea MKSHUACHO-105 obtuvo el menor valor porcentual con 6.2 por ciento; no existiendo diferencias significativas entre estos valores. Las variedades comerciales “Centenario” y “Oscar Blanco” presentaron valores correspondientes a 4.3 y 2.7 por ciento respectivamente. El valor promedio del experimento fue igual a 6.4 por ciento (Cuadro 15).

En el experimento 3 o convencional se puede apreciar que la línea MKSHUACHO-60 con 10.1 por ciento obtuvo el índice porcentual más alto y las líneas MKSHUACHO-105 y MKSHUACHO-32 obtuvieron los menores valores porcentuales con 4.6 y 4.8 por ciento respectivamente. Las variedades comerciales “Centenario” y “Oscar Blanco” presentaron valores correspondientes a 6.7 y 6.9 por ciento respectivamente. El valor promedio del experimento fue igual a 6.967 por ciento (Cuadro 15).

En el experimento 4 o tradicional se puede apreciar que las líneas MKSHUACHO-51, MKSHUACHO-34, MKSHUACHO-32, MKSHUACHO-105, MKSHUACHO-91, MKSHUACHO-60 y MKSHUACHO-75 no presentan diferencias estadísticas entre sí, pero sí con las variedades comerciales. Por lo que el índice de cosecha para estos genotipos varió de 5.9 a 7.2 por ciento. Las variedades comerciales “Centenario” y “Oscar Blanco” presentaron valores de 3.9 y 4.6 por ciento. Las líneas con el índice porcentual más alto fueron MKSHUACHO-60 y MKSHUACHO-105 con valores de 7.2 y 7 por ciento; respectivamente. El valor promedio del experimento fue igual a 6.11 por ciento (Cuadro 15).

Cuadro 15: Valores medios índice de cosecha de la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.

	Convencional	Orgánico – Guano de islas	Orgánico – Estiércol	Tradicional – Testigo	Promedio
Oscar Blanco	6.7 ab	5.9 abc	2.7 c	4.6 b	5
Centenario	6.9 ab	5.8 abc	4.3 bc	3.9 b	5.2
Mkshuacho-51	7.1 ab	5.1 bc	7.2 ab	5.9 ab	6.3
Mkshuacho-34	6.5 ab	6.3 abc	7.4 ab	6.5 a	6.7
Mkshuacho-32	4.8 b	6.4 ab	7.8 a	6.8 a	6.5
Mkshuacho-105	4.6 b	4.3 c	6.2 ab	7.0 a	5.5
Mkshuacho-91	8.6 ab	5.1 bc	7 ab	6.2 a	6.7
Mkshuacho-60	10.1 a	6.2 abc	8.2 a	7.2 a	7.9
Mkshuacho-75	7.4 ab	7.3 a	7.2 ab	6.9 a	7.2
Promedio	6.97	5.8	6.5	6.1	6.3

Fuente: Elaboración propia. * Números en negritas indican valores extremos. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan ($\alpha=0.05$)

4.1.1.4. CARACTERES DE CALIDAD:

4.1.1.4.1. PESO DEMIL GRANOS:

El valor de peso de mil granos es un identificador de la calidad de los granos ya que está asociado al tamaño de los mismos.

En el Anexo 3 se presentan los resultados del ANVA y se observa que hay significación para tratamientos (genotipos) para los experimentos 1 y 2. Los coeficientes de variabilidad son 13.09, 9.78, 22.82 y 14.5 por ciento para los experimentos 1, 2, 3 y 4; respectivamente. La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) confirma el resultado del ANVA (Cuadro 16).

En el experimento 1 (orgánico – guano de isla), el rango de peso de mil granos observado fue de 0.52 a 0.82 g. MKSHUACHO-34 fue la línea con mayor peso de mil granos y difiere estadísticamente del resto de los 6 genotipos evaluados con menor valor, pero no difiere de las variedades comerciales Centenario y Oscar Blanco que presentaron un valor de 0.8 g. El valor promedio del experimento para el peso de mil granos fue igual a 0.64 g (Cuadro 16).

Para el experimento 2 (orgánico – estiércol de vacuno), el rango de peso de mil granos observado fue de 0.47 a 0.88 g. MKSHUACHO-34 fue la línea con mayor peso de mil granos y difiere estadísticamente del resto de los 6 genotipos evaluados con menor valor, así como también, de las variedades comerciales Centenario y Oscar Blanco que presentaron un valor de 0.69 y 0.7 g. El valor promedio del experimento para el peso de mil granos fue igual a 0.614 g.

Para el experimento 3 o convencional, el rango de peso de mil granos observado fue de 0.56 a 0.9 g. La línea MKSHUACHO-34 fue la línea con mayor peso de mil granos (0.76 g) y no difiere estadísticamente del resto de los 6 genotipos evaluados (Cuadro 16), exceptuando la línea MKSHUACHO-32 según la prueba Duncan. Así como también de las variedades comerciales “Centenario” y “Oscar Blanco” que presentaron valores de 0.73 y 0.9 g respectivamente. El valor promedio del experimento para el peso de mil granos fue igual a 0.676 g.

Para el experimento 4 o tradicional, el rango de peso de mil granos observado fue de 0.46 a 0.823 g. La línea MKSHUACHO-34 fue la línea con mayor peso de mil granos (0.7 g) y difiere estadísticamente del resto de las 6 líneas evaluadas (Cuadro 16). Así como también de las variedades comerciales “Centenario” y “Oscar Blanco” que presentaron valores de 0.703 y 0.823 g respectivamente. El valor promedio del experimento para el peso de mil granos fue igual a 0.613 g. Las otras cinco líneas se pueden dividir en dos grupos con diferencias estadísticas entre sí, pero el rango de variación total en el peso de mil granos va de 4.6 a 5.8 gramos.

Cuadro 16: Valores medios del peso de mil granos de la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.

	Convencional	Orgánico – Guano de islas	Orgánico – Estiércol	Tradicional -Testigo	Promedio
Oscar Blanco	0.73 ab	0.80 a	0.70 b	0.82 a	0.76 a
Centenario	0.90 a	0.80 a	0.69 b	0.70 ab	0.77 a
Mkshuacho-51	0.61 ab	0.63 b	0.58 c	0.55 bc	0.59 b
Mkshuacho-34	0.76 ab	0.82 a	0.88 a	0.81 a	0.82 a
Mkshuacho-32	0.60 ab	0.53 b	0.55 c	0.46 c	0.54 b
Mkshuacho-105	0.56 b	0.55 b	0.47 c	0.49 c	0.52 b
Mkshuacho-91	0.63 ab	0.57 b	0.55 c	0.58 bc	0.58 b
Mkshuacho-60	0.62 ab	0.53 b	0.56 c	0.52 c	0.56 b
Mkshuacho-75	0.68 ab	0.53 b	0.53 c	0.8 bc	0.58 b
Promedio	0.68 a	0.64 ab	0.61 b	0.61 b	0.64

Fuente: Elaboración propia. * Números en negritas indican valores extremos. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan ($\alpha=0.05$)

4.1.1.4.2 PORCENTAJE DE PROTEÍNA DEL GRANO:

En el Anexo 3 se presentan los resultados del ANVA, donde se observa que hay diferencias significativas entre los 9 genotipos para todos los experimentos. Los coeficientes de variabilidad son 12.39%, 7.84%, 8.03% y 3.66 por ciento para los experimentos 1, 2, 3 y 4 respectivamente. La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) confirma el resultado del ANVA (Cuadro 17).

Para el experimento 1 el rango de porcentaje de proteína varió de 10.63 a 13.63%. El valor más bajo corresponde a la línea MKSHUACHO-32 y el valor más alto a Oscar Blanco, entre estos dos valores existen diferencias estadísticas de acuerdo a la Prueba de Significación Duncan ($\alpha= 0.05$). La Variedad Centenario tiene un valor de 13.3 y no difiere estadísticamente del mayor valor. El promedio de proteína del experimento es igual a 12.39 por ciento y cinco líneas presentan valores similares a este promedio.

Para el experimento 2, el rango de porcentaje de proteína varió de 10.47 a 12.90 por ciento. El valor más bajo corresponde a la línea MKSHUACHO-105, y el valor más alto a MKSHUACHO-51, además no presenta diferencias

significativas con la línea MKSHUACHO-60 con 12.62 por ciento, entre los valores extremos del rango existen diferencias estadísticas. La Variedad Centenario obtuvo un valor de 12.55 y no difiere estadísticamente del valor de Oscar Blanco con 12.50. El promedio de proteína del experimento es igual a 12.00 por ciento y seis líneas presentan valores similares a este promedio. Las líneas de contenido proteico más alto no presentan diferencias significativas entre sí.

Para el experimento 3 el rango de porcentaje de proteína varió de 10.75 a 13.99 por ciento. El valor más bajo corresponde a la línea MKSHUACHO-32, y el valor más alto a MKSHUACHO-34, además no presenta diferencias significativas con la línea MKSHUACHO-60 con 12.62 por ciento (Cuadro 17), entre los valores extremos del rango existen diferencias estadísticas. La Variedad "Centenario" tiene un valor de 12.87 y no difiere estadísticamente del valor de "Oscar Blanco" con 13.257. El promedio de proteína del experimento es igual a 12.526 por ciento donde cinco líneas presentan valores superiores a este promedio. Estas líneas mutantes de mayor valor proteico no presentan diferencias significativas entre sí.

Para el experimento 4 el rango de porcentaje de proteína varió de 10 a 12.9 por ciento. El valor más bajo corresponde a la línea MKSHUACHO-75, y el valor más alto a la variedad "Oscar Blanco", aunque la línea MKSHUACHO-51 se acercó mucho a esta variedad con un valor de 12.87 por ciento, y superando a la variedad "Centenario" que tuvo un valor de 12.69 por ciento. Estas además no presentan diferencias significativas con las líneas MKSHUACHO-91, MKSHUACHO-60 y MKSHUACHO-34 (Cuadro 17). Entre los valores extremos del rango existen diferencias estadísticas de acuerdo a la Prueba de Significación Duncan ($\alpha = 0.05$). El promedio de proteína del experimento es igual a 12.11 por ciento donde sólo tres líneas presentan valores inferiores a este promedio. Estas líneas mutantes de mayor valor proteico no presentan diferencias significativas entre sí.

Cuadro 17: Valores medios del porcentaje de proteína de la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en cuatro sistemas de cultivo. La Molina 2012-2013.

	Convencional	Orgánico - Guano de islas	Orgánico - Estiércol	Tradicional -Testigo	Promedio
Oscar Blanco	13.3 ab	13.6 a	12.5 ab	12.9 a	13.1 a
Centenario	12.9 abc	13.4 ab	12.6 ab	12.7 a	12.9 ab
Mkshuacho-51	13.1 ab	12.8 bc	12.9 a	12.9 a	12.9 ab
Mkshuacho-34	13.9 a	12.7 bc	12.4 ab	12.4 a	12.9 ab
Mkshuacho-32	10.8 d	10.6 d	11.4 abc	11.4 c	11.1 c
Mkshuacho-105	11.0 cd	12.4 c	10.5 c	11.6 c	11.4 c
Mkshuacho-91	12.0bcd	12.3 c	12.4 ab	12.3 ab	12.2 b
Mkshuacho-60	13.2 ab	12.5 c	12.6 a	12.8 a	12.8 ab
Mkshuacho-75	12.5 abcd	11.2 d	10.8 bc	10.0 d	11.1 c
Promedio	12.5 a	12.4 ab	12.0 b	12.1 b	12.3

Fuente: Elaboración propia. * Números en negritas indican valores extremos. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan ($\alpha=0.05$).

4.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS LÍNEAS CON MEJOR POTENCIAL DE RENDIMIENTO Y CALIDAD

Empleando los resultados del análisis combinado se identificaron las mejores líneas mutantes comparándolas con los testigos comerciales para los diferentes caracteres estudiados en la presente investigación. Se aplicó la prueba de homogeneidad de variancias de Snedecor y Stevens, (Calzada, 1982) y se seleccionó los caracteres días a la floración, rendimiento, peso de mil granos y porcentaje de proteína del grano, en base a los valores del Coeficiente de Box, (Anexo 4). Los resultados del ANVA Combinado se Presentan en el Anexo 4.

En el Anexo 4 se aprecia los resultados del ANVA Combinado para días a la floración y se observa significación estadística altamente significativa para sistemas de cultivo, tratamientos y la interacción sistemas x tratamientos El CV fue igual a 5.66 por ciento. El CV fue igual a 5.66 por ciento.

Los resultados del ANVA combinado para peso de mil granos muestran diferencias altamente significativas para tratamientos. El CV fue igual a 23.11 por ciento (Anexo 4).

En el Anexo 4 se presentan los resultados del ANVA combinado para proteína del grano y se puede apreciar que se obtuvieron diferencias altamente significativas para Tratamientos. El CV fue igual a 9.2 por ciento.

Los resultados del ANVA combinado para rendimiento de grano muestran que existen diferencias altamente significativas para los sistemas, tratamientos y la interacción sistemas x tratamiento.

Los valores medios y la significación obtenida mediante la prueba de Duncan a un $\alpha = 0.05$ se presenta considerando a nivel de Sistemas de Cultivo (Cuadro 18) y a nivel de Genotipos (Cuadro 19).

4.2.1. SISTEMAS DE CULTIVO

En el Cuadro 18, se exponen los valores y la Prueba de medias Duncan, a un $\alpha = 0.05$, a nivel de sistemas de cultivo en promedio de los nueve genotipos; para días a la floración, peso de mil granos, contenido de proteína del grano y rendimiento.

4.2.1.1. DÍAS A FLORACIÓN:

Se observa que el rango de floración varió de 79 a 91.7 días estos valores corresponden a los de los experimentos convencional y tradicional; respectivamente. Los valores de floración en los sistemas orgánico - guano de islas y convencional son diferentes estadísticamente a aquellos observados en los sistemas orgánico - estiércol de vacuno y tradicional. Con un valor promedio de días a la floración de 84.8 días.

4.2.1.2. PESO DE MIL GRANOS:

El rango del peso de mil granos fue de 0.61 a 0.67 gramos, los valores corresponden a los sistemas orgánico - estiércol de vacuno y convencional, respectivamente y estos valores son significativamente diferentes. El promedio del peso de mil granos fue igual a 0.64 gramos.

4.2.1.3. CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL GRANO:

El rango del contenido proteico fue de 12 a 12.53 por ciento, correspondientes a los sistemas de cultivo con insumos orgánicos con estiércol de vacuno y convencional; respectivamente; existiendo diferencias significativas; sólo, entre estos valores. El promedio de contenido de proteína del grano fue igual a 12.3%.

4.2.1.4. RENDIMIENTO

El rango del rendimiento fue de 924.2 a 1354.7kg/ha, correspondientes a los sistemas de cultivo con insumos orgánicos - estiércol de vacuno y convencional respectivamente. El experimento orgánico - estiércol de vacuno no guarda diferencias estadísticas con el experimento tradicional, pero si con experimento orgánico - guano de islas y convencional. El experimento convencional guarda diferencias estadísticas con los experimentos: tradicional e orgánico - estiércol de vacuno, pero no con el sistema orgánico - guano de islas.

Cuadro 18: Valores medios de: Floración (Días), Peso de mil granos (g), contenido de Proteína del Grano (%) y Rendimiento de CUATRO SISTEMAS DE CULTIVO DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*). La Molina 2012- 2013.

Sistemas de Cultivo		Floración (N° días)	Peso mil granos (g)	Proteína (%)	Rendimiento (kg/ha)
Con insumos orgánicos y Guano de Islas		79.5 b	0.64 ab	12.4 ab	1344.9 a
Con insumos orgánicos y Estiércol		89.2 a	0.61 b	12.0 b	924.2 b
Convencional.		79.0 b	0.67 a	12.5 a	1354.7 a
Tradicional		91.7 a	0.61 b	12.1 ab	1058.5 b
Promedio		84.8	0.64	12.3	1157.8
C V %		5.6	23.1	9.2	23.3
Sistemas	Significancia	**	n.s.	n.s.	**
Sistemas x tratamiento	Significancia	**	n.s.	n.s.	**

Fuente: Elaboración propia. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente. Duncan ($\alpha=0.05$)

4.2.2. TRATAMIENTOS- GENOTIPOS

En el Cuadro 19, se exponen los valores y la Prueba de medias Duncan, a un $\alpha = 0.05$ a nivel de genotipos, en promedio de los cuatro sistemas para días a la floración, peso de mil granos, contenido de proteína del grano y rendimiento.

4.2.2.1. DÍAS A FLORACIÓN:

El rango promedio para la variable días a floración varió de 77 a 101.33 días correspondiendo a los genotipos MKSHUACHO-32 y MKSHUACHO-105; respectivamente, entre estos dos valores existen diferencias significativas y también comparándolos con todos los demás genotipos. Sólo la línea MKSHUACHO-32 no guarda diferencias significativas con la variedad "Oscar Blanco", siendo estos dos los genotipos más precoces dentro de la evaluación. Las líneas MKSHUACHO-51, MKSHUACHO-34, MKSHUACHO-91, MKSUACHO-60 y la variedad "Centenario" no guardan diferencias significativas entre sí ni con la variedad "Oscar Blanco".

4.2.2.2. PESO DE 1000 GRANOS:

El rango promedio para la variable peso de mil granos fue de 0.51 a 0.81 siendo estos los valores promedios de las líneas mutantes MKSHUACHO-105 y MKSHUACHO-34; respectivamente y entre estos dos valores existen diferencias significativas. La línea MKSHUACHO-34 presenta valores similares con las variedades "Oscar Blanco" y "Centenario" y a su vez estas guardan diferencias significativas con todas las otras líneas avanzadas de mejoramiento.

4.2.2.3. PORCENTAJE DE CONTENIDO DE PROTEINA DEL GRANO:

El rango para la variable contenido proteico del grano fue de 11.06 a 13.06 por ciento siendo estos los valores para las líneas MKSHUACHO-32 y la variedad "Oscar Blanco"; respectivamente y entre estos dos valores existen diferencias significativas. Las líneas MKSHUACHO-75 y MKSHUACHO-105 no guardan diferencias estadísticas con la línea MKSHUACHO-32. Las líneas avanzadas MKSHUACHO-51, MKSHUACHO-34 y MKSHUACHO-60 así como las variedades "Oscar Blanco" y "Centenario" tampoco guardan diferencias estadísticas entre sí.

4.2.2.4. RENDIMIENTO DE GRANOS:

El rango para la variable rendimiento en promedio fue de 692.7 a 1381.5 kg/ha para los genotipos MKSHUACHO-34 y MKSHUACHO32 respectivamente. El menor valor guarda diferencias significativas con todas las demás variedades.

Cuadro 19: Valores medios de: floración (días), peso de mil granos (g), contenido de proteína del grano y rendimiento (%) para cada uno de los nueve genotipos de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) entre los cuatro sistemas de producción según la prueba Duncan del ANVA para el análisis combinado de experimentos independientes y por variables considerando $\alpha = 0.05$. La Molina 2012- 2013.

Genotipos	Días a flor. (N° días)	Peso mil granos (g)	Proteína (%)	Rendimiento (kg/ha)
Oscar Blanco	80.9 cd	0.76 a	13.1 a	1121.5 ab
Centenario	84.3 c	0.77 a	12.9 ab	1210.1 ab
MKSHUACHO-51	82.3 c	0.59 b	12.9 ab	1071.0 b
MKSHUACHO-34	81.5 c	0.82 a	12.9 ab	1381.5 a
MKSHUACHO-32	77.0 d	0.54 b	11.1 c	692.7 c
MKSHUACHO-105	101.3 a	0.52 b	11.4 c	1263.0 ab
MKSHUACHO-91	84.8 bc	0.58 b	12.2 b	1162.8 ab
MKSHUACHO-60	83.5 c	0.56 b	12.8 ab	1269.5 ab
MKSHUACHO-75	88.0 b	0.58 b	11.1 c	1244.8 ab
Promedio	84.8	0.63	12.3	1157.8
C V %	5.6	23.1	9.2	23.3
Significancia	**	**	**	**

Fuente: Elaboración propia.

Considerando los resultados del ANVA Combinado, se puede identificar que la línea mutante MKSHUACHO-34 presenta el mayor rendimiento con 1381.5 kg/ha, superior en 23 por ciento a Oscar Blanco (1121.5 kg/ha) y en 14 por ciento a Centenario (1210.1 kg/ha) y además de ello presenta un buen contenido de proteína igual a 12.89 por ciento, ligeramente inferior a Oscar Blanco (13.07%) y similar a Centenario (12.87%).

4.3 EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA CADA SISTEMA DE CULTIVO Y SU GRADO DE RENTABILIDAD:

Los costos por hectárea (ha) para cada experimento fueron hechos en base a los costos reales de cada experimento llevándolo a nivel de hectárea. Sin embargo, se realizó un ajuste en el número de jornales. En los experimentos se emplean mucho más mano de obra (60 jornales) que en una conducción comercial (30 jornales). Considerando un equivalente a nivel comercial, por lo tanto, se estableció para los experimentos convencional e insumos orgánicos con guano de islas y estiércol 30 jornales/ha. Para el experimento tradicional se determinó 25 jornales/ha, dado que no se realizó aplicaciones de productos durante el ciclo de cultivo.

Con respecto a precio en campo de agricultor, se determinó considerando los incrementos en los últimos 2 años (Cuadro 1) un precio de S/. 4.1 para productos convencionales y S/. 6.1 para productos orgánicos en los que se incluye el tradicional.

El cálculo de rentabilidad fue realizado empleando el valor del rendimiento promedio de cada experimento, para luego compararlo con el rendimiento más alto obtenido en cada sistema. A continuación se presenta la rentabilidad por sistema de producción:

4.3.1 EXPERIMENTO 1: ORGÁNICO - GUANO DE ISLAS:

En este experimento los costos brutos por hectárea en la investigación fueron S/. 6,906, encontrándose principalmente elevados por el costo de maquinaria y semilla, Considerando un campo comercial, el costo sería de S/. 5,765 (Cuadro 20), donde se expresa únicamente el valor en base al promedio de rendimiento en el experimento.

En base a los rendimientos promedio del experimento, si se emplea el rendimiento de la variedad con mejor respuesta (Centenario), bajo los parámetros de una siembra comercial el ingreso bruto sería de 12,358 nuevos soles con una rentabilidad de 108%.

Cuadro 20: Análisis de rentabilidad – Sistema de cultivo con insumos orgánicos y guano de islas.

Guano de islas					
Área del terreno (m2)	864				
	Cantidad	Costo unitario (ha - t - kg - l - hora - jornal)	Costo ha	Costo total	Costo/ha comercial
Predio	alquiler	1200.0	1200.0	103.7	1200.0
Agua	pago único	680.0	680.0	58.8	340.0
Fuerza laboral					
Jornales	60.0	30.0	1800.0	155.5	900.0
Maquinaria	12.0	100.0	1200.0	103.7	1100.0
Insumos					
Guano de islas (t)	0.1	1300.0	197.6	68.3	197.6
Semilla	0.7	30.0	240.0	20.7	240.0
Trichops (800)	0.5	20.0	40.0	10.0	40.0
Aminovigor	0.5	35.0	50.6	17.5	101.3
Agree (500)	0.8	68.0	147.6	51.0	295.1
Postcosecha					
Cosechadora mecánica	1.0	70.0	840.0	72.6	840.0
limpieza de semilla	1345.0	0.4	511.1	176.6	511.1
Costo total			6906.9	838.4	5765.1
Precio a Setiembre 2014	S//Kg granel	6.1			8204.3
Ganancia bruta					2439.3

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 EXPERIMENTO 2: ORGÁNICO - ESTIÉRCOL DE VACUNO:

En este experimento los costos brutos por hectárea en la investigación fueron del orden de S/. 6,736 y a ajustándolos a nivel de los costos por inversión comercial el valor sería de S/. 5,444. (Cuadro 21) para fines de la investigación la ganancia bruta en base al rendimiento promedio tendría un valor de S/. 5, 637, obteniendo una rentabilidad bruta de 3.5 por ciento y con una ganancia de S/. 193.

En el caso se utilizara el mejor genotipo para una producción comercial, el rendimiento para el experimento, correspondiente a las líneas MKSHuacho-34 ó 105 el nivel de ingreso bruto ascendería a 7,118 nuevos soles generando una rentabilidad de 30.7 por ciento.

En este sistema los costos por mano de obra; especialmente el empleado en la dispersión del estiércol seco y su incorporación en la preparación del terreno incrementó el número de jornales a 30/ha a diferencia del sistema tradicional.

Cuadro 21: Análisis de rentabilidad – Sistema de cultivo con insumos orgánicos y estiércol.

Estiércol					
Área del terreno (m2)	864				
	Cantidad	Costo unitario (ha - t - kg - l - hora - jornal)	Costo ha	Costo total	Costo/ha comercial
Predio	alquiler	1200.0	1200.0	103.7	1200.0
Agua	pago único	680.0	680.0	58.8	340.0
Fuerza laboral					
Jornales	60.0	30.0	1800.0	155.5	750.0
Maquinaria	12.0	100.0	1200.0	103.7	1100.0
Insumos					
Estiércol seco (t)	0.3	220.0	186.5	64.5	186.5
Semilla	0.7	30.0	240.0	20.7	240.0
Trichops (800)	0.5	20.0	40.0	10.0	40.0
Aminovigor	0.5	35.0	50.6	17.5	101.3
Agree (500)	0.8	68.0	147.6	51.0	295.1
Postcosecha					
Cosechadora mecánica	1.0	70.0	840.0	290.3	840.0
limpieza de semilla	924.2	0.4	351.2	121.4	351.2
Costo total			6735.9	996.9	5444.1
Precio a Setiembre 2014	S./Kg granel	6.1			5637.6
Ganancia bruta					193.5

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 EXPERIMENTO 3: CONVENCIONAL:

En este experimento los costos brutos por hectárea en la investigación fueron del orden de S/. 7,278. Considerando un campo comercial sería de S/. 6,088. la ganancia bruta tendría un valor de S/. 6,126 obteniendo una rentabilidad bruta de 0.6 por ciento y con una ganancia de S/.38 (Cuadro 22).

Utilizando el mejor rendimiento de este experimento correspondiente a la variedad Centenario, y con las condiciones de mercado similares, el nivel de ingreso bruto ascendería a 8,839 nuevos soles generando un incremento en la rentabilidad a 41 por ciento. A nivel de investigación la rentabilidad sería se volvería positiva.

Se puede observar principalmente el alto nivel de insumos utilizados en la producción convencional, lo que hace que esta sea menos rentable para las condiciones de rendimiento obtenidas (Cuadro 22).

Cuadro 22: Análisis de rentabilidad – Sistema de cultivo convencional.

Convencional					
Área del terreno (m2)	864				
	Cantidad	Costo unitario (ha - t - kg - l - hora - jornal)	Costo ha	Costo total	Costo/ha comercial
Predio	alquiler	1200.0	1200.0	103.7	1200.0
Agua	pago único	680.0	680.0	58.8	340.0
Fuerza laboral					
Jornales	60.0	30.0	1800.0	155.5	1050.0
Maquinaria	12.0	100.0	1200.0	103.7	1100.0
Insumos					
Semilla	0.7	30.0	240.0	20.7	240.0
Úrea	18.8	2.5	135.9	47.0	135.9
KCl	0.6	5.0	8.3	2.9	8.3
Fosfato triple	15.0	5.0	217.0	75.0	217.0
Kalex (0.5)	0.5	58.0	83.9	29.0	83.9
Botrizim (0.2)	0.2	65.0	37.6	13.0	37.6
Cipermex (0.3)	0.6	49.2	85.3	29.5	85.3
Perfekhtion (0.25)	1.0	42.0	121.5	42.0	121.5
Solfph (0.1)	0.7	30.0	60.8	21.0	60.8
Postcosecha					
Cosechadora mecánica	1	70	840	72.576	840
limpieza de semilla	1494.2	0.38	567.8	196.2	567.8
Costo total			7278.2	970.5	6088.2
Precio a Setiembre 2014	S/./Kg granel	4.1			6126.3
Ganancia bruta					38.1

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4 EXPERIMENTO 4: TRADICIONAL:

En este experimento los costos brutos por hectárea en la investigación fueron del orden de S/. 6062. (Cuadro 23).

Considerando los costos a nivel comercial estos serían iguales a S/. 4872. La ganancia bruta tendría un valor de S/.8467 obteniendo una rentabilidad bruta negativa de 11 por ciento y con una pérdida de S/. 532.

A diferencia de los otros sistemas de cultivo, los insumos tienen un valor mínimo; pero se incluye el valor del predio y agua. Normalmente los pequeños agricultores no registran estos costos.

Empleando el rendimiento más alto, correspondiente a la línea MKSHuacho-105, el nivel de ingreso bruto ascendería a 5,297 nuevos soles generando una rentabilidad positiva del 8 por ciento para un campo comercial.

Cuadro 23: Análisis de rentabilidad – Sistema de cultivo tradicional.

Tradicional					
Área del terreno (m2)	864				
	Cantidad	Costo unitario (ha - t - kg - l - hora - jornal)	Costo ha	Costo total	Costo/ha comercial
Predio	Alquiler	1200.0	1200.0	103.7	1200.0
Agua	pago único	680.0	680.0	58.8	340.0
Fuerza laboral					
Jornales	50	25.0	1500.0	129.6	750.0
Maquinaria	12	100.0	1200.0	103.7	1100.0
Insumos					
Semilla	0.7	30.0	240.0	20.7	240.0
Postcosecha					
Cosechadora mecánica	1	70.0	840.0	290.3	840.0
limpieza de semilla	1058.5	0.4	402.2	139.0	402.2
Costo total			6062.2	845.8	4872.2
Precio a Setiembre 2014	S./Kg granel	4.1			4339.6
Ganancia bruta					-532.6

Fuente: Elaboración propia.

4.4. DISCUSIONES

Con los resultados obtenidos en los cuatro experimentos descritos en los cuadros y párrafos anteriores podemos señalar para:

4.4.1 GERMINACIÓN Y EMERGENCIA:

Al haberse realizado la siembra bajo las condiciones expuestas por Gómez. & Romero. (2004), coincidentes con Sierra exportadora. (2013), se logró en general un buen nivel de respuesta, no menor al 80%; los valores esperados por la buena calidad de semilla. En el experimento correspondiente al sistema de cultivo convencional, el rango de germinación fue de 52.67 a 94.67 por ciento, debido a características del terreno con zonas denominadas “*Secarronas*” en las que el agua no infiltra y dificulta la hidratación de las semillas, generando un bajo nivel respuesta.

4.4.2. FACTORES BIÓTICOS:

Podredumbre del Cuello

El control del estrés biótico denominado “*PODREDUMBRE DEL CUELLO*” se realizó empleando *Trichoderma harzianum*, aplicado al suelo en los experimentos con insumos orgánicos, actuando antagónicamente, como lo expresan en sus estudios Noelting & Sandoval (2005), obteniendo niveles de mejor control que en el sistema de cultivo convencional, en el cual se realizó el control químico correspondiente, coincidente con BIDA & ADG (2006) y Sierra exportadora. (2013). En el caso específico del sistema de cultivo tradicional, al no realizar control alguno, la población del cultivo se vio mermada especialmente en las zonas de mayor acumulación hídrica o encharcamiento superficial.

Otras enfermedades:

Estrada *et al.* (1997, 2008 y 2009) indican que este hongo patógeno ingresa por las heridas de picaduras de alimentación generadas por los áfidos en las hojas. En el experimento se notó que al disminuir la población de áfidos disminuyó la presencia de síntomas; observado especialmente en el genotipo MKSHUACHO-105 en el experimento convencional.

Durante la etapa productiva se detectaron las siguientes plagas:

Spodoptera eridania, *Pseudoplusia* sp. y *Heliothis* sp. También se observó la presencia de controladores biológicos como: parasitoides para *Pseudoplusia* (Tachinidae), *Nabis punctipennis*, *Orius insidiosus*, *Chrysoperla externa*, *Cycloneda sanguinea* y *Harmonia* sp (comunicación personal con el Ing. Mg. Sc. Germán Joyo). La presencia de estos controladores y la epizootia generada por el hongo *Entomophthora* sp (comunicación personal con el Ing. MgSc Carlos Cadenas) en los áfidos adultos o de últimos estadios, permitió que se eliminen en los sistemas de cultivo con insumos orgánicos, con la excepción del áfido negro perteneciente al género *Aphis* no contabilizado en la evaluación por su baja poblaciones (comunicación personal con la Ing. Mg Sc. Clorinda Vergara), y presente en las kiwichas de mayor coloración rojiza en las hojas (línea MKSHUACHO-32 principalmente)

En contraste en el experimento convencional sólo se pudieron observar las siguientes especies: *Spodoptera eridania* y *Pseudoplusia* sp. Probablemente debido al control con insecticidas realizado en este sistema de cultivo.

4.4.3 CARACTERES AGRONÓMICOS:

Altura de planta:

Todos los resultados difieren de lo obtenido por Gallardo & García (2011) y Saavedra (2013) y son similares a los de Vásquez-Benítez (2011) y Bayón de Torená. *et al.* (2009). Se observó una altura mayor o igual a lo reportado para “INIA 414” que alcanzó 1.50 m de altura (Estrada & Flores. 2012) y menor a lo reportado con “INIA 413 Morocho Ayacuchano” que alcanza 2.20 m (Altamirano *et al.*, 2006).

Días a floración:

Se obtuvieron valores en cada experimento que coinciden y superan a los datos de floración reportados por Gallardo. & García (2011) y también por el amaranto de grano de la variedad “INIAP Alegría”. Igualmente se superan los niveles de precocidad de los genotipos de las variedades comerciales de INIA. Siendo 120 días para INIA 414 (Estrada & Flores 2012) y 95 días para “INIA 413 Morocho Ayacuchano” (Altamirano *et al.*, 2006). Aunque para el genotipo 6 se observó un valor más cercano, especialmente en los experimentos: sistema tradicional e insumos orgánicos con estiércol.

Acame:

En cada experimento las líneas sobrepasaron un nivel de acame del 10 por ciento y generaron dificultades en las labores a la cosecha, acorde con lo descrito por Gómez & Romero (2004) y Buñay. (2009). La excepción fue en el sistema de cultivo con insumos orgánicos y estiércol, donde sólo un genotipo llegó a 16.39 por ciento de acame.

Rendimiento:

Los rendimientos obtenidos en su mayoría son similares a los reportados en campos de agricultores Kauffman & Weber (1990), citando a Sumar *et al.* (1986) mencionan que los agricultores, en promedio, obtienen entre 600 a 1500 kg/ha y que el tope biológico se encontraría por el orden de 6 toneladas por hectárea; valor máximo obtenido para nuestro país. Coincidiendo con Aedo & Barrantes del Águila. (1991) que obtuvieron el nivel máximo productivo para “Oscar Blanco” con 6288 kg/ha.

Los datos obtenidos en los experimentos difieren a los hallados por Gómez & Huapaya. (1991) pero coinciden con Matteuchi. (1998), que reporta un rango de 1.2 a 4.5 toneladas por hectárea, y hace referencia a un límite productivo rentable sobre 1.5 toneladas por hectárea al igual que Svirkis. (2003) y Buñay. (2009), que reporta un rendimiento promedio con fertilizantes orgánicos de 1679 kg/ha.

En los experimentos se superan los valores obtenidos por Apaza-Gutierrez, *et al.* (2002), que mencionan un nivel promedio para *Amaranthus caudatus* igual a 1.3 toneladas por hectárea. Así como los obtenidos por Vasquez-Benites *et al.*, (2011) que menciona un promedio de rendimiento bajo condiciones de producción orgánica de 1.68 y 1.3 toneladas por hectárea.

Se puede observar en el Cuadro 23 un resumen de los valores obtenidos por diversos autores con otras distintas especies de amarantos de grano en experimentos similares y la especie evaluada en la presente tesis.

Cuadro 24: Rendimiento promedio histórico de amarantos de grano.

Referencia	País/localidad	Especie	Rendimiento (kg/ha)	Sistema de cultivo / tratamientos
Gómez & Huapaya, 1991	Perú/Lima	A. caudatus	546	convencional
		A. caudatus	1812	
		A. caudatus	3141	
Aedo & Barrantes, 1991	Perú/Ayacucho	A. caudatus	6200	convencional
Matteuchi, 1998	Argentina	A. caudatus	>1500	convencional
		A. cruentus	2200	
		A. cruentus	1500	
		A. cruentus x A. caudatus	1200	
Apaza & Gutierrez, 2002	Bolivia/Tarija	A. hypochondriacus	1460	convencional
		A. caudatus	1300	
Svirkis, 2003	Lituania	A. caudatus	1190	tradicional
			530	
Altamirano <i>et al.</i> , 2006	Perú/Ayacucho	A. caudatus	3000	convencional
Dirección Zonal Huancavelica	Perú/Huancavelica	A. caudatus	2000	orgánico
Buñay, 2009	Ecuador/Chimborazo	A. hypochondriacus	1588	tradicional
			1679	
Vásquez-Benítez, 2011	México/Tochimilco	A. hypochondriacus	1300 - 1680	fertilización orgánica
Estrada & Flores, 2012	Perú/Ayacucho	A. caudatus	2500	convencional
Madum & Weaton, 2012	Malawi	A. hypochondriacus	3900	convencional
Saavedra, 2013	Ecuador / Quito	A. caudatus	2000	foliares orgánicos

Índice de cosecha:

Los valores hallados en este experimento difieren notablemente con los resultados obtenidos por Torres Saldaña *et al.* (2006) que obtuvo 11.2 a 12.7 por ciento para la variedad “Tulyehualco” y de 11.7 a 12.3 por ciento para la variedad “Froncosa” cultivando *A. hypochondriacus* en México. Matteuchi. (1998) en su experimento con *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* Cv “Don Armando”, *A. cruentus* Cv “Don Guiem”, *A. mantegazzianus*, *A.*

cruentus x *A. caudatus* y *A. caudatus* reporta valores de 26.69, 24.67, 24.37, 18.53, 25.36 y 25.15 en valores porcentuales respectivamente, pero en general se tiene un promedio para el cultivo de 19 por ciento. Este último valor es referencial pero no totalmente comparable ya que las evaluaciones pueden diferir en varios factores involucrados como: el grado de limpieza de los granos, el tamaño de los granos, el grado de humedad de las muestras; entre otros factores.

4.4.4 CALIDAD:

Peso de mil granos:

Los valores observados en esta investigación se encuentran dentro del rango informado para esta especie con ligeras variantes en algunos genotipos y sistemas de cultivo. Según Matteuchi (1998) para *A. caudatus* normalmente el valor se encuentra en promedio en 0.8 g. Svirkis (2003) señala un rango de 0.7 y 1 g. Apaza-Gutierrez *et al.* (2002) encontraron que *A. cruentus*, tiene un peso de mil granos de 0.79 g y *A. hypochondriacus* de 0.87 g. Por otro lado Gallardo & García (2011) difieren con los resultados y mencionan peso de mil granos de 1.069 g en promedio para la época húmeda, un valor máximo de 1.149 g para la época seca y el testigo con 1.001 g.

Contenido de proteína del grano:

Los valores obtenidos en el estudio son menores a los valores informados para este cultivo. Saavedra (2013), citando a Figueroa *et al.*, (2008) expresa que el contenido porcentual de proteína en la kiwicha está en el rango de 12 a 19 por ciento. Kauffman & Weber (1990) encontraron valores que varían entre 12.5 a 17.6 por ciento en material selecto brillante. Nieto (1990), hace referencia a un valor proteico de 13.6 a 18 g/100g de pasta comestible y de 12 a 19 por ciento en semilla seca

Por otro lado Hernández & Herrerías (1998), coincidentemente con los autores mencionados hace referencia a que el grano de amaranto contiene un alto contenido proteico, superior al 17 por ciento y que también provee de aceites. Es un componente de importancia considerando el aspecto nutricional, comercial y el posicionamiento del producto.

4.4.5. RENTABILIDAD:

Se ha demostrado que tres de los cuatro sistemas de cultivo con kiwicha, son rentables y el costo que se tendría en cada sistema podría cubrir por completo el costo de producción, bajo los precios y tendencias actuales y dar ganancias al agricultor, información que para el sistema de cultivo tradicional no se cumple. Es importante considerar las diferencias en clima y los nutrientes residuales de la campaña precedente.

Los precios de chacra en el Cuadro 1 son los informados por el MINAG, sin embargo los precios en campo han variado actualmente incrementándose ante la reducción significativa del área sembrada de kiwicha, alcanzando valores similares a los de la quinua. El precio en chacra de grano se ha estimado en base al incremento de precio de producto como semilla en determinado momento y en función al valor histórico de precios presentado en el Cuadro 1, a nivel nacional y en promedio.

Esto coincide con lo expuesto por Hernández & Herrerías (1998), sobre que la rentabilidad del cultivo es alta, además cabe recalcar que en zonas productoras como la sierra de nuestro país, el problema fitosanitario es menor y la mano de obra más barata, por lo que el costo productivo no llega los niveles obtenidos en el presente estudio, sino que se encuentra alrededor de S/. 2880.90 por hectárea en promedio (BIDA & ADG (2006). Otros reportes informan que el costo de producción está en el orden de S/. 3303 por ha para la variedad "INIA 413 Morocho Ayacuchano" y para la misma época en S/. 2618 para la variedad local en Ayacucho (Altamirano *et al.*, (2006).

Por otro lado La Dirección Zonal Huancavelica (2009) manifiesta que el valor de inversión para la zona de Huancavelica y año mencionado se encuentra en el orden de S/. 1029 nuevos soles. Todos estos costos mayormente son referidos a cultivos en Sierra.

V. CONCLUSIONES:

5.1.-OBJETIVO 1

El sistema orgánico guano de islas, tuvo efecto en el rendimiento. Se observó un promedio general de 1344.9 kg/ha; muy parecido al obtenido con insumos convencionales. Los valores de calidad; contenido de proteína y peso de mil granos tuvieron valores de 12.4 por ciento y 0.64 g; respectivamente, cercano a los valores comerciales.

El sistema orgánico – estiércol de vacuno afecto mayormente el ciclo de vida y el rendimiento en promedio los genotipos estudiados alcanzaron floración a los 89.2 días y se tuvo un promedio de 924.2 kg/ha, el valor más bajo del estudio. Los valores de calidad fueron ligeramente bajos con 12 por ciento de proteína y 0.61 g de peso de mil granos.

El sistema de cultivo convencional tuvo un efecto más significativo en el rendimiento, en promedio del experimento se logró 1354.7 kg/ha. El valor de proteína igual a 12.5 por ciento y el peso de mil grano igual a 0.67g; los más altos observados en el estudio.

El sistema de cultivo tradicional tuvo efecto en el ciclo de vida, en promedio los genotipos alcanzaron floración a los 91.7 días. El rendimiento promedio igual a 1058.5 kg/ha fue superior al obtenido con la aplicación del estiércol de vacuno. Los valores de proteína del grano y el peso de mil granos fueron iguales a 12.1% y 0.61 g.

5.2.- OBJETIVO 2

Los genotipos y/o variedades sobresalientes para cada sistema de cultivo fueron:

Para el sistema de cultivo con insumos orgánicos y guano de islas destacan las variedades “Oscar Blanco”, “Centenario” y la línea mutante MKSHUACHO-34.

Para el sistema de cultivo con insumos orgánicos y estiércol de vacuno: las líneas sobresalientes fueron: MKSHUACHO-34 y MKSHUACHO-60. Las variedades no tuvieron un nivel sobresaliente.

Para el sistema de cultivo convencional, sobresalieron las variedades “Oscar Blanco” y “Centenario”, y las líneas mutantes MKSHUACHO-91 y MKSHUACHO-60. Destaca por contenido de proteína la línea MKSHUACHO-34.

Para el sistema de cultivo tradicional, las líneas que destacaron fueron: MKSHUACHO-51, MKSHUACHO-34, MKSHUACHO-91Y MKSHUACHO-60. Las variedades no destacaron en este sistema.

A nivel de los cuatro sistemas de cultivo sobresalió la línea mutante MKSHUACHO-34 con 1381.5 kg/ha, superior en 23 por ciento a Oscar Blanco (1121.5 kg/ha) y en 14 por ciento a Centenario (1210.1 kg/ha). Por otro lado su valor de proteína fue igual a 12.89 por ciento, ligeramente inferior a Oscar Blanco (13.07%) y similar a Centenario (12.87%)

5.3.- OBJETIVO 3:

El experimento que generó menores costos y mayor rentabilidad en promedio fueron los sistemas de cultivo orgánico - guano de islas, con un ingreso bruto de 8204.32 nuevos soles y un costo total estimado por hectárea de 5765.06 nuevos soles, obteniendo una rentabilidad bruta de 42.3 por ciento.

VI. RECOMENDACIONES:

1. Realizar nuevamente una comparación entre los sistemas de cultivo de kiwicha con énfasis en los sistemas de producción convencional y con insumos orgánicos con guano de islas.
2. Realizar experimentos futuros similares con las líneas de mejor comportamiento.
3. Realizar experimentos de control de plagas, identificación de controladores biológicos y otros similares en sistemas de cultivo orgánico.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Aedo P, M.& Barrantes del Águila, F.1991. Rendimiento y fenología de 14 colecciones de Achita (*Amaranthus caudatus* L.) En la Localidad de La Viñaca – Ayacucho. En: D. Morales & J.J. Vacher (eds.) Acta del VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos 4 al 8 de Febr. 1991. La Paz, Bol. P135-138

Andrade, A J. &De Andrade, B. 1991. Avances en la investigación del cultivo de Amaranto (*Amaranthus* sp.) en la provincia de Jujuy – Argentina. . En: D.Morales& J.J. Vacher (eds.) Acta del VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos 4 al 8 de Febr. 1991. La Paz, Bol.P139-142

Andrade, A. J. &De Andrade, B. 1991b. Efecto de las fechas de siembra en tres especies de *Amaranthus* sp. (Resultados preliminares) en la provincia de Jujuy – Argentina. . En: D.Morales& J.J. Vacher (eds.) Acta del VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos 4 al 8 de Febr. 1991. La Paz, Bol. P149 - 152

Apaza-Gutierrez, V. Romero-Saravia, A. Guillén-Protal, F.R. &Baltensperger, D.D. 2002. Response of grain amaranth production to density and fertilization in Tarija, Bolivia. In: Reprinted version from: New Crops and New Uses 2002. J.Janick& A. Whippey (eds.). ASHS Press, Alexandria Va. 3 p.

Barrantes del Águila, F. 1991. Enfermedades de la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en Ayacucho (2750 m.s.n.m.) En: D.Morales& J.J. Vacher (eds.) Acta del VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos 4 al 8 de Febr. 1991. La Paz, Bol. P163-168.

Bayón de Torena, N; Castillo, V.& Pérez, L. 2009. Ecotipos de Amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) del valle Calchaquí en el valle de Lerma-Salta. Experiencia con fertilización

orgánica. Universidad Nacional de Salta. En Libro de resúmenes de la IV Jornada de Comunicaciones de la Facultad de Ciencias Naturales 12-13 Nov. 2009 Salta - Ar. p 26

BIDA (Biodiversidad y Desarrollo Agrario La Molina), ADG (Aideau Développement Gembloux), DGCD (Cooperación Belga al Desarrollo). 2006. Boletín técnico N°4 Cultivo de la Kiwicha 40 p.

Buñay M, D.E 2009. Respuesta a la fertilización orgánica en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) en el cantón guano – Provincia de Chimborazo [Tesis] Febrero-2009. Riobamba – Ec. 95pp.

Bruuselma, T. 2003. Productivity of organic and conventional cropping systems. Organic Agriculture: Sustainability, Markets and Policies. Organization for Economic Co-Operation and Development, p 95-98

Bruuselma, T.W; Dibb, D.W, Reetz, Jr. H.F. & Fixen, P.E. 2003. Productivity of organic cropping systems in: Better crops/Vol. 87. (2003, No.1). NorthAmerica. P16-18.

Calderón M, C. & Arauco L, F. 2000. Efecto de la inoculación micorrítica en la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) asociado con maíz (*Zea mays* L.) Extraído de Anales científicos. Lima Pe. p 231-245

Calzada B, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación, Cap-9. 3 ed. Editorial Jurídica. Lima – Pe.

Calzada B, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación, Cap-14. 5ta ed. Editorial Jurídica. Lima-Pe.

Dirección Zonal de Huancavelica. 2009. Manual técnico cultivo de kiwicha orgánica en Huancavelica publicado por MINAG (Ministerio de agricultura) y Agrorural. Lima, PE. 14 p.

El Peruano. 2006. En Normas Legales: Reglamento técnico para productos orgánicos. Decreto Supremo N° 044-2006-AG. Lima – Pe 79 p.

Estrada Z, R.& Flores T, J. 2012. Kiwicha “INIA 414 TARAY”. Estación Experimental Andenes Cusco (EEAC) - 2011. La Molina, Lima-Pe. 2p.

Estrada Z, R; Gonza C, V.&GutiérrezG, J L. 2010. Guía práctica de plagas y enfermedades del cultivo de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en “Proyectos Especies olvidadas y subutilizadas”. ÑUS IFAD II, Proyecto Kiwicha – Consorcio andino, INIA, MINAG. Cusco-Pe 36 p. 20-Ene.-2014.

FAO. 2009. Glossary on Organic Agriculture. FAO Inter-Departmental Working Group on Agriculture Organic. Roma, Italy.

Flores, P. 2014. Organic Agriculture in Latin America and the Caribbean In: Willer, H. &Lernoud, J. (eds). The world of organic agriculture - Statics and emerging trends 2014. FIBL IFOAM report.

Gallardo Quintana, Gabriela Alexandra; & García Montoya, Sergio Renato. 2011. Evaluación de cuatro niveles de materia orgánica en el cultivo de *Amaranthus caudatus* L. e industrialización de grano para la comunidad de San Clemente – Imbabura. Songolquí – Ec.

Gobierno Regional Apurímac. 2009. Plan de negocios: Producción y comercialización de kiwicha. Talavera – Apurímac, Pe.96 p.

Gómez P, L. 2014. Development of improved varieties of native grains through radiation-induced mutagenesis. In Mutagenesis: Exploring novel genes and pathways. Eds (Tomlekora N.B, Kozgar M.I, Wani M.R, Wagening Academic Publishers: 105-123.

Gómez P, L. &Huapaya A, J. 1991. Efectos de la cosecha de hojas en el rendimiento de grano de la kiwicha. En: D.Morales& J.J. Vacher (eds.) Acta del VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos 4 al 8 de Febr. 1991. La Paz, Bol. p153-157.

Gómez P, L. & Romero L, M. 2004. El cultivo de la Kiwicha. (Innovación y competitividad para el agro peruano). Lima, PE. INCAGRO 18 p.

Hernández G, D. R. & Herrerías G, G. (1998). Amaranto: historia y promesa. En Tehuacán: Horizonte del tiempo Vol. 1 Patrimonio histórico de Tehuacán A.C. (529pp) Mx 1998. 18p. Kauffman C.S. & Weber L. E. 1990. Grain Amaranth. p. 127-139 in: J. Janick & J. E. Simons (eds.) Advances in new crops. Timber Press, Portland. OR.

Loomis, R.S & Connor, D.J. 2002. Ecología de cultivos "Productividad y manejo de sistemas agrarios". Madrid - ES. P 7 – 33

Maduwa, D. & Weston F, M. 2012. Agro-morphological characterization of Amaranthus species in central Malawi. Dpto. de Agricultura Malawi. En Hall, R. A., P. Rudebjer, S. Padulosi. (Eds) NUS 2013 Book of Abstracts 3rd International conference on Neglected and underutilized species: For a food-secure Africa. P 10. Africa-Accra, Ghana 25-27 Sept. 2013.

Maeder, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. y Niggi, U. 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. Science, 296 (5573): 1694-1697.

Matteuchi, S.D. 1998. Potencial productivo del amaranto en la pampa ondulada, Argentina: Comportamiento de seis germoplasmas. Revista Facultad Agronomía (LUZ). 1998, 15. AR P 560 – 570.

MINAG. 2006. Gaceta jurídica, Boletín oficial de normas legales de El Peruano, año XXIII/N°9527, D.S.044-2006-AG. Reglamento técnico para los productos orgánicos. Lima. PE.p 323611 - 323624

Mitchell, A., Hong, Y., Koh, E., Barret, D., Bryant, D., Denison, R. F. y Kafka, S. 2007. Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management practices on the content of flavonoids in tomatoes. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 55: 6154-6159.

Nieto, C. 1990. El cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp) una alternativa agronómica para Ecuador. INIAP, EE. Santa Catalina. Publicación Miscelánea N°52. Quito, Ecuador.

Noelting, M.C. I.& Sandoval M.C. 2005. Evaluación in vitro de cepas de *Trichoderma* spp. Sobre *Sclerotinia sclerotiorum*, patógeno en cultivos de amaranto (*Amaranthus* spp.), En *Amarantos* N° 24 – Facultad de Agronomía, UNLPam. Diciembre – 2005. AR 14 p

Núñez, E. 1991. Fertilización por densidad de siembra en Achita (*Amaranthus caudatus* L.) Programa de investigación en cultivos andinos (PICA) & Estación experimental agropecuaria Canaán – INIA Ayacucho (EEAC-INIAA). En: D.Morales& J.J. Vacher (eds.) Acta del VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos 4 al 8 de Febr. 1991. La Paz, Bol.P143-147.

Posner, J., Baldonck, J. y Hedtcke, J. 2008. Organic and conventional production systems in the Wisconsin integrated cropping systems trials: I. Productivity 1990-2002. *Agronomy Journal*, 100: 253-260

Pusz, W. 2009. Morpho-physiological and molecular analyses of *Alternaria alternata* isolated from seeds of amaranthus. In: *Phytopatology* 54:5-14. The Polish Phytopatological Society, Poznań 2009. ISSN2081-1756. 10 p.

Saavedra J, S. F. 2013. Respuesta del amaranto (*Amaranthus caudatus*L.) a la fertilización foliar complementaria con tres bioestimulantes San José de Minas, Pichincha. Quito. EC. 96 pp

Sarmiento M., J & Sánchez V., G. 2000. Guía de evaluación de insectos. Lima, PE.

Suquilanda V, M. B. 2007. El Amaranto. En: Manual técnico “Producción orgánica de cultivos andinos”. Con FAO, UNOCANC (Unión de organizaciones campesinas del Norte de Cotopaxi). MINAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca). 199pp.

Svirkis, A. 2003. Investigation of amaranth cultivation and utilization in Lithuania. *Agronomy Research* 1(2), 253 – 264, 2003. 12 p.

Torres S, G., Trinidad S, A., Reyna T, T., Castillo J, H., Escalante E, A., De León Gonzales, F. 2006. Respuesta de genotipos de amaranto a densidades de población. Revista Fitotecnia Mexicana, Vol.29, núm. 4, Oct- Dic – 2006. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. MX. Pp 307 – 312

Vasquez-Benites, N; Acosta-Durán, C M., Oliver G, R. 2011. Rendimiento de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*L) como efecto de la aplicación de abonos orgánicos en Puebla, México. En: Investigación Agropecuaria. ISSN: 2007-1353. 8(1) p 16-30.

Willer, H., Schaack , D., Schlatter, B. &Lernoud, J. 2014. Organic Agriculture in Latin America and the Caribbean In: Willer, H. &Lernoud, J. (eds). The world of organic agriculture. Statics and emerging trends 2014. FIBL-IFOAM report.

Yabar L, E. 1987. Cuatro noctuidos dañinos en “Kiwicha” (*Amaranthus caudatus* L.) en Cusco. En Revista Peruana de Entomología 30: 65-68. 16-Set. 1988. Cusco – Pe.

Referencias en línea:

Altamirano P, Ana., Núñez C, V y Barrantes del Águila, F. 2006. Manual de cultivo. Kiwicha INIA 413 Morocho Ayacuchano. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria), Lima - Pe. Jul. - 2006. Consultado Set. 2012. [En línea] Disponible en http://www.inia.gob.pe/webinia/tecnologia/Ayacucho/info_2006/variedad/inia_413/KIWI_CHA_413.htm

Andina. 2010. Exportaciones de kiwicha alcanzaron los US\$ 886 mil de enero a julio [en línea]. Lima, PE. Consultado ago.2012. Disponible en <http://www.andina.com.pe/Espanol/noticia-exportaciones-kiwicha-alcanzaron-los-886-mil-enero-a-julio-317536.aspx>

De Mendiburu D, F. (2007). Notas sobre el curso: Estadística aplicada a la forestería II. Aplicación con el programa R. [En línea] <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~fmendiburu/index-filer/academic/Foresteria%20II/Teoria/Aplicada2.pdf> Lima – Pe. 56 p.

Green SurPeruvianFoods. 2014. Kiwicha Centenario. [En línea] <http://greensurperuvian.com/?p=170> Mar. 2014. Ayacucho, Pe 1p.

Interamsa Agroindustrial. 2014. Kiwicha. [En línea] http://www.agrointeramsa.com/ES/product_detail.php?prod_id=5 Mar. 2014. Arequipa-Pe. 1p.

MINAG (Ministerio de agricultura), OEEE (oficina de estudios estadísticos). 2011. Ayuda memoria [En línea]. Lima, PE. Consultado ago. 2012. [En línea] Disponible en http://sica.minag.gob.pe/sica/sites/default/files/COMERCIO-EXTERIOR_2.pdf

MINAG (Ministerio de agricultura), OEEE (oficina de estudios estadísticos). 2013. Lima, PE. Consultado ene. 2014. [En línea] Disponible en: http://www.minag.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/boletineselectronicos/estadisticaagrariamensual/2013/bemsa_noviembre13.pdf

Sierra exportadora. 2013. Perfil comercial Kiwicha. Apoyado por la presidencia del consejo de ministros. [En línea] <http://www.sierraexportadora.gob.pe/perfil-comercial-de-kiwicha/>. 20-Ene.2014. 42 p.

Osorio, N.W. Sf. Muestreo de suelos [En línea]. Medellín, CO. Consultado ago. 2012. Disponible en <http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/muestreo.pdf>

VII ANEXOS

ANEXO 1: Cronograma de labores por experimento:

1.1 Experimento con Guano de islas

dds	Labor
-49	Aplicación de guano de islas /fertilización de fondo
-15	Surcado y preparación de acequias
-2	Bloqueado del terreno
0	Siembra
6	1er riego
11	Evaluación de emergencia
15	2do Riego
20	Evaluación emergencia y enfermedades
21	Aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> para la prevención de daños por organismos fúngicos.
24	3er riego (repaso)
27	Aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i> para controlar larvas comedoras.
33	Muestreo de suelos
35	Desmalezado convencional
35	Evaluación
35	4to riego
40	Desmalezado mecanizado
51	Aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i> para controlar larvas comedoras.
52	Aporque/desmalezado
57	5to Riego
63	Evaluación
65	Aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i> para controlar larvas comedoras.
69	Muestreo de entomopatógeno / extracción de plantas fuera de tipo
75	Identificación de entomopatógeno
75	6to Riego
84	7mo riego
91	Evaluación
120	Llenado de grano
122	8vo riego
133	Evaluación.
138	Inicio cosecha
143	Fin Cosecha
154	Trilla
161	Último muestreo de suelos
183	Evaluaciones cuantitativas

Dds=días después de la siembra.

1.2 Experimento con Estiércol

Dds	Tiempo
-49	Aplicación de estiércol
-15	Surcado y preparación de acequias
-2	Bloqueado del terreno
0	Siembra
6	1er riego
11	Evaluación de emergencia
15	2do Riego
20	Evaluación emergencia y enfermedades
21	Aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> para la prevención de daños por organismos fúngicos.
24	3er riego (repasso)
27	Aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i> para controlar larvas comedoras.
33	Muestreo de suelos
35	Desmalezado convencional
35	Evaluación
35	4to riego
40	Desmalezado mecanizado
51	Aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i> para controlar larvas comedoras.
52	Aporque/desmalezado
57	5to Riego
63	Evaluación
65	Aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i> para controlar larvas comedoras.
69	Muestreo de entomopatógeno / extracción de plantas fuera de tipo
75	Identificación de entomopatógeno
75	6to Riego
84	7mo riego
91	Evaluación
107	Floración
110	Cuajado y llenado de grano
120	Llenado de grano
122	8vo riego, genotipos tardíos
133	Evaluación
138	Inicio de cosecha
143	Cosecha
153	Cosecha de líneas tardías
154	Trilla
161	Último muestreo de suelos
183	Evaluaciones cuantitativas

Dds=días después de la siembra.

1.3 Experimento Convencional

dds	Labor
-21	Surcado y preparación de acequias
-8	Bloqueado del terreno y Fertilización N-P-K media dosis.
-6	Siembra
0	Siembra
6	1er riego
11	Revisión de emergencia de plántulas
15	2do Riego
20	Evaluación emergencia y enfermedades
21	Aplicación de Botricin + Kalex para evitar ataques de hongos que generan pudrición radical y de cuello.
24	3er riego (repasso)
27	Aplicación de perfektion y solfpH contra larvas comedoras de follaje.
33	Muestreo de suelos
35	Desmalezado
35	Evaluación de plagas y enfermedades
35	4to riego
40	Desmalezado (tractor y manual)
51	Aplicación de perfektion y solfpH contra larvas comedoras de follaje.
52	Aporque/desmalezados y aplicación media dosis final de N-P-K
55	Aplicación de ciperme para controlar áfidos y larvas.
57	5to Riego
58	Aplicación de perfektion y solfpH para el control de áfidos.
63	Evaluación
65	Aplicación de perfektion y solfpH contra larvas comedoras de follaje.
69	Extracción de plantas fuera de tipo
75	6to Riego
84	7mo riego
86	Aplicación de ciperme para el control de áfidos.
91	Evaluación
97	Floraciones tardías
120	Llenado de grano
122	8vo riego
133	Evaluaciones
133	Cosecha
154	Trilla
161	Último muestreo de suelos
183	Evaluaciones cuantitativas

Dds=días después de la siembra.

1.4 Experimento tradicional

Dds	Labor
-21	Surcado y preparación de acequias
-8	Bloqueado del terreno
-6	Siembra
0	1er riego
5	Revisión de emergencia de plántulas
9	2do Riego
16	Evaluación emergencia y enfermedades
18	3er riego (repasso)
27	Muestreo de suelos
35	4to riego
40	Cultivadora
52	Aporque/desmalezado
57	5to Riego
59	Evaluación de plagas y enfermedades
75	6to Riego
84	7mo Riego
97	Inicio floración
110	Evaluación floración tardía
120	última floración
122	8vo riego
133	Evaluación
138	Cosecha
153	Cosecha genotipos tardíos
154	Trilla
161	Último muestreo de suelos
161- 170	Venteo
170- 200	Análisis nutricional y factores de rendimiento

Dds=días después de la siembra.

ANEXO 2: Análisis de Suelo.

Para todos los casos en el análisis de suelos, la suma de bases tiene un valor equivalente a la suma de cationes y el porcentaje de saturación de bases es 100 por ciento.

Cuadro: Análisis de suelo previo momento de instalación en del experimento combinado.

Fecha	Estado	pH	C.E. (1:1)	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	P (ppm)	K (ppm)	Text	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al + H	Suma Cationes
05/07/2012	Pre siembra	7.79	0.51	0.5	1.1	5.5	121	Fr. A	10.8	8.7	0.98	0.23	0.17	0	10.8

ANEXO 3: Análisis de varianza para los sistemas de cultivo y su interacción:

3.1. Cuadrados medios del porcentaje de germinación, caracteres agronómicos y calidad de la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) obtenidos en el ANVA del Experimento 1: sistema de cultivo con insumos orgánicos y guano de isla. La Molina 2012-2013

FV	G.L	Germinación (%)	Caracteres Agronómicos				Calidad		
			Altura (cm)	Floración (días)	Acame (%)	Índice Cosecha (%)	Rendimiento (kg/ha)	Peso mil granos (g)	Proteína Grano (%)
TRAT.	8	9.5	0.15*	0.11	0.32 **	0.00 *	469192.3 **	0.049 **	2.8 **
ERROR	18	11.0	0.06	0.05	0.05	0.00	60184.6	0.007	0.2
TOTAL	26								
CV (%)		3.4	17.4	11.8	4.1	15.3	18.2	13.1	3.1
Promedio		97.00	189.80	79.48	26.97	5.80	1344.91	0.64	12.39
DS		3.20	0.29	0.26	0.36	0.01	431.32	0.14	0.98

Fuente: elaboración propia.* (significativo) y ** (altamente significativo).

3.2. Cuadrados medios del porcentaje de germinación, caracteres agronómicos y calidad de nueve genotipos de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) obtenidos en el ANVA del Experimento 2 Sistema de Cultivo Ecológico o con Insumos Orgánicos y Estiércol. La Molina 2012-2013:

FV	G.L.	Germinación (%)	Caracteres Agronómicos					Calidad	
			Altura (cm)	Floración (días)	Acame (%)	Índice Cosecha (%)	Rendimiento (kg/ha)	Peso mil granos (g)	Proteína Grano (%)
TRAT.	8	2.68	0.05	0.52 **	0.016	0.001	151940.5 *	0.046 **	2.3 *
ERROR	18	3.67	0.03	0.05	0.016	0.000	54316.5	0.004	0.9
TOTAL	26								
CV (%)		1.9	11.6	4.7	12.2	22.3	25.2	9.8	7.8
Promedio		97.9	138.1	89.2	11.0	6.5	924.2	0.6	12.0
DS		1.84	0.18	0.44	0.13	0.02	290.44	0.13	1.15

Fuente: Elaboración propia.* (significativo) y ** (altamente significativo).

3.3. Cuadrados medios del porcentaje de germinación, caracteres agronómicos y de calidad de nueve genotipos de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) obtenidos en el ANVA del Experimento 3 Sistema de Cultivo Convencional. La Molina 2012-2013:

FV	G.L.	Germinación (%)	Caracteres Agronómicos					Calidad	
			Altura (cm)	Floración (días)	Acame (%)	Índice Cosecha (%)	Rendimiento (kg/ha)	Peso mil granos (g)	Proteína Grano (%)
TRAT.	8	490.21	0.11 **	0.44 **	0.14 **	0.001	601286.0 **	0.03	3.47 *
ERROR	18	277.34	0.02	0.03	0.03	0.001	146177.6	0.02	1.01
TOTAL	26								
CV (%)		20.6	8.5	4.4	13.5	35.1	25.6	22.8	8.0
Promedio		80.9	176.3	79.0	25.9	6.9	1494.2	0.7	12.5
DS		18.52	0.22	0.39	0.13	0.03	534.99	0.16	1.33

Fuente: Elaboración propia.* (significativo) y ** (altamente significativo).

3.4. Cuadrados medios del porcentaje de germinación, caracteres agronómicos, y calidad de nueve genotipos de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) obtenidos en el ANVA del Experimento 4 Sistema de Cultivo Tradicional. La Molina 2012-2013:

FV	G.L.	Germinación (%)	Caracteres Agronómicos					Calidad	
			Altura (cm)	Floración (días)	Acame (%)	Índice Cosecha (%)	Rendimiento (kg/ha)	Peso mil granos (g)	Proteína Grano (%)
TRAT.	8	10.39	0.02	0.74 **	0.14 **	0.00 **	98771.3 **	0.06 **	2.73 **
ERROR	18	6.08	0.012	0.01	0.03	0.00	25345.2	0.008	0.197
TOTAL	26								
CV (%)		2.5	7.2	5.1	13.4	16.1	15.0	14.5	3.7
Promedio		97.20	152.00	91.67	12.82	6.10	1058.45	0.61	12.11
DS		2.72	0.12	0.49	0.13	0.01	218.95	0.15	0.99

Fuente: Elaboración propia.* (significativo) y ** (altamente significativo).

3.5. Valores medios y agrupaciones en Duncan del porcentaje de germinación, caracteres agronómicos y calidad de la kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) obtenidos en el ANVA del experimento 1: sistema de cultivo con insumos orgánicos y guano de isla. La Molina 2012-2013.

Código	Germinación (%)	Caracteres Agronómicos					Calidad	
		Altura (cm)	Floración (días)	Acame (%)	Índice Cosecha (%)	Rendimiento (kg/ha)	Peso mil granos (g)	Proteína Grano (%)
Oscar Blanco	99.4 a	206.7 ab	70.0 e	16.3 bc	5.9 abc	1848.9 ab	0.80 a	13.6 a
Centenario	96.8 a	216.7 a	77.0 cd	12.6 c	5.8 abc	2026.0 a	0.80 a	13.4 ab
MKSHUACHO-51	96.3 a	170.0 bc	79.0 cd	30.0 abc	5.1 bc	1031.3 de	0.63 b	12.8 bc
MKSHUACHO-34	97.7 a	181.7 abc	79.0 cd	56.5 a	6.3 abc	1510.417 bc	0.82 a	12.7 bc
MKSHUACHO-32	96.7 a	203.3 ab	74.0 de	38.3 ab	6.4 ab	802.1 e	0.53 b	10.63 d
MKSHUACHO-105	99.5 a	196.7 abc	89.0 a	21.3 abc	4.3 c	1348.9 cd	0.55 b	12.4 c
MKSHUACHO-91	94.5 a	185.0 abc	81.3 bc	19.3 bc	5.1 bc	1057.3 cde	0.57 b	12.3 c
MKSHUACHO-60	94.7 a	191.7 abc	79.0 cd	34.7 abc	6.2 abc	1177.1 cde	0.53 b	12.5 c
MKSHUACHO-75	97.7 a	156.7 bc	87.0 ab	13.8 bc	7.3 a	1302.1 cd	0.53 b	11.2 d
Promedio	97.0	189.8	79.5	26.97	5.8	1344.91	0.64	12.4
CV %	3.4	17.4	11.8	4.1	15.3	18.3	13.1	3.1
Significancia	n.s.	*	n.s.	**	*	**	**	**

Prueba de Duncan. Valores Medios con la misma letra no son significativamente diferentes a 5 por ciento del nivel de probabilidad.

Fuente: Elaboración propia, n.s. (no significativo), * (significativo) y ** (altamente significativo).

3.6. Valores medios y agrupaciones en Duncan del porcentaje de germinación, caracteres agronómicos y calidad de nueve genotipos de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) del Experimento 2: Sistema de Cultivo Ecológico o con Insumos Orgánicos y Estiércol. La Molina 2012-2013:

Código	Germinación (%)	Caracteres Agronómicos					Calidad	
		Altura (cm)	Floración (días)	Acame (%)	Índice Cosecha (%)	Rendimiento (kg/ha)	Peso mil granos (g)	Proteína Grano (%)
Oscar Blanco	98.3	138.3 ab	90.7 bc	10.0	2.7 c	578.1 c	0.70 b	12.5 ab
Centenario	96.7	156.7 a	94.0 b	10.0	4.3 bc	729.2 abc	0.69 b	12.6 ab
MKSHUACHO-51	97.5	155.0 ab	86.0 bcd	12.6	7.2 ab	1041.7 ab	0.58 c	12.9 a
MKSHUACHO-34	98.8	148.3 ab	83.0 cd	16.4	7.4 ab	1166.7 a	0.88 a	12.4 ab
MKSHUACHO-32	99.5	130.0 ab	80.0 d	10.0	7.8 a	619.8 bc	0.55 c	11.4 abc
MKSHUACHO-105	98.0	133.3 ab	107.3 a	10.0	6.2 ab	1166.7 a	0.47 c	10.5 c
MKSHUACHO-91	97.5	131.7 ab	87.0 bcd	10.3	7 ab	968.8 abc	0.55 c	12.4 ab
MKSHUACHO-60	98.7	125.0 b	85.0 cd	10.0	8.2 a	994.8 abc	0.56 c	12.6 a
MKSHUACHO-75	96.8	125.0 b	90.0 bc	10.0	7.2 ab	1052.1 ab	0.53 c	10.8 bc
Promedio	98.0	138.1	89.2	11.0	6.5	924.2	0.6	12.0
CV (%)	2.0	11.6	4.7	12.2	22.3	25.2	9.8	7.8
Significancia	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	*	**	*

Prueba de Duncan. Valores Medios con la misma letra no son significativamente diferentes a 5 por ciento del nivel de probabilidad.

Fuente: Elaboración propia, n.s. (no significativo), * (significativo) y ** (altamente significativo).

3.7. Valores medios y agrupaciones en Duncan del porcentaje de germinación, caracteres agronómicos y calidad de nueve genotipos de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) del Experimento 3: Sistema de Cultivo Convencional. La Molina 2012-2013:

Código	Germinación (%)	Caracteres Agronómicos					Calidad	
		Altura (cm)	Floración (días)	Acame (%)	Índice Cosecha (%)	Rendimiento (kg/ha)	Peso mil granos (g)	Proteína Grano (%)
Oscar Blanco	73.3 ab	173.3 bcd	71 d	11 e	6.7 ab	1812.5 ab	0.73 ab	13.3 ab
Centenario	74.8 ab	191.7 abc	72 d	12.9 de	6.9 ab	2156.3 a	0.90 a	12.9 abc
MKSHUACHO-51	52.7 b	165.0 cd	79 bc	36.3 ab	7.1 ab	1177.1 bc	0.61 ab	13.1 ab
MKSHUACHO-34	94.7 a	200.0 ab	79 bc	51.9 a	6.5 ab	1578.1 ab	0.76 ab	13.9 a
MKSHUACHO-32	90.6 a	206.7 a	74 cd	26.1 abcd	4.8 b	583.3 c	0.60 ab	10.8 d
MKSHUACHO-105	84.8 a	168.3 cd	94 a	28.2 abcd	4.6 b	1244.8 bc	0.56 b	11.0 cd
MKSHUACHO-91	89.3 a	168.3 cd	80 b	21.5 bcde	8.6 ab	1619.8 ab	0.63 ab	12.0 bcd
MKSHUACHO-60	87.6 a	163.3 cd	79 bc	30 abc	10.1 a	1697.9 ab	0.62 ab	13.2 ab
MKSHUACHO-75	80.6 ab	150.0 d	83 b	15.8 cde	7.4 ab	1578.1 ab	0.68 ab	12.5 abcd
Promedio	80.9	176.3	79	25.9	6.97	1494.25	0.67	12.5
C V %	20.6	8.5	4.439	13.499	35.101	25.587	22.822	8.031
Significancia	n.s.	**	**	**	n.s.	**	n.s.	*

Prueba de Duncan. Valores Medios con la misma letra no son significativamente diferentes a 5 por ciento del nivel de probabilidad.

Fuente: Elaboración propia, n.s. (no significativo), * (significativo) y ** (altamente significativo).

3.8. Valores medios y agrupaciones en Duncan del porcentaje de germinación, caracteres agronómicos y calidad de nueve genotipos de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) del Experimento 4: Sistema de Cultivo Tradicional. La Molina 2012-2013:

Código	Germinación (%)	Caracteres Agronómicos					Calidad	
		Altura (cm)	Floración (días)	Acame (%)	Índice Cosecha (%)	Rendimiento (kg/ha)	Peso mil granos (g)	Proteína. Grano (%)
Oscar Blanco	99.8 a	148.3 ab	92 b	10.0 b	4.6 b	937.5 bcd	0.82 a	12.9 a
Centenario	97.8 abc	158.3 ab	94 b	10.0 b	3.9 b	875.0 cd	0.70 ab	12.7 a
MKSHUACHO-51	95.0 bc	153.3 ab	85 c	12.6 b	5.9 ab	1125.0 abc	0.55 bc	12.9 a
MKSHUACHO-34	96.7 abc	166.7 a	85 c	21.5 a	6.5 a	1270.8 a	0.81 a	12.4 a
MKSHUACHO-32	97.3 abc	155.0 ab	80 d	14.4 b	6.8 a	765.6 d	0.46 c	11.4 c
MKSHUACHO-105	97.0 abc	150.0 ab	115 a	10.0 b	7.0 a	1291.7 a	0.49 c	11.6 c
MKSHUACHO-91	97.8 abc	145.0 b	91 b	11.0 b	6.2 a	1005.2 abcd	0.58 bc	12.3 ab
MKSHUACHO-60	99.3 ab	148.3 ab	91 b	14.4 b	7.2 a	1208.3 ab	0.52 c	12.8 a
MKSHUACHO-75	94.0 c	143.3 b	92 b	11.4 b	6.9 a	1046.9 abcd	0.8 bc	10.0 d
Promedio	97.2	152.0	91.7	12.8	6.1	1,058.5	0.6	12.1
C V %	2.5	7.2	5.1	13.4	16.1	15.0	14.5	3.7
Significancia	n.s.	**	**	**	n.s.	**	n.s.	*

Prueba de Duncan. Valores Medios con la misma letra no son significativamente diferentes a 5 por ciento del nivel de probabilidad.

Fuente: Elaboración propia, n.s. (no significativo), ** (altamente significativo).

43942

ANEXO 4: Cociente por variables para la evaluación del análisis combinado.

Variables	Acame	Altura Planta	Días a floración	Índice de cosecha	Peso mil granos	% Germinación	% Proteína	Rendimiento (kg/ha)
Cociente de BOX	8.960	6.754	2.296	4.22	1.627	183.19	1.49	6.088

4.1. Cuadrados medios de: floración (días), peso de mil granos (g), contenido de proteína del grano (%) y rendimiento del análisis combinado de ANVA de los cuatro sistemas de cultivo de e Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) La Molina 2012- 2013.

FV	G.L.	Floración (Días)	Peso mil granos (g)	Proteína Grano (%)	Rendimiento (kg/ha)
SISTEMAS	3	3.37 **	0.02n.s.	1.61n.s.	1153509.17 **
TRAT.	8	1.57 **	0.16 **	8.59 **	461164.75 **
SISTEMAS*TRAT.	24	0.15 **	0.01	0.91	222322.04 **
ERROR	96	0.06	0.01	0.65	72519.81
TOTAL	107				
C.V. (%)		5.6	23.1	9.2	23.3
Promedio		84.84	0.64	12.26	1157.80
DS		0.52	0.15	1.13	269.30

Fuente: Elaboración propia, ** (altamente significativo) y n.s. (no significativo)

ANEXO 5: Serie histórica del tiempo meteorológico durante la etapa experimental

Cuadro de datos temporales período Jun - 2012 a Feb. 2013 Estación A. Von Humboldt										
Mes\Datos	Temperatura (°C)			Humedad (%)			Precipitación total (mm)	Viento (m/s)		
	Promedio	Máx.	Mín.	Máx.	Mín	Promedio		Máx.	Mín.	Promedio
Junio	18.476	24.7	14	88.92	73.71	81.315	3	3.27	1.87	2.57
Julio	17.78	23.7	14.5	88.71	70.83	79.77	1.1	4.6	1.93	3.265
Agosto	15.62	22.4	13.3	89.67	76.17	82.92	3.4	3.23	1.74	2.485
Setiembre	15.73	32.1	11.1	86.92	77.63	82.275	14.9	3.56	2.02	2.79
Octubre	16.98	25.1	12.7	92.75	75.67	84.21	1.4	3.41	1.53	2.47
Noviembre	18.13	25.1	14	86.88	67.67	77.275	1.7	3.89	2.57	3.23
Diciembre	20.145	28.1	15	85.13	73.25	79.19	1.6	3.73	2.27	3
Enero	22.552	23.79	20.7	77.29	62.08	69.685	0	4.74	2.26	3.5
Febrero	24.073	31.4	17.7	76.92	62.58	69.75	0.8	4.08	2.48	3.28

Fuente: SENAMHI Estación Alexander Von Humboldt- Elaboración propia.