



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSTGRADO
PROGRAMA DE DOCTORADO
CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE



TESIS

**PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA DE ECOTIPOS DE QUINUA NATIVA
DE COLORES (*Chenopodium quinoa* Willd.) CON MICROORGANISMOS
EFICACES EN EL ALTIPLANO DE PUNO**

PRESENTADA POR:

LUIS ALFREDO PALAO ITURREGUI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

Doctoris Scientiae en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

PUNO, PERÚ

2014



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSTGRADO
PROGRAMA DE DOCTORADO
CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE
TESIS

**INDUCCIÓN AGROECOLÓGICA DE QUINUA NATIVA DE COLORES
nopodium quinoa Willd.) CON MICROORGANISMOS EFICACES EN
EL EL ALTIPLANO DE PUNO**

PRESENTADA POR:

LUIS ALFREDO PALAO ITURREGUI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

Doctoris Scientiae

Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente



VALIDADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

DIRECTOR


.....
Ph.D. ÁNGEL MAURICIO MUJICA SANCHEZ


PRIMER MIEMBRO


.....
Dr. SABINO ATENCIO LIMACHI

SEGUNDO MIEMBRO


.....
Dra. MIRIAM PACHECO TANAKA

DEFENSOR DE TESIS


.....
Dr. ERNESTO JAVIER CHURA YUPANQUI

Puno, 03 de Setiembre de 2014



DEDICATORIA

A Pilar, esposa, compañera de vida;
Tom Ricardo, Alfredo Sven, y Karen Manuela,
con amor.



AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano y a la Escuela de Post Grado de Puno, por brindarme la oportunidad de continuar disfrutando del conocimiento nuevo y el aprendizaje permanente.

A la plana docente del Programa de Doctorado en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, por brindarnos los conocimientos y motivarnos frente a los nuevos retos de igual forma al personal administrativo de la EPG por el apoyo a la labor académica.

Al Dr. Ernesto Chura Yupanqui, por su dirección y apoyo durante la ejecución del trabajo de investigación.

Al Ph.D. Ángel Mujica Sánchez, Dr. Sabino Atencio Llmachi, Dra. Miriam Pacheco Tanaka por las sugerencias y revisión del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Luis Pauro Flores, por su apoyo en la edición y configuración del presente trabajo de investigación.

A mis hijos Karen y Sven por su apoyo, entusiasmo y acompañamiento en el trabajo de campo.

A Eddy La Torre, por su entusiasmo y apoyo en la instalación y cosecha del trabajo de investigación.

A Juan Yucra, Nemecio, Ramon Pacompia, y a los estudiantes del curso de Biología Agrícola año 2011, por su apoyo y entusiasmo en la instalación del presente trabajo de investigación.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.2 HIPOTESIS.....	6
1.2.1 General.....	6
1.2.2 Específicas.....	7
1.3 OBJETIVOS.....	7
1.3.1 General.....	7
1.3.2 Específicos.....	7
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1 ANTECEDENTES.....	8
2.2 MARCO REFERENCIAL.....	13
2.2.1 Producción agroecológica.....	13
2.2.2 La agroecología.....	14
2.2.3 La quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.).....	16
2.2.3.1 Nombres comunes.....	16
2.2.3.2 Posición taxonómica.....	17
2.2.3.3 Origen.....	18
2.2.3.4 Descripción botánica.....	19



2.2.3.5	Fases fenológicas de la quinua.....	22
2.2.3.6	El cultivo.....	28
2.2.3.7	Propiedades nutricionales.....	38
2.2.4	Colorantes.....	40
2.2.4.1	Betalainas.	43
2.2.4.2	Clasificación de los colorantes.....	44
2.2.5	Materia orgánica.....	47
2.2.6	Organismos edáficos. los actores de la transformación de la materia orgánica.....	50
2.2.7	Abono orgánico de origen animal.....	52
2.2.7.1	Manejo del suelo y la materia orgánica.....	52
2.2.7.2	Características de la materia orgánica en los abonos orgánicos.....	53
2.2.7.3	Estiércoles.....	57
2.2.8	Microorganismos Eficaces.....	62
2.2.8.1	La tecnología.....	62
2.2.8.2	Filosofía.....	63
2.2.8.3	Concepto de los microorganismos eficaces.....	65
2.2.8.4	Grupos importantes de microorganismos.....	66
2.2.8.5	Uso de los microorganismos eficaces.....	69
2.2.9	Proceso químico de fermentación del EM.....	73
2.2.10	Costos de producción del cultivo de quinua.....	74

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	77
3.2	INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.....	77
3.3	ANÁLISIS DE SUELO INICIAL.....	82
3.4	ANÁLISIS DE SUELO FINAL.....	83
3.5	DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	84
3.6	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	84
3.7	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	85
3.8	CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	86



3.9	CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	86
3.9.1	Ubicación del terreno.....	86
3.9.2	Muestreo de Suelo.....	86
3.9.3	Preparación del suelo.....	87
3.9.4	Siembra.....	87
3.9.5	Abonamiento.....	87
3.9.6	Aplicación de microorganismos eficaces (EMa).....	87
3.9.7	Implementación de prácticas agroecológicas.....	88
3.9.8	Deshierbos.....	89
3.9.9	Evaluación del cultivo.....	89
3.9.10	Labores de cosecha.....	89
3.10	METODOLOGIA DE MEDICIÓN DE VARIABLES.....	90
3.10.1	Evaluación de las características productivas de los ecotipos pigmentados de quinua nativa.....	90
3.10.2	Características biológicas del suelo antes y después de la aplicación del EMa.....	91
3.10.3	Identificación de los pigmentos de los ecotipos de quinua nativa.....	92
3.10.4	Evaluar y comparar los costos de producción de la tecnología tradicional y la agroecológica.....	92
3.11	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	92

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Evaluación las características productivas de los ecotipos pigmentados de quinua nativa.....	93
4.2	Evaluación de las características biológicas del suelo antes y después de la aplicación del EM.....	112
4.3	Identificación de pigmentos de los ecotipos pigmentados de quinua nativa.....	115
4.4	Evaluación y comparación de los costos de producción de la tecnología tradicional y la agroecológica.....	117



CONCLUSIONES.....	123
RECOMENDACIONES.....	125
BIBLIOGRAFÍA.....	126
ANEXOS.....	147



ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Composición proximal de cereales y granos andinos (g/100 g materia seca).....	39
Cuadro 2. Composición del valor de la quinua en comparación con alimentos básicos (%)......	39
Cuadro 3. Colorantes de algunas variedades de quinua.....	42
Cuadro 4. Composición química de los diferentes tipos de estiércol.....	61
Cuadro 5. Composición química de los estiércoles de la provincia del Collao-Puno.....	61
Cuadro 6. Diluciones a la hora de aplicar el EMA (EM activado).....	73
Cuadro 7. Datos meteorológicos registrados. Temperaturas (mínimas, máximas y media), precipitación pluvial campaña agrícola 2011-2012.....	78
Cuadro 8. Datos meteorológicos registrados. Temperaturas (mínimas, máximas y media), precipitación pluvial. Promedio de 14 años: 1994-2007.....	80
Cuadro 9. Análisis físico-químico del suelo experimental al inicio de la investigación.....	82
Cuadro 10. Análisis físico-químico del suelo experimental al final de la investigación.....	83
Cuadro 11. Análisis de Varianza para el diseño trifactorial.....	85
Cuadro 12. Dosis de aplicación de EM.....	88
Cuadro 13. Análisis de varianza para rendimiento de quinua.....	94
Cuadro 14. Prueba de Tukey al 0.05 para factor especies de quinua sobre	



el rendimiento.....	95
Cuadro 15. Prueba de Tukey al 0.05 para factor Dosis de EM sobre el rendimiento de quinua.....	97
Cuadro 16. Prueba de Tukey al 0.05 para factor Aplicaciones agroecológicas sobre el rendimiento de quinua.....	99
Cuadro 17. Prueba de Tukey para la interacción E (ecotipos de quinua) x A (Aplicaciones agroecológicas).....	100
Cuadro 18. Prueba de Tukey para la interacción E (ecotipos de quinua) x M (Dosis de EM) x A (Aplicaciones agroecológicas).....	105
Cuadro 19. Comparación de análisis microbiológico del suelo: Inicio – Final.....	113
Cuadro 20. Identificación de pigmentos de variedades de quinua en estudio.....	115
Cuadro 21. Análisis económico de los ecotipos de quinua sin dosis de EM (M0) y sin prácticas agroecológicas (A0).....	117
Cuadro 22. Análisis económico de los ecotipos de quinua sin dosis de EM (M0) y con prácticas agroecológicas (A1).....	118
Cuadro 23. Análisis económico de los ecotipos de quinua con dosis de EM al 10% (M1) y sin prácticas agroecológicas (A0).....	119
Cuadro 24. Análisis económico de los ecotipos de quinua con dosis de EM al 10% (M1) y con prácticas agroecológicas (A1).....	120
Cuadro 25. Análisis económico de los ecotipos de quinua con dosis de EM al 15% (M2) y sin prácticas agroecológicas (A0).....	121
Cuadro 26. Análisis económico de los ecotipos de quinua con dosis de EM al 15% (M2) y con prácticas agroecológicas (A1).....	122

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura general de las betalainas.....	43
Figura 2. Proceso en el cual se fermenta la materia orgánica con el uso del EM.....	74
Figura 3. Climadiagrama. Campaña agrícola 2011-012.....	79
Figura 4. Climadiagrama. Campaña agrícola 1994-008.....	81
Figura 5. Rendimiento del factor Ecotipos de quinua de color en kg/ha en promedio.....	96
Figura 6. Rendimiento del factor Dosis de EM en kg/ha en promedio.....	98
Figura 7. Rendimiento del factor Aplicaciones agroecológicas en kg/ha en promedio.....	99
Figura 8. Rendimiento de la interacción Ecotipos de quinua x Aplicaciones agroecológicas en kg/ha en promedio.....	102
Figura 9. Rendimiento de quinua de la interacción Dosis de EM x Aplicaciones agroecológicas en kg/ha en promedio.....	104
Figura 10. Rendimiento de la interacción Ecotipos de quinua x Dosis de EM x Aplicaciones agroecológicas en kg/ha en promedio.....	109
Figura 11. Alumnos del curso de ecología, participaron en la demostración de cultivo de quinua de forma orgánica.....	153
Figura 12. Marcación y delimitación de unidades experimentales según tratamientos en estudio.....	153
Figura 13. Preparación de las dosis de EMa para posterior fumigación.....	154
Figura 14. Aplicación de EMa al estiércol de ovino.....	154
Figura 15. Semilla de ecotipos de colores de quinua nativa.....	155



Figura 16. Siembra y primera aplicación de las dosis de EMa.....	155
Figura 17. Desarrollo del cultivo de quinua en campo experimental.....	156
Figura 18. Deshierbo y segunda aplicación de EMa en campo experimental (fase fenológica de inicio de panojamiento).....	156
Figura 19. Evaluación de malezas en campo experimental.....	157
Figura 20. Desarrollo vegetativo del cultivo de quinua en campo experimental (fase fenológica de grano lechoso).....	157
Figura 21. Colocación de carrizos en campo experimental para banderines metálicos de color dorado (fase fenológica de grano pastoso).....	158
Figura 22. Colocación de banderines en rafia en campo experimental (fase fenológica de grano pastoso).....	158
Figura 23. Campo experimental cubierto de banderines de color dorado....	159
Figura 24. Cultivo de quinua en fase fenológica de grano pastoso.....	159
Figura 25. Parcelas cosechas y tapadas con sacos de propileno indicando número de tratamiento (fase fenológica de madurez de cosecha).....	160
Figura 26. Recolección de cosecha del campo experimental por tratamientos.....	160



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Datos de rendimiento (g) de ecotipos de quinua, más dosis de EM y más practicas agroecológicas.....	144
Anexo 2. Análisis estadístico de rendimiento de ecotipos de colores de quinua nativa mediante paquete estadístico S.A.S. ver. 9.0.....	145
Anexo 3. Análisis estadístico de rendimiento de ecotipos de colores de quinua nativa mediante paquete estadístico INFOSTAT ver. 2013.....	150
Anexo 4. Panel fotográfico de la conducción del experimento.....	153

RESUMEN

Con el fin de evaluar la producción ecológica de nueve ecotipos nativos de quinua de colores (*Chenopodium quinoa Willd.*) utilizando dos dosis de microorganismos eficaces (EM) y prácticas agroecológicas (control de aves y uso de compost), así como evaluar su efecto en las características físicas-químicas y biológicas de los suelos, determinar los costos de producción e identificar los pigmentos de estos ecotipos, un módulo experimental se ha establecido en Illpa, ubicada en Paucarcolla, Puno, Perú, a una altitud de 3.850 metros. Los ecotipos de quinua con prácticas agroecológicas mostraron un rendimiento promedio de 1318,65 kg/ha en comparación con 857,63 kg/ha mostrados por ecotipos sin prácticas agroecológicas. La triple interacción (Ecotipos de quinua x Dosis de EM x Aplicaciones agroecológicas) ha tenido un efecto sinérgico expresado en 3 072 kg/ha de rendimiento en el ecotipo Negra Collana. Los ecotipos con prácticas agroecológicas y el uso de EM fueron significativamente más rentables y la dosis de 15% de EM con prácticas agroecológicas mostró significativos beneficios netos. En Negra Collana para la dosis de 15% el aumento fue del 61,32%, mientras que para la dosis de 10% el aumento fue del 25,27%; también se ha observado aumentos en los rendimientos de los ecotipos más bajos. El suelo del módulo experimental después del experimento mostró incrementos en materia orgánica, nitrógeno total, conductividad eléctrica, una ligera disminución de fósforo, incrementos en cationes intercambiables Ca, Mg, K, Na y en la capacidad de intercambio de cationes. También se ha encontrado incrementos significativos en las unidades formadoras de colonias de aerobios mesófilos, levaduras, mohos, lactobacillus y actinomicetos. Los pigmentos identificados en los ecotipos nativos de quinua fueron betacianinas (rojo a violeta) y betaxantinas (amarillo a naranja).

Palabras clave: Quinua nativa, Microorganismos eficaces, Agroecología, Pigmentos.

AGROECOLOGICAL PRODUCTION OF NATIVE ECOTYPES OF QUINOA OF COLORS (*Chenopodium quinoa Willd*) WITH EFFECTIVE MICROORGANISM IN THE HIGHLANDS OF PUNO

ABSTRACT

In order to assess the ecological production of nine native ecotypes of quinoa of colors (*Chenopodium quinoa Willd.*) using two doses of effective microorganisms (EM) and agroecological practices (birds control and compost usage) as well as evaluate their effect in the physico-chemical and biological characteristics of soils, the determination of production costs and identify the pigments of these ecotypes, an experimental module was established at Illpa, located in Paucarcolla, Puno, Perú, at an altitude of 3850 meters. The ecotypes of quinoa with agroecological practices showed an average yield of 1318.65 kg/ha compared to 857.63 kg/ha showed by ecotypes without agroecological practices. The triple interaction (ecotypes dose quinoa by agroecological Applications EM) has a synergistic effect expressed as 3072 kg / ha of performance Black ecotype Collana .The ecotypes with agroecological practices and use of EM were significantly more profitable and the dose of 15% of EM with agroecological practices showed significant net profits. In Negra Collana for the dose of 15% the increase was of 61.32%, while for the dose of 10% the increase was of 25.27%; it has also been observed increases in the yields of lower ecotypes. The soil of the experimental module after of experiment showed a increase in organic matter, in total nitrogen, in electrical conductivity, a slight decrease of phosphorus, an increase of the exchangeable cations of Ca, Mg, K, Na and in the cation exchange capacity. Also has been found that the colony forming units of aerobic mesophilic, yeasts, molds, lactobacillus and actinomycetes have showed significative increments. The pigments identified in the native ecotypes of quinoa were betacyanins (red to violet) and betaxantinas (yellow to orange)

Keywords: Native Quinoa, effective microorganisms, Agroecology, Pigments.

INTRODUCCIÓN

La quinua, (*Chenopodium quinoa* Willd.), es una planta de alto valor alimenticio y nutritivo; por su alto contenido de proteína, aminoácidos esenciales vitaminas, minerales y en los ecotipos de color pigmentos, mayores que la mayoría de especies vegetales del planeta, con una amplia valencia ecológica, se adapta bien a zonas secas y salinas, como el altiplano del sur del Perú y Bolivia y otros pisos ecológicos, cultivándose a altitudes de 0 a 4000 msnm, por lo que se constituye en un cultivo estratégico de primer orden para nuestro país y la humanidad.

La quinua, hasta hace poco tiempo, estaba considerada dentro de las especies olvidadas subutilizadas, considerada “menor” en términos de comercio mundial y atención en relación a investigación; sin embargo, en la actualidad juega un rol importante no solo en la seguridad y autonomía alimentaria sino también su potencialidad en la generación de ingresos para muchas comunidades de escasos recursos, por su alto valor nutricional y alimenticio, su vocación culinaria, su tolerancia a las condiciones medioambientales difíciles para otros cultivos hace que esta especie milenaria este retomando con auge su verdadera dimensión en la alimentación de la humanidad.

Las prácticas agroecológicas en los cultivos, son acciones estratégicas con base científica que permite el desarrollo sostenible de los recursos agropecuarios haciéndolos ambientalmente sanos, económicamente viables y socialmente aceptables.

Dentro de estas prácticas la tecnología de los microorganismos eficaces (EM) ha empezado a demostrar un extraordinario potencial, para resolver dos de los mayores problemas de ámbito mundial de hoy en día; la polución en general con el deterioro resultante de la contaminación del medio ambiente, debido a que los EM, que son unos 80 variedades de microorganismos benéficos que pertenecen a 10 géneros de cinco familias distintas e incluyen especies aeróbicas y anaeróbicas, capaces de restaurar los agroecosistemas dañados por la fuerte intervención antrópica (Higa, 2008).

Así mismo, se han probado estrategias de control ornitológico que disminuye considerablemente este ataque, entre 100% mallas y 80% papeles de colores dorado y plateado (Pauro, 2009).

En la actualidad existe una fuerte demanda del mercado internacional por la quinua orgánica de ecotipos de color por su alto valor nutritivo y uso por los chefs en la cocina internacional para la preparación de platos selectos, esta demanda se extiende a los empresarios agroindustriales por contar esta, con colorantes de procedencia orgánica para su utilización en procesos agroindustriales.

Varios abonos químicos, plaguicidas y técnicas de laboreo, están vinculados con una rápida disminución de la actividad microbiana edáfica. El uso de fungicidas en particular, ha mostrado que es capaz de cambiar el equilibrio de los organismos del suelo. (Lampkin, 1998).



El eslabón tecnológico perdido, con la llegada de la conquista española, nos invita a rescatar parte del conocimiento ancestral que todavía conservan y salvaguarda algunas comunidades andinas, tratando de reconstruir la matriz tecnológica andina, recreándola con las nuevas tendencias tecnológicas integrales en el marco de la sostenibilidad de los agroecosistemas, que orientan la práctica de técnicas agroecológicas otrora ya diseñadas y practicadas por nuestras culturas pre incaicas e incas; desde considerar la crianza del agua como fuente de vida, la pacha mama como soporte de esta, pasando por sus efectos en la producción, las carencias de los factores abióticos, las interrelaciones del medio ambiente biótico, las relaciones de intercambio, las fallas del mercado y la inequidad de políticas insostenibles, todas estas dimensiones, sociales, económicas, ambientales y políticas, nos han invitado a efectuar el presente estudio, que analiza el efecto de los microorganismos benéficos, sobre la producción de ecotipos de color del cultivo de quinua así como su efecto y/o influencia sobre la parte viva del recurso edáfico, complementado con el análisis de otras estrategias agroecológicas como el abonamiento y la mitigación del ataque ornitológico, así como identificar los pigmentos de los ecotipos de color estas respuestas que presenta la investigación, sumado al análisis económico acorde con la tendencia actual de la economía de mercado y el mundo global, nos permiten contribuir con un pequeño aporte al gran reto de la practica agroecológica.

CAPITULO I

POBLEMATICA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

A nivel mundial la agricultura, es la actividad esencial para la supervivencia y el bienestar humano, pero también ha sido la actividad que más ha afectado el medio ambiente y es el sector que más depende de él, entre los problemas y críticas principales a las prácticas agrícolas actuales, se mencionan, el deterioro de la estructura del suelo de su parte viva, contaminación del medio ambiente, creando riesgos potenciales para la salud en los alimentos, demasiado consumo de energía, son costosas económicamente para la sociedad y cada vez más para el agricultor.

El cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), a pesar de su tolerancia a algunos factores abióticos, como bajas temperaturas, escases de agua, entre otras; es susceptible al ataque de algunas plagas y enfermedades, especialmente al ataque ornitológico, incidiendo este en pérdidas considerables en la producción (Pauro, 2009; Robles *et al*, 2003 y Zanabria y Banegas, 1997).

Varios abonos químicos, plaguicidas y técnicas de laboreo, están vinculados con una rápida disminución de la actividad microbiana edáfica. El uso de fungicidas en particular, ha mostrado que es capaz de cambiar el equilibrio de los organismos del suelo (Lampkin, 1998).

El uso indiscriminado de fertilizantes químicos, ha generado impactos en la microflora y fauna de los suelos, haciéndolos menos productivos e incidiendo directamente en la calidad del producto final de este importante cultivo ancestral, así como en la sostenibilidad del recurso edáfico soporte de vida y de producción.

La economía de mercado, la agroindustria han propiciado la erosión genética de los ecotipos de quinua de colores, privilegiando los ecotipos de color blanco, haciendo que los agricultores dejen de producir la gran diversidad y variabilidad de quinuas de colores, las mismas que en la actualidad tiene alta demanda en el mercado internacional por los antioxidantes que contienen los pigmentos y el alto valor alimenticio y nutricional para la cocina ecológica natural.

En nuestra región y en otras latitudes, la valoración, los enfoques de desarrollo reduccionistas asigna valores erráticos a nuestra agrobiodiversidad, propiciando un intercambio desigual, generando presión y desequilibrio en los agroecosistemas, así como inequidad de intercambio de la producción en el mercado entre los grupos sociales haciendo cada vez más insostenible la actividad agropecuaria.

Esta problemática, nos invita a investigar estrategias agroecológicas para demostrar la importancia de la producción de ecotipos de quinua de colores; probar el uso de los Microorganismos eficaces (EM) y evaluar su efecto en la producción y la microflora del recurso edáfico, utilizar mecanismos de protección contra el ataque ornitológico, uso de abonos orgánicos; así como identificar los pigmentos de los ecotipos de color investigados, y comparar los costos de producción en términos tradicionales y agroecológicos.

Planteada esta problemática, surgen las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál será la respuesta de producción de ecotipos de quinua de colores (*Chenopodium quinoa* Willd.) a la aplicación de Microorganismos eficaces?
- ¿Cuáles serán los efectos de los Microorganismos eficaces sobre la microflora del suelo?
- ¿Qué interacciones positivas y negativas se obtienen al aplicar diferentes practicas agroecológicas como (mecanismos de protección contra aves plaga y abonamiento orgánico) con los EM?
- ¿Cuáles son los pigmentos de los ecotipos de quinua en estudio?
- ¿Qué diferencias existen entre los costos de producción, empleando tecnologías tradicionales frente a las agroecológicas?

1.2. HIPOTESIS

1.2.1. General

- La Producción y productividad de ecotipos de quinua nativa de color (*Chenopodium quinoa* Willd.) se verán incrementadas con la aplicación de prácticas agroecológicas y microorganismos eficaces en el Altiplano de Puno.

1.2.2. ESPECÍFICOS

- Las características productivas de los ecotipos de quinua nativa de color, son marcadamente diferenciadas.
- Las características físicas y microbiológicas del suelo al final de la investigación se verán sustancialmente mejoradas por la acción de los microorganismos eficaces.
- Los ecotipos de quinua nativa de color son diferentes por su pigmentación.
- Los indicadores de rentabilidad y beneficio/costo de la tecnología tradicional frente a la agroecológica, son incrementados.

1.2 OBJETIVOS

1.2.3. GENERAL

- Evaluar las Producción agroecológica de ecotipos de quinua nativa de color (*Chenopodium quinoa* Willd.) con microorganismos eficaces en el Altiplano de Puno.

1.2.4. ESPECÍFICOS

- Evaluar y caracterizar las características productivas de los ecotipos pigmentados de quinua nativa.
- Evaluar las características microbiológicas del suelo antes y después de la aplicación de los EM.
- Identificar los pigmentos de los ecotipos de quinua nativa investigados.
- Evaluar y comparar los costos de producción de la tecnología tradicional y la agroecológica.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

Cahui (2010), al investigar el uso de las diferentes formulaciones de Bokashi-EM sobre el rendimiento de diferentes variedades de quinua, indica que el Bokashi-EM elaborado en base a papa aplicada tuvo un rendimiento promedio 2 375.00 kg/ha, seguido del Bokashi-EM elaborada a base de quinua con 2 350 kg/ha, los cuales fueron aplicados a la variedad Negra de Collana, mientras que el Bokashi-EM elaborado a base de papa, y el bokashi-EM elaborado a base de quinua tuvo un rendimiento de 2 275 kg/ha en las variedades Blanca de Juli y Salcedo INIA y el Bokashi-EM elaborado a base de pasto tuvo un rendimiento de 2 250 kg/ha aplicado en la variedad Negra de Collana. Pero sin la aplicación de Bokashi-EM se tuvo menores rendimientos, la variedad Negra de Collana con 2 125 kg/ha, Blanca de Juli con 2 075 kg/ha, y Salcedo INIA con 1 700 kg/ha.

Quispe (2010), en un estudio sobre rendimiento de frutos en estado fresco de dos variedades de ají paprika (*Capsicum annuum L.*) con dos abonos orgánicos y microorganismos eficaces en Pampa San Antonio – Moquegua, da a conocer que el mayor rendimiento fresco se obtuvo con la variedad Queen con estiércol

de lombriz de 7t/ha, con 0.5 litros de EMa/200 litros agua), con 42 196.08 kg/ha, seguido de estiércol de camélidos de 25 t/ha con 1.0 litro de EMa/200 litros agua con 39 065.36 kg/ha, y el testigo obtuvo 26 464.05 kg/ha. Mientras que la variedad King con estiércol de camélidos de 25 t/ha, sin EMa obtuvo 28 620.92 kg/ha, seguido del mismo estiércol con 1.0 litro de EMa/200 litros agua y el testigo tuvo 23 712.42 kg/ha.

Medina (2009), al determinar el efecto en el rendimiento de dos fuentes de abonos orgánicos y la aplicación de microorganismos eficaces (EM) en dos variedades de Melón, se obtuvo los mejores resultados en la variedad Piel de Sapo con la aplicación de Humus de lombriz de 0.5 kg/planta y 100 ml de Ema/20 l de agua logrando 12.6 t/ha, seguido de estiércol de camélidos de 0.5 kg/planta más microorganismos eficaces de 100 ml de Ema/20 l de agua logrando 10.9 t/ha, el testigo tuvo 5.9 t/ha. Mientras que la variedad Orange flesh, con humus de lombriz y microorganismos eficaces el cual tuvo 11.63 t/ha, seguido de estiércol de camélidos con microorganismos eficaces logrando 10.3 t/ha, y el testigo tuvo 6.1 t/ha.

Pauro (2009), en su estudio sobre mecanismos de protección sobre el cultivo de quinua, reportó que el mecanismo de protección sin lugar a dudas que fue el más eficiente es el “Enmallado”, ya que este se ha comportado como una forma de cárcel impidiendo el ataque de aves, con un rendimiento promedio de 3 213.4 Kg/ha; seguido de los mecanismos “papel metálico dorado” con 3 053.4 kg/ha y plástico negro con 2 960.0 Kg/ha, presentando pérdidas del 5% y 7.9% respectivamente, frente al testigo que tuvo un rendimiento de 1 626.6

kg/ha cuya pérdida fue de 49.4%, estos mecanismos fueron veletas de forma triangular acondicionados en rafia, todos los mecanismos fueron sostenidas por carrizos, los cuales gracias al brillo que propicia el sol y el ruido originado por los vientos han disminuido el ataque de las aves. Además indica que las palomas (*Columba maculosa* y *Zenaida auriculata*) ambas especies en conjunto por su peso causan el mayor daño, ocasionando el tumbado de la planta, mientras que otras especies por su menor peso no causan el tumbado de plantas.

Robles *et al* (2003), mencionan que, las aves muchas veces causan daños significativos en los campos agrícolas en la Sierra central del Perú. Las especies que mayormente atacan la quinua son palomas, jilgueros y gorriones. La paloma rabíblanca (*Zenaida auriculata*) es reportada como la más común en los campos de quinua, donde causa daños al consumir semillas y tumbar plantas. El control más eficiente fue empleando tiras plásticas alternadas con tiras de papel metálico, que con el brillo solar que reflejan y el ruido frenan el ataque de las aves.

Belizario (2011), en su investigación con Microorganismos eficaces (EM) en la descomposición del estiércol de alpaca para el abonamiento de los bofedales altoandinos, encontró que los microorganismos eficaces aplicados al estiércol de alpaca constituyen un factor importante al acelerar la descomposición de estiércol de 3 meses, reduciendo a un mes de acuerdo al análisis especial realizado de ácidos fúlvicos y húmicos, y la dosis óptima para la descomposición de la materia orgánica (estiércol de alpaca) fue la muestra 3

tratadas con 3 litros de EM activado/ha superó a los otras dosis de los tratamientos restantes. También se ha encontrado que existe diferencia por efecto de la aplicación de estiércol tratado con EM en la producción de materia verde y seca en los dos bofedales evaluados, obteniéndose la mayor producción acumulada anual de materia verde y seca en el bofedal Quimsachata, sobresaliendo el tratamiento con 3 litros de EM, en comparación con las que no han sido tratadas, como es el caso de los testigos, superando en todo al bofedal de Munay Paqocha.

Zambrano *et al* (2001), señalan que en la siembra de 21 cultivares de quinua en Antapirca (Huancayo, Perú), encontraron que la plaga principal fueron las aves, dañando a la planta en los últimos períodos vegetativos de la planta (grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica del grano), alimentándose de los granos en la misma panoja, ocasionando al mismo tiempo la caída de un gran número de semillas por desgrane o ruptura de los pedicelos de los glomérulos. Generalmente los daños más notorios se podían observar en cultivares dulces, donde las pérdidas alcanzaron hasta 40 % de la producción. Los daños fueron ocasionados mayormente por las aves de las especies gorriones (*Zonotrichia capensis*) y jilgueros (*Carduelis spinescens*), se pudo presenciar desde el inicio hasta el final de la campaña agrícola en la localidad de Antapirca. Los gorriones suelen hacer daño durante la siembra y la emergencia de las plántulas, indistintamente durante el crecimiento de las mismas e incrementándose su ataque en la formación de los granos hasta la madurez de la misma. En cambio el daño de los jilgueros se presenta solamente en los últimos estados vegetativos del cultivo.

Robles *et al.* (2001) y Rasmussen *et al.* (2003) han reportado que algunas especies de *Fringillidae* son plagas principales en la quinua junto con *Zenaida auriculata* y *Zonotrichia capensis*. Un aspecto importante es el control que efectúan las aves sobre todo en los últimos estadios de las larvas, por lo que debe ser estimulado hasta cierto grado el control ornitológico de kcona kcona. Sin embargo, ciertas aves pueden ser plagas importantes. Está demostrado en Perú que éstas pueden ocasionar una reducción del rendimiento del 60%. Varios tratamientos reducen el daño producido por pájaros por períodos limitados, como tiras de papel aluminio o cintas de cassette de música; sin embargo, se deben buscar nuevas soluciones para este problema.

BIOEM (2010), da a conocer algunas del uso de microorganismos eficaces en el Perú en agricultura, las cuales son:

En nuestro país, son cada vez más numerosas las organizaciones de productores, empresas y agricultores individuales que optan por el uso de EM, con resultados plenamente satisfactorios en costa, sierra y selva.

Arroz; El Sr. Martín Lozano García, conductor de seis hectáreas de arroz en el sector Lurifico de Chepén, La Libertad, encontró en los EM una buena alternativa económica y limpia a los agroquímicos. "Durante la campaña agrícola 2007-2008, encuentro resultados más que satisfactorios. En un año, no sólo redujo en 80% el uso de fungicidas y en 50% el de fertilizantes sintéticos

nitrogenados, sino también incremento en 25% la productividad de su cultivo. Y lo que es mejor, redujo en 50% sus costos de producción".

En cebolla; Otra experiencia destacable corresponde al Sr. Raúl Valle Ortiz, conductor de cinco hectáreas de cebolla en San José de Moro, Chepen, La Libertad. Él afirma que a los 35 días de trasplantada dicha liliacea, aún no han aplicado ningún tipo de fungicida, para prevenir y combatir las enfermedades causadas por hongos, gracias al uso de EM desde el almacigo. "Antes, en esta etapa de la producción aplicaba tres dosis de fungicidas y, aunque las cebollas tenían un buen aspecto, no lucían tan vigorosas como ahora", expreso el Sr. Valle Ortiz, convencido de los efectos de los EM.

2.2. MARCO REFERENCIAL

2.2.1. Producción agroecológica

La producción agroecológica, puede resumirse en las normas señaladas por la INFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica): que se detallan a continuación:

- Producir alimentos de calidad nutritiva y en suficiente cantidad.
- Trabajar con los ecosistemas en vez de intentar dominarlos.
- Fomentar y aumentar los ciclos bióticos dentro del sistema agrario, que comprenden los microorganismos, la flora y la fauna del suelo, las plantas y los animales.
- Mantener y aumentar a largo plazo la fertilidad de los suelos.

- Emplear al máximo recursos renovables en sistemas agrícolas organizados localmente.
- Trabajar todo lo que se pueda dentro de un sistema cerrado en lo que respecta a la materia orgánica y los nutrientes.
- Proporcionar al ganado las condiciones de vida que le permita realizar todos los aspectos de su comportamiento innato.
- Evitar todas las formas de contaminación que puedan resultar de las técnicas agrícolas.
- Mantener la diversidad genética del sistema agrario y de su entorno, incluyendo la protección de los hábitos de plantas y animales silvestres.
- Permitir que los agricultores obtengan unos ingresos satisfactorios y realicen un trabajo gratificante en un entorno laboral saludable.
- Consideran el impacto social y ecológico más amplio del sistema agrario.

2.2.2. La agroecología

En América Latina surge el término de Agroecología que adiciona los saberes ancestrales de manejo de la agricultura por las culturas pre colombianas, la agroecología, está definido como la ciencia que estudia la estructura y función de los agroecosistemas desde un punto de vista de sus relaciones ecológicas y culturales.

La agroecología no es una disciplina específica, se aproxima más a un enfoque integrador, holístico, cuya preocupación se centra en entender las relaciones entre los factores ambientales, tecnológico - productivos, económicos y socio - culturales que determinan las características de los agroecosistemas. La

agroecología enfatiza el análisis de las relaciones ecológicas entre los distintos elementos que intervienen en un agroecosistema (Tapia, 2002).

El enfoque agroecológico considera a los ecosistemas agrícolas como las unidades fundamentales de estudio, y en estos sistemas, los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigados y analizados como un todo, de esta manera, a la investigación agroecológica le interesa no la maximización de la producción de un componente particular, sino más bien la optimización del agroecosistema como un “todo” (Altieri, 1983).

La agroecología ha aportado decisivamente a la comprensión de los sistemas agrarios y a la definición de políticas y acciones para el desarrollo rural. Sus aportes principales se han dado a partir de correlacionar el funcionamiento de los ecosistemas naturales y los agroecosistemas; del análisis crítico a la agricultura convencional potenciada desde la revolución verde; del reconocimiento dado a los sistemas agrícolas tradicionales por sus capacidades tecnológico-productivas que han posibilitado conservar los recursos naturales; y de la búsqueda de tecnologías adaptadas a las condiciones locales que conserven los recursos naturales, mejorando la productividad y potenciando particularmente las capacidades de los pequeños agricultores (Tapia, 2002)

La agricultura ecológica moderna trata de desarrollarse basándose en una comprensión cada vez mayor de conceptos como la asociación de micorrizas, la fijación simbiótica del nitrógeno y la rizosfera, la tasa de renovación de la materia orgánica y otros referentes a la vida edáfica, los cultivos y la ganadería

que ha descubierto la ciencia moderna. Lo fundamental es que el enfoque y la actitud de los agricultores que practican esta agricultura, con éxito es profundamente diferente (Lampkin, 1998).

Con respecto a la denominación, parece que en todo el mundo se utilizan unos 16 nombres para lo que en inglés se llama “agricultura orgánica”. Algunos de los más conocidos son, agricultura biológica, agricultura regenerativa, agricultura sostenible. En algunos casos hay muy poca o ninguna diferencia entre ellos. Por ejemplo orgánico y biológico en el Reino Unido significan lo mismo y son intercambiables. El término “biológico” se utiliza más en Europa Continental, mientras en Gran Bretaña y los Estados Unidos se apegan al término “orgánico” (Lampkin, 1998).

En América Latina el término agroecología viene siendo impulsado por Miguel Altieri que tiene los mismos principios que la terminología anteriormente mencionada.

2.2.3. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

2.2.3.1. Nombres comunes

La quinua recibe diferentes nombres en el área andina que varían entre localidades y de un país a otro, así como también recibe nombres fuera del área andina que varían en diferentes idiomas (Mujica, 1996).

Perú: Quinua, Jiura, Quiuna.

Colombia: Quinua, Suba, Supha, Uba, Luba, Ubalá, Juba, Uca.

Ecuador: Quinua, Juba, Subacguque, Ubaque, Ubate.

Bolivia: Quinoa, Jupha, Jiura.

Chile: Quinoa, Quingua, Dahuie.

Argentina: Quinoa, quiuna.

Español: Quinoa, Quinoa, Quingua, Triguillo, Trigo inca, Arrocillo, Arroz del Perú, Kinoa.

Inglés: Quinoa, Quinoa, Kinoa, Swet quinoa, Peruvian rice, Inca rice, Petty rice.

Francés: Anserine quinoa, Riz de peruo, Petit riz de Peruo, Quinoa.

Italiano: Quinoa, Chinua.

Portugués: Arroz miudo do Perú, Espinafre do Perú, quinoa.

Alemán: Reisspinat, Peruanischer reisspinat, Reismelde, Reis-gerwacks,

India: Vathu

Quechua: Kiuna, Quinoa, Parca.

Aymara: Supha, Jopa, Jupha, Jauira, Aara, Ccallapi, Vocali, Jiura.

Chibcha: Suba, Supha, Pasca.

2.2.3.2. Posición taxonómica

La quinua es una planta de la familia *Chenopodiaceae*, género *Chenopodium*, sección *Chenopodia* y subsección *Cellulata*. El género *Chenopodium* es el principal dentro de la familia *Chenopodiaceae* y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies. Dentro del género *Chenopodium* existen cuatro especies cultivadas como plantas alimenticias. (Giusti, 1970).

Reino: Vegetal

División: Fanerógamas

Clase: Dicotiledoneas

Sub clase: Angiospermas

Orden: Centrospermales

Familia: Chenopodiáceas

Género: *Chenopodium*

Sección: Chenopodia

Subsección: Cellulata

Especie: *Chenopodium quinoa* Willdenow.

2.2.3.3. Origen

La quinua fue cultivada y utilizada por las civilizaciones prehispánicas, y reemplazada por los cereales a la llegada de los españoles, a pesar de constituir un alimento básico de la población de ese entonces.

Wilson (1976), considera que la quinua se habría originado en el hemisferio norte (México y Estados Unidos), en base a estudios de los *Chenopodium* cultivados, concluyendo que *nuttalliae* y *quinoa*, son distintos, pero son específicos con sus formas silvestres acompañantes, sugiriendo cambios en la nomenclatura existente, como son incluir dentro de *quinoa* ssp. *milleanum* las diferentes subespecies de *hircinum* y a la especie mexicana cultivada reducirla como una subespecie de *berlandierii*, del mismo modo sugiere que la quinua se habría derivado directamente de algún tipo silvestre en los Andes.

También, Wilson (1976) y Heiser (1974), manifiestan que *quinoa* habría evolucionado independientemente en sudamérica sin influencia de las especie

del Norte, siendo los posibles progenitores *hircinum* de tierras bajas o una especie silvestre extinguida de los Andes, que pudo haber sido desplazada o asimilada por el acompañante silvestre.

El origen de *quinoa* aún es complejo, especialmente porque están involucradas muchas posibilidades. Se sugiere la participación de dos especies diploides en el origen de *quinoa* y *hircinum* y de *nuttalliae* el silvestre *berlandieri* respectivamente (Palaguachi y Patiño, 2012)

2.2.3.4. Descripción botánica

Salcines (2009), cita a Tapia, (1997), donde manifiesta que la quinua es una planta herbácea de 80 cm a 3 m de alto, con tallo erecto, generalmente poco ramificado, cilíndrico a la altura del cuello, poliédrico, glabro, y según su tipo de ramificación pueden presentarse con un tallo principal y varias ramas laterales cortas características de la zona de altiplano o de ramas de igual tamaño, característico en los ecotipos que se cultivan en los valles interandinos.

Las hojas son alternas, simples; los bordes, dentados, pudiendo ser pronunciados o leves, según las variedades; lámina polimorfa, hojas inferiores romboidales, o triangulares, hojas superiores lanceadas o triangulares, planas u onduladas, algo carnosas, hojas jóvenes cubiertas de papilas esferoidales o globosas de 1.4 mm de diámetro, blancas, púrpuras o rojas. A veces, las hojas son brillantes y carentes de papilas, de bordes más o menos (o profundamente) dentados, 3 a 20 dientes; en el último caso, las hojas son aserradas, pecíolos largos, finos, acanalados en el lado superior. La coloración, en general, varía de verde claro a verde oscuro, las que a su vez se van transformando en

amarillas, rojas o púrpuras según su estado de maduración (Mujica y Jacobsen, 2001).

Las láminas de las hojas, tallos e inflorescencia jóvenes, principalmente, están cubiertas de una pubescencia vesicular, rica en cristales de oxalato de calcio que pueden ser de color blanco, rojo o púrpura. Estos cristales absorben la humedad del ambiente, controlan la excesiva transpiración por humedecimiento que las células guardan en los estomas y reflejan los rayos luminosos, disminuyendo la radiación directa sobre las hojas. Esta característica de la planta se considera un mecanismo importante de la tolerancia a la sequía (Gómez y Eguiluz, 2011).

La inflorescencia es una panoja con una longitud que varía de 15 a 70 cm, las panojas pueden ser claramente diferenciadas y terminales o no diferenciadas debido al tipo de ramificación del eje principal, los colores de la panoja son muy diversos: verdes, amarillas, naranjas, rosadas, rojas, granates, púrpuras, violetas, marrón, gris y negras. Todas ellas con diversas tonalidades del claro al oscuro. Las inflorescencias han sido clasificadas por su forma en glomeruladas, amarantiformes e intermedias. Las intermedias son resultados de las cruces entre glomeruladas y amarantiformes. Las ramificaciones de la inflorescencia varían en longitud y de acuerdo a ello y a la longitud de los pedicelos que sostienen las flores; las panojas pueden ser laxas, intermedias o compactas (Gómez y Eguiluz, 2011).

Salcines (2009), cita a Álvarez, (1993), donde menciona que las flores terminales en racimos, panojas, pequeñas, con 5 pétalos amarillos, 5 estambres, pistilo con 2 o 3 estigmas. La panoja tiene entre 15 y 70 cm y puede

llegar a un rendimiento de 220 g de granos por panoja. La quinua es una planta ginomonoica, es decir tiene flores hermafroditas y pistiladas (femeninas) en la misma inflorescencia. Las flores están agrupadas en glomérulos. En el ápice del glomérulo se localizan las flores hermafroditas y alrededor de ellas las flores pistiladas o femeninas. El porcentaje de flores hermafroditas y pistiladas en la misma inflorescencia es variable. Las flores son incompletas carecen de pétalos. La flor hermafrodita está conformada por un perigonio sepaloide de 5 partes, un gineceo con un ovario elipsoidal con dos o tres ramificaciones y 5 estambres, su tamaño varía de 2 a 5 mm. La flor pistilada está conformada del perigonio sepaloide de 5 partes, el gineceo con un ovario elipsoidal con dos o tres ramificaciones, su tamaño varia de 1 a 3 mm (Gómez y Eguiluz, 2011).

El fruto es un aquenio cubierto por el perigonio. Las semillas están adheridas al pericarpio del fruto. Los granos, cuyo color también varía (blanco, gris, rosado) tienen tamaño entre 1.8-2.6 mm. y se califican según su tamaño en grandes (2.2-2.6 mm) medianas (1.8-2.1 mm) y pequeñas (menores de 1.8 mm). El pericarpio es la capa externa del fruto que presenta alveolos, sus colores son variados y pueden ser translúcidos, blancos, cremas, amarillos, anaranjados, rosados, rojos, púrpuras, marrones, grises y negros, entre otros; el algunos genotipos el pericarpio se desprende muy fácilmente durante el proceso de eliminación de la saponina, en esta capa se encuentra la saponina. El Episperma es la capa de la semilla, está formado de cuatro capas y la más interna se desintegra por comprensión a la madurez, presenta colores muy parecidos a los del pericarpio. El Embrión, está formado por dos cotiledones y la radícula, representa el 30% del peso del grano a diferencia del trigo en el

que representa el 1%, ello trae como consecuencia que el 70% del nitrógeno de la semilla de quinua se encuentra en el embrión mientras que en el trigo sólo se encuentra del 2 al 4%, envuelve como un anillo al tejido de reserva. El Perisperma es el tejido de reserva de los almidones y otros nutrientes del grano, está formado por divisiones mitóticas de la nucela. (Gómez y Eguiluz, 2011).

2.2.3.5. Fases fenológicas de la quinua

La fenología, es el estudio de los cambios externos diferenciables y visibles que muestran las plantas como resultado de sus relaciones con las condiciones ambientales (temperatura, luz, humedad, suelo) donde se desarrollan, durante su período vegetativo y reproductivo (Mujica *et al*, 2004).

La fenología mide los diferentes estados o fases de desarrollo de la planta, mediante una apreciación visual en la que se determina los distintos eventos de cambio o transformación fenotípica de la planta, relacionadas con la variación climática, dando rangos comprendidos entre una y otra etapa (Mujica *et al*, 2004).

En el caso de la quinua, se ha determinado que atraviesa por catorce fases fenológicas importantes y claramente distinguibles, ello en base a la observación de las diferentes accesiones del banco de germoplasma sembrados en varios años y localidades, así como observación del cultivo de distintas variedades en campo de agricultores, habiendo determinado y nominado las siguientes fases fenológicas (Mujica *et al*, 2004):

1. Jatarisca (quechua), Chillktata (aymara) (Emergencia)

Es cuando los cotiledones aun unidos, emergen del suelo a manera de una cabeza de fósforo y es distinguible solo cuando uno se pone al nivel del suelo, en esta etapa es muy susceptible de ser consumido por las aves por su succulencia y exposición de la semilla encima del talluelo, ello ocurre de los 5-6 días después de la siembra, en condiciones adecuadas de humedad.

2. Iscay J'kallo (quechua), Paalaka (aymara) (Hojas cotiledonales)

Es cuando los cotiledones emergidos se separan y muestran las dos hojas cotiledonales extendidas de forma lanceolada angosta, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hilera nítida., en muchos casos se puede distinguir la coloración que tendrá la futura planta sobre todo las pigmentadas de color rojo o púrpura, también en esta fase es susceptible al daño de aves, debido a la carnosidad de sus hojas, esto ocurre de los 7-10 días de la siembra.

3. Iscay R'appi (quechua), Paalaphi (aymara) (Dos hojas verdaderas)

Es cuando, fuera de las dos hojas cotiledonales, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya tienen forma romboidal y con nervaduras claramente distinguibles y se encuentran en botón foliar el siguiente par de hojas, ocurre de los 15-20 días de la siembra, mostrando un crecimiento rápido del sistema radicular, en esta fase puede ocurrir el ataque de los gusanos cortadores de plantas tiernas (*Copitarsia*, *Feltia*) "Ticuchis".

4. Tawa R'appi (quechua), Pusilaphi (aymara) (Cuatro hojas verdaderas)

Es cuando ya se observa dos pares de hojas verdaderas completamente extendidas y aún se nota la presencia de las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del ápice de la plántula e inicio de formación de botones en las axilas del primer par de hojas; ocurre de los 25-30 días después de la siembra, en esta fase ya la planta tiene buena resistencia a la sequía y al frío, porque ha extendido fuertemente sus raíces y muestra movimientos násticos nocturnos cuando hace frío, dada la presencia de hojas tiernas, se inicia el ataque de insectos masticadores de hojas (*Epitrix* y *Diabrotica*)” Pulguilla saltona y Loritos” sobre todo cuando hay escasez de lluvias.

5. Socta R’appi (quechua), Thayampi Anatjhe (aymara)(Seis hojas verdaderas)

Se observa tres pares de hojas verdaderas extendidas, tornándose de color amarillento las hojas cotiledonales y algo flácidas, se notan ya las hojas axilares, desde el estado de formación de botones hasta el inicio de apertura de botones del ápice a la base de la plántula, esta fase ocurre de los 35-45 días de la siembra, en la cual se nota con mayor claridad la protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas, especialmente cuando se presentan bajas temperaturas, sequía y sobre todo al anochecer; durante en la presencia de viento la plántula flamea.

6. Chascariy (quechua), Utanoqtata (aymara) (Ramificación)

Se nota 8 hojas verdaderas extendidas y extensión de las hojas axilares hasta la tercera fila de hojas en el tallo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices claramente notorias en el tallo, también se observa la presencia de la

inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre de los 45 a 50 días de la siembra. En esta fase se efectúa el aporque para las quinuas de valle, así mismo es la etapa de mayor resistencia al frío y se nota con mucha nitidez la presencia de cristales de oxalato de calcio en las hojas dando una apariencia cristalina e incluso de colores que caracterizan a los distintos genotipos; debido a la gran cantidad de hojas es la etapa en la que mayormente se consume las hojas como verdura, hasta esta fase el crecimiento de la planta pareciera lento, para luego alargarse rápidamente, la planta ya se nota bien establecida y entre plantas se observa cierto acercamiento.

7. Philillo (quechua) (Inicio panojamiento)

La inflorescencia se ve que va emergiendo del ápice de la planta, observándose alrededor aglomeraciones de hojas pequeñas con bastantes cristales de oxalato de calcio, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes. Ello ocurre de los 55 a 60 días de la siembra; así mismo se puede ver amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (hojas que dejaron de ser fotosintéticamente activas) y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento. En esta fase ocurre el ataque de la primera generación de *Eurissacca quinoa* Povolmy “Kcona-Kcona”. En esta fase, la parte más sensible a las heladas no es el ápice, sino por debajo de este y en caso de severas bajas de temperatura que afectan a la planta, se produce el colgado del ápice.

8. Pichicho Sayayña (quechua), Luruk'uqallta (aymara) (Panojamiento)

La inflorescencia sobresale con mucha nitidez por encima de las hojas superiores, notándose los glomérulos de la base de la panoja, los botones florales individualizados sobre todo los apicales que corresponderán a las flores pistiladas. Esta etapa ocurre de los 65 a 70 días de la siembra; a partir de esta etapa se puede consumir las panojas tiernas como verdura.

9. Ttica Pakariy (quechua), Panqaraamuchi (aymara) (Inicio de floración)

Es cuando las flores hermafroditas apicales de los glomérulos conformantes de la inflorescencia se encuentran abiertos, mostrando los estambres separados de color amarillento, ocurre de los 75 a 80 días de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía y heladas, también ocurre amarillamiento y defoliación de las hojas inferiores sobre todo aquellas de menor eficiencia fotosintética.

10. Tticari (quechua), Panqara Q'elljtata (aymara) (Floración)

Es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia principal (cuando existan inflorescencias secundarias) se encuentran abiertas, esto ocurre de los 90 a 100 días de la siembra, esta fase es muy sensible a las heladas, pudiendo resistir solo hasta -2°C , debe observarse esta epata al medio día, ya que en horas de la mañana y al atardecer las flores se encuentran cerradas, por ser heliofilas, así mismo la planta elimina en mayor cantidad las hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente y existe abundancia de polen en los estambres que tienen una coloración amarilla.

11. Muccu Quiuna (quechua), Lichintata (aymara) (Grano lechoso)

Fase cuando los frutos al ser presionados entre las uñas de los dedos pulgares, explotan y dejan salir un líquido lechoso, ocurre de los 100 a 130 días de la siembra. En esta fase el déficit de agua es perjudicial para la producción.

12. Kuccu Quiuna (quechua), Tikantata (aymara) (Grano pastoso)

Es cuando los frutos al ser presionados presenta una consistencia pastosa de color blanco, ocurre de los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque de la segunda generación de *Eurissacca quinoa* Povolny “Kcona-Kcona” causa daños considerables, así mismo el déficit de humedad afecta fuertemente a la producción.

13. Pokoscca (quechua), Luruk’u T’asurata (aymara) (Madurez fisiológica)

Es la fase en la que la planta completa su madurez, y se reconoce cuando los granos al ser presionados por las uñas presenta resistencia a la penetración, ocurre de los 160 a 180 días de la siembra, en esta etapa el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16 %; el lapso comprendido desde la floración hasta la madurez fisiológica, viene a constituir el período de llenado de grano.

14. Quiuna, Cha’juykusqa, Chhejchtata (Madurez de cosecha).

Es cuando los granos sobresalen del perigonio, dando una apariencia de estar casi suelto y listo para desprenderse, la humedad de la planta es tal que facilita la trilla.

2.2.3.6. El cultivo

a) Rotación de cultivos

León (2003), manifiesta que esta labor, se realiza con la finalidad de evitar una mayor incidencia de plagas y enfermedades, así mismo evitar la degradación

de la fertilidad del suelo, evitando el esquilamiento del suelo y aprovechar los nutrientes dejados por el cultivo anterior e incorporar materia orgánica (hojas, tallos, raíces, etc.). Se recomienda para el departamento de Puno, la siguiente rotación:

Tubérculos (papa), cereales (quinua, cañihua), gramíneas (avena-cebada), leguminosas (haba-tarwi).

En zonas como costa y valles interandinos, se aplica la siguiente rotación:
Papa, quinua, maíz, hortaliza, alfalfa.

b) Preparación del terreno

El cultivo de la quinua prospera más en suelos francos y bien drenados, no todo los suelos del altiplano son aptos para este cultivo, descartamos las pampas que son muy heladizas y arcillosos, sin drenaje y garantizándose su cultivo en el anillo circunlacustre, laderas y pie de laderas de la zona agroecológica de Suní A y Suní B, preferentemente en lugares abrigados. Es una costumbre en el altiplano tener áreas de descanso, luego de dos o tres campañas agrícolas, cuando se desea sembrar estas áreas se recomienda aplicar la técnica denominado barbecho, cultivando o dry farming, que consiste en acumular agua en el suelo de las primeras lluvias que se presenten, para ser utilizado por las plantas una vez sembradas, garantizando la germinación de la semilla. Esta técnica ha sido utilizada por nuestros antepasados. (León, 2003).

Además este autor también manifiesta que, la preparación del terreno consiste en los siguientes pasos:

1. Roturación

Se recomienda hacer inmediatamente después de cosechar el cultivo anterior para evitar la pérdida de materia orgánica (hojas, tallo, raíces, etc.) y cuando el suelo aun esta húmedo la cual ayudara la descomposición de la materia orgánica y eliminación de malezas. Se debe hacer con arados de disco o reja (Vertedera fija o movable) a una profundidad de 20 cm a 25 cm y en algunos casos con yunta y/o chaquitajllas.

2. Rastrado

Se recomienda hacer cuando el suelo esta húmedo y cuando las semillas de las malezas hayan germinado, para así poder eliminarlas, se rastra en forma cruzada para lograr una buena nivelación y mullido, del suelo logrando así la uniformidad en la germinación de las semillas.

3. Desterronado

Se realiza cuando todavía quedan terrones en el suelo. Se tiene dos tipos de rodillo, el cultipaker, que es un cilindro provisto de dientes alrededor de sus superficies, y el de la cabra.

4. Nivelación

Solo se puede efectuarse empleando una cuchilla niveladora (grandes extensiones) o con rieles o tablones cuando se siembra en pequeñas extensiones.

5. Surcado

Se efectúa con surcos distanciados entre 35 a 40 cm. con la yunta, al cual se le adiciona ramas en forma transversal a la reja, para que efectúe una mejor expansión del surco, debiendo tener una profundidad aproximada de 20 cm.

c) Siembra

La densidad de siembra recomendada en la sierra y el altiplano es de 10 kg/ha, de semilla seleccionada y procedente de semilleros debido a que las adversidades de clima y falta de humedad pueden disminuir, el porcentaje de germinación y lógicamente de emergencia, mientras que en la costa con 6 kg/ha se obtiene un buen establecimiento del cultivo (Mujica *et al*, 2003).

La siembra se puede realizar en forma manual (al voleo o en líneas a chorro continuo), o en forma mecanizada (uso de las sembradoras), debiendo utilizarse un distanciamiento entre surcos de 35 – 40 cm.(yunta) y 40 a 60 cm. (maquinaria) (León, 2003).

d) Fertilización y abonamiento

La fórmula recomendada en términos generales equivaldrá a 174 kg de urea por hectárea (tres sacos y medio de 50 kg), 109 kg de superfosfato de calcio triple (dos sacos y 9 kilos) y nada de cloruro de potasio (Mujica *et al*, 2003).

Apaza y Delgado (2003), dan a conocer que la quinua responde económicamente al abonamiento nitrogenado y fósforo hasta un nivel aproximado a 60 kg/ha de nitrógeno y 40 kg/ha de P_2O_5 . Estos niveles han sido confirmados mediante pruebas experimentales de cultivos.

Previamente a la aplicación de los fertilizantes, se debe mezclarse adecuadamente estos, luego incorporar al suelo a chorro continuo en el fondo del surco y finalmente tapar con una pequeña capa de suelo para que el fertilizante no esté en contacto directo con la semilla. Debido a que el fertilizante nitrogenado es muy volátil y se descompone muy pronto, es necesario fraccionar la mitad a la siembra junto con todo el fosfórico y la otra después del primer deshierbo cuando las plantas alcancen la altura de 20-25 cm. (Mujica *et al*, 2003).

Para abonar se usara estiércol de ovino se recomienda de 3 a 5 tm/ha. Se debe utilizar estiércol descompuesto o fermentado para evitar el quemado de la semilla y la emergencia de las semillas de malezas que existe en el estiércol fresco (León, 2003).

e) Labores culturales

León (2003), da a conocer las siguientes labores:

1. Deshierbo

Se realiza para evitar la competencia entre cultivo y maleza, fundamentalmente por agua, luz, nutrientes y suelo (espacio); así mismo las malezas son más vivaces, soportan mejor las condiciones adversas y son hospederas de plagas, el número de deshierbos depende de la población de malezas que tenga el cultivo, recomendándose hacer el primer deshierbo cuando las plantas de quinua alcancen 20 cm de altura (a los 40 a 50 días de la siembra); el 2do.

Deshierbo se debe realizar cuando las plantas alcancen una altura de 30 a 35 cm. (León, 2003).

2. Depuración

Esta labor consiste en eliminar plantas de quinua que no reúnen características varietales del cultivo que comprende generalmente:

- a) plantas enfermas y débiles de la misma variedad.
- b) plantas de quinua cultivadas ajenas a la variedad y
- c) quinuas silvestres (Ayaras). (Mujica *et al*, 2003):

3. Raleo

El raleo es una operación complementaria a la depuración, consiste en la eliminación de plantas para ajustar el número de plantas adecuadas por área y por surco (densidad de población); afortunadamente, en poblaciones de quinua en sus estados fenológicos tempranos, la pigmentación en las hojas y tallo son los mejores indicadores para eliminar plantas fuera del tipo, aunque en algunos caracteres como en el tipo de inflorescencia tendrán que esperarse hasta la definición de la panoja y cosecha para otros caracteres. (Mujica *et al*, 2003).

4. Aporque

En las comunidades campesinas, esta labor no se practica porque aparentemente las variedades nativas que se cultiva no requieren de esta labor, debido a que estas variedades poseen buen sistema radicular y se

sostiene perfectamente durante todo el ciclo de cultivo, especialmente en la maduración. En cambio las variedades mejoradas de alto rendimiento potencial como la variedad Sajama es preferible efectuar el aporque antes del estado fenológico de panojamiento, muchas veces simultáneamente con el deshierbo, debido él que estas variedades poseen un sistema radicular deficiente o un desbalance con .la carga potencial de la parte aérea de la planta, en particular con la panoja que va adquiriendo mayor peso a medida que alcanza la madurez fisiológica; elevando de esta manera la caída de las plantas (tumbado) (Mujica *et al*, 2003).

5. Identificación de plagas y enfermedades

a) “kcona kcona” (*Eurysacca melanocampta* Pavolny)

El adulto es una pequeña mariposita de color amarillo pajizo a gris parduzco, durante el día cuando es perturbado realiza vuelos cortos y bruscos. Larvas de coloración variable: amarillo verdoso marrón claro oscuro, con manchas difusas marrón oscuro a Rosado ubicadas en la parte dorsal semejante a bandas lineales (Mujica *et al*, 2003).

Daños

Se expresa cada campaña agrícola en términos de pérdidas de rendimiento en grano, las larvas cuando son pequeñas minan, pegan hojas y brotes tiernos, las adultas destruyen inflorescencias, granos lechosos, pastosos y maduros. Los ataques son más intensos en periodos de sequía y con temperaturas

relativamente altas (veranillos), habiéndose registrado de 15 a 20 larvas en una planta (panoja), disminuyendo la calidad y cantidad del grano en un 50% (León, 2003).

Control

La reducción poblacional de kcona kcona larval, requiere la integración de varios métodos de control, basado en el manejo armónico de insectos plaga, fundamentado en el control cultural, control biológico natural y el uso selectivo de insecticidas (Mujica *et al*, 2003).

b) Panojero

El adulto es una mariposa mediana de color castaño grisáceo, de hábitos nocturnos. Las larvas son polífagas de coloración variable desde verde claro a azul oscuro, amarillo pálido a gris oscuro y de marrón a negro azulado, poseen gran capacidad de migración hacia los cultivos vecinos (Mujica *et al*, 2003).

Control

El control integrado como fundamento ecológico debe abarcar el control cultural, control etológico, control mecánico y el uso selectivo de insecticidas (como último recurso) (Mujica *et al*, 2003).

c) Aves plagas

Se le puede considerar como una plaga porque estas atacan a las plantas, en las últimas fases fenológicas, especialmente cuando el grano está en estado lechoso, pastoso o en plena madurez, fisiológica; estas aves ocasionan la caída del grano de la panoja, este ataque es más notorio en las variedades

dulces, el nivel de daño puede llegar entre 30 a 40% de la producción. Se recomienda el control mediante la colocación de espantapájaros, águilas disecadas, plásticos de colores.

Las aves silvestres solas, en pequeños grupos o en grandes bandadas también compiten con el hombre andino por alimento para sobrevivir, las más importantes son: palomas, “q’ello pesq’o”, “p’ichitanka”, “oq’e pesq’o”, “luli”, phurunkuto y urpi. De todas estas aves lo que más daño causa son las palomas porque estas rompen las panojas y tallos en la cual la panoja es embarrada con tierra. Estas, tiene gran capacidad de dispersión solitaria o gregaria (migración en grupo), en busca de alimento, pareja, refugio/ otras propias para perpetuar su especie. Estas aves empezaron a comer quinua, por sobrevivencia porque antes comían insectos pero estos insectos están desaparecieron por el uso excesivo de productos químicos. Estos productos químicos matan a todos los insectos, por tanto altera la cadena trófica (Mujica *et al*, 2003).

Daños

Las aves plaga ocasionan daños en los últimos periodos vegetativos de la planta (maduración del grano), se alimentan de granos de la misma panoja, provocan caída de granos y contaminan con sus excrementos los granos de la panoja, además, durante la siembra se comen los granos sembrados disminuyendo la densidad. Es difícil obtener una cifra precisa de las pérdidas que producen, se estima que en cosecha afecta la producción en un 30 a 40%. (Mujica *et al*, 2003).

Control

El principio ecológico para el control de aves debe ser específico sin embargo, este concepto debe abarcar técnicas de ahuyentamiento, técnicas preventivas y técnicas letales. (Mujica *et al*, 2003):

d) Mildiu

Es la enfermedad más importante y común, en cosecha ocasiona pérdidas que varía entre 20 y 25 %, la capacidad de desarrollo, la propagación y adaptación del hongo es admirable en los diferentes lugares donde se cultiva quinua, sin embargo, la infección es mayor en condiciones ambientales con alta humedad. Ataca principalmente hojas aunque también, se puede encontrar la enfermedad en los tallos, ramas e inflorescencias de variedades muy susceptibles (Mujica *et al*, 2003).

Control

Evitar el exceso de agua en el campo de cultivo (charco o estancos), por lo cual es necesario recurrir a métodos de control compatibles con la demanda para aumentar la productividad de quinua y al mismo tiempo conservar el medio ambiente y la salud (Mujica *et al*, 2003).

e) Lesiones en las hojas (mancha foliar)

Enfermedad transmitida a través de semillas e infecta hojas. Los síntomas son lesiones necróticas más o menos circulares, centro de color pajizo y bordes marrones, además, en el, centro de las lesiones se observan puntos negros;

cuando el ataque es intenso las manchas se unen entre sí abarcando áreas más grandes, dando como resultado fuertes defoliaciones (Mujica *et al*, 2003).

Control

Se, basa exclusivamente en el uso de semillas sanas, sin embargo, también, es muy importante practicar las recomendaciones expresadas para mildiu (Mujica *et al*, 2003).

6. Cosecha

Esta se realiza una vez que las plantas hayan alcanzado su madurez fisiológica y estas se reconocen cuando las hojas inferiores se forman amarillentas y caedizas dando un aspecto característico a toda la planta, así mismo el grano al ser presionado con las uñas presenta resistencia; la cosecha se recomienda realizar en los meses de abril a mayo, cuando no hay presencia de lluvias. Si la cosecha se realiza en días de alta humedad o precipitación, se corre el riesgo de presentarse fermentaciones o el enmohecimiento en las parvas, disminuyendo la calidad del grano (amarillento y con presencia de hongo). La cosecha tiene las siguientes fases: siega o corte, parvas o parvines, secado de panojas, golpeo o garroteo, zarandeo, limpieza, secado grano, selección del grano y almacenamiento (Mujica *et al*, 2003):

2.2.3.7. Propiedades nutricionales

La quinua, como fuente de proteína vegetal, ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo, conserva el calor y energía del cuerpo, es fácil de digerir y forma una dieta completa y balanceada. Además es el cereal de mayor y más

completa composición en aminoácidos que existen sobre el planeta. Contiene los 20 aminoácidos, incluyendo los 10 esenciales, especialmente la lisina, que es de vital importancia para el desarrollo de las células del cerebro, los procesos de aprendizaje, memorización y raciocinio, así como para el crecimiento físico. La quinua posee 40% más lisina que la leche (considerada todavía como el alimento ejemplar de la humanidad). De allí su calificativo de super cereal. No contiene colesterol ni gluten. Además, proporcionan minerales y vitaminas naturales, especialmente A, C, D, B1, B2, B6, ácido fólico (otra vitamina del grupo B), niacina, calcio, hierro y fósforo, en porcentajes altos y garantizados de la IDR (Ingestión Diaria Recomendada). Es reconocida como uno de los alimentos de origen vegetal más nutritivos y completos (Salcines, 2009). El contenido de proteína de la quinua varía entre 13.81 y 21.9% dependiendo de la variedad. Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO.

CUADRO 1
COMPOSICIÓN PROXIMAL DE CERALES Y GRANOS ANDINOS
(g/100 g materia seca).

Especie	Proteína	Grasa	Fibra cruda	Cenizas	Carbohidratos	Calcio	Magnesio
Trigo	10.5	2.6	2.5	1.8	78.6	-	-

Cebada	11.8	1.8	5.3	3.1	78.1	26	57
Avena	11.6	5.2	10.4	2.9	69.8	-	-
Centeno	13.4	1.8	2.6	2.1	80.1	-	-
Triticale	14.0	1.7	2.6	2	78.7	-	-
Arroz	9.1	2.2	10.2	7.2	71.2	39.6	119
Maíz	11.1	4.9	2.1	1.7	80.2	-	-
Sorgo	12.4	3.6	2.7	1.7	79.7	-	-
Quinua	14.4	6	4	2.9	72.6	85	204
Kañihua	18.8	7.6	6.1	4.1	63.4	157	210
Kiwicha	14.5	6.4	5	2.6	71.5	-	-

Fuente: Kent 1983; Repo-Carrasco 1992.

CUADRO 2

COMPOSICIÓN DEL VALOR DE LA QUINUA EN COMPARACIÓN CON ALIMENTOS BÁSICOS (%).

Componentes (%)	Quinua	Carne	Huevo	Queso	Leche vacuna	Leche humana
Proteínas	13.00	30.00	14.00	18.00	3.50	1.80
Grasas	6.10	50.00	3.20	-	3.50	3.50
Hidratos de carbono	71.00	-	-	-	-	-
Azúcar	-	-	-	-	4.70	7.50
Hierro	5.20	2.20	3.20	-	2.50	-
Calorías 100 g	350	431	200	24	60	80

Fuente: Informe agroalimentario, 2009 MDRT-BOLIVIA. FAO, 2011.

2.2.4. Colorantes

El colorante es una sustancia que se aplica a cualquier cuerpo para efectuar una modificación persistente del color original y que en varias formas de su aplicación, puede ser disuelto o dispersado en un fluido, difundiéndose de este modo dentro del cuerpo a colorear (Paredes, 2002).

Los colorantes vegetales, conocidos como pigmentos, éstos se encuentran distribuidos en todo el reino vegetal a excepción de los hongos. Los colorantes vegetales se hallan en la naturaleza asociados con ciertas sustancias que intensifican o modifican su color, éstas tienen el nombre de copigmentos y pueden ser flavonas, flavonoles, taninos, ácidos y otros compuestos que no han podido ser identificados (Paredes, 2002).

Los colorantes se dividen en dos grandes grupos colorantes naturales, que se les denomina “pigmentos” y están presentes en las células y tejidos animales y vegetales, y los sintéticos o artificiales que se les llama colorantes que tienen un número que los identifica.

Químicamente las betalainas, derivan del ácido betalámico y se dividen en dos grupos: betaxantinas de colores rojo a violeta, con un espectro de absorción máxima de 480 nm y betaxantinas de colores amarilla a naranja, con un espectro de absorción máxima de 540 nm (Jacobsen and Mujica, 2001; (Allegra *et al.*, 2005; Sáenz, 2006; Forni *et al.*, 1992; Delgado- Vargas *et al.*, 2000)

Las betalaínas son pigmentos naturales hidrosolubles que podrían ser utilizados potencialmente como colorantes (rojos y amarillos), que poseen además actividad antioxidante. Estos pigmentos son particularmente escasos en la naturaleza; se han encontrado en la betarraga (*Beta vulgaris* L. spp. *vulgaris*), semillas y hojas de amaranto (*Amaranthus* sp.) y en algunas cactáceas del género *Opuntia* y *Hylocereus*, como la tuna púrpura, las pitayas y pitahayas (Vergara, 2013).

Colorantes naturales como el de la quinua, tiene enorme importancia porque se usa actualmente para dar color a los alimentos en forma natural y con características propias de color de acuerdo a la variedad, fase fenológica de desarrollo y alimento, así como uso en el teñido de tejido principalmente fibra de alpaca, dando colores muy vistosos y sobre todo permanentes (Mujica *at el*, 2006).

La quinua tiene betalainas en forma natural en las diferentes partes de la planta, principalmente panoja, granos, hojas y tallos, siendo muy poco encontradas en las plantas puesto que se ha detectado solo en 10 familias de vegetales. Las variedades nativas de quinua, que muestran alto contenido de colorantes naturales son: Ayrampo, Antahuara, Cuchi wila, Huariponcho, Achachino, Witulla, Amarilla de marangani y otros, que requieren ser estudiadas a mayor detalle. Los alimentos que son coloreados en forma tradicional con los pigmentos naturales de betalainas de la quinua son: Ccusa (chicha), Pissara (graneado), Lawa (mazamorra), Kispiño (panecillo) y otros utilizados en las comidas diarias del poblador andino (Mujica *at el*, 2006).

Marca (2007), reporta que el proceso para la obtención de colorantes, es el siguiente: primero se escoge granos coloreados, los cuales se remojaron en agua bidestilada en función de; 30 g de grano de quinua, en 60 ml de agua a 50°C por 15 min., luego se filtra y envasa el colorante. Los parámetros de calidad a controlarse son:

- Estabilidad: donde se mide la estabilidad al calor (sometiendo a temperatura de ebullición y medir el tiempo en que el colorante se degrada), luz (someter a luz UV), a los ácidos y álcalis tomando como rangos de calificación de la estabilidad los siguientes: bueno, media y poca.
- pH: Mediante el uso de un potenciómetro.
- Colorimetría: Mediante el uso de las tablas de Munsell.

Además este autor, reporta los siguientes resultados obtenidos de investigaciones:

CUADRO 3
COLORANTES DE ALGUNAS VARIEDADES DE QUINUA.

Variedad	Código de tabla	Color	pH
Pasankalla	2.5Y 8/0	Blanco-transparente	5.0
Witulla	2.5Y 8/0	Blanco-transparente	6.0
Achachino	2.5Y 8/4	Amarillo pálido	5.0
Huariponcho	2.5Y 8/4	Amarillo pálido	5.0
G-205-95	2.5Y 7/6	Amarillo	6.0
Uyuca	2.5Y 7/6	Amarillo	5.6
Amarilla de Maranganí	2.5Y 8/6	Amarillo	5.0

Fuente: Marca (2007).

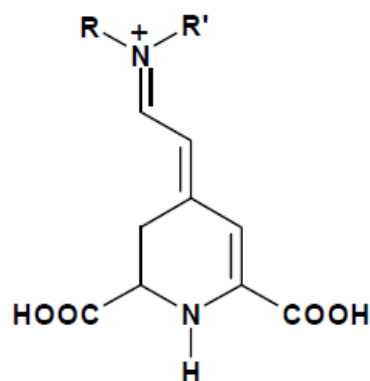
Para la obtención de los colorantes se recomienda que deben ser extraídos a partir de granos no maduros, hojas o tallos que presenten color intenso, porque en granos secos amarillos o cafés se pudo comprobar que no es significativo el color, por lo tanto no se puede definir su uso específico.

2.2.4.1. Betalaínas

Son un grupo de alrededor de 70 pigmentos hidrosolubles, se encuentran compartimentalizadas dentro de las células en las vacuolas con estructura de glucósidos. Se dividen en betacianinas (violáceas) y betaxantinas (amarillas). Pierden coloración bajo influencia de pH, luz, altas temperaturas, oxígeno y actividad de agua (Badui, 1993). La fórmula general de las betalaínas (Fig. 1)

FIGURA 1

ESTRUCTURA GENERAL DE LAS BETALAINAS



Fuente: Badui, 1993

Las plantas que contienen estos pigmentos se limitan a diez familias del orden *Centrospermae* las cuales son: *Chenopodiaceae*, *Amaranthaceae*, *Portulacaceae*, *Nyctaginaceae*, *Phytolacaceae*, *Stegnospermaeae*, *Arizoaceae*, *Bascallaceae*, *Mesembryanthemaceae*, *Cactaceae* y *Didieraceae* (Villegas et al., 1983).

2.2.4.2. Clasificación de los colorantes

Yoshiko (1996), da a conocer que los colorantes naturales se pueden agrupar en diferentes formas: por tipo de teñido, composición química, características físicas, etc.

a) Características físicas

Yoshiko (1996), manifiesta lo siguiente:

- A. Colorantes Directos: Son los grupos de colorantes de antocianina, carotenoide derivados de chalcona. Los colorantes son obtenidos de una solución acuosa y esta extracción se usa directamente para teñir o pintar en frío o en caliente. A veces se usa sustancias auxiliares como ácidos o sales. Como ejemplo tenemos la flor de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), cúrcuma (*Curcuma longa* L.), azafrán (*Crocus Sativus* L), cempoalxóchitl (*Tagetes erecta* L.), etc.
- B. Mordentados. Este tipo de colorantes no tienen por sí mismo el poder de entintar, solo con un tratamiento especial de sales metálicas solubles que reaccionan sobre la fibra. Esta técnica se aplica a la mayoría de las plantas que dan color como la gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis), cempoalxóchitl (*Tagetes erecta* L.), rubia (*Rubia tinctorum* L.), cochinilla (*Dactylopius coccus* C.), palo de Campeche (*Haematoxylon campechianum* L.) y de Brasil (*Haematoxylum brasiletto* K.), etc.
- C. Tipo de Reducción: Derivados del Indol, estas materias colorantes se encuentran en el interior de los cuerpos vegetales o animales, pero son insolubles, para darles solubilidad, se les aplica una sustancia reductora, obteniéndose una solución incolora que se aplica a la fibra y después, mediante una oxidación aparece el color, como ejemplo está el añil.

- D. Pigmentos: Polvos de materiales minerales, son insolubles que no tienen poder de entintar, por lo cual solo pueden utilizarse mezclándose con otro cuerpo, como el engrudo, cola, resina, caseína, clara de huevo, etc., con los que se forma una pasta para pintar.

b) Usos tradicionales

Yoshiko (1996), manifiesta lo siguiente:

- A. Untado directamente sobre la fibra: Se aprovecha directamente el color de la fibra.
- B. Exprimidos: El caracol púrpura (caracol de mar) da un color que aparece por oxidación con el aire.
- C. Aprovechamiento de colorantes naturales rojos de la cochinilla mediante la aplicación de mordentes y calor.
- D. Cocción de colorantes: Por extracto de cocción aparecen varios tonos con el uso de mordentes, como por ejemplo la flor de dalia.
- E. Separación del colorante: Las sustancias que permiten su separación pueden ser ácidas o cenizas como la flor de cártamo.
- F. Reducción y Oxidación como el añil flora.
- G. Mordentes naturales: Se sumerge la fibra previamente teñida con extractos de colorantes en agua de lago o pozo, que contenga alumbre, tequezquite o hierro, el color aparece con diferentes tonos según las sales minerales que lo fijan.

c) Características químicas

Yoshiko (1996), manifiesta lo siguiente:

A. Colorantes flavonoides. Son cuatros grupos principales:

Grupo	Color	Procedencia
Flavonol	Amarillo	Bidens
Flavonona	Crema Amarillo	Perejil
Chalcona	Rojo y amarillo	Cártamo
Antocianina	Rojo y Violeta	Tinantía

B. Colorantes carotenoides: Son dos grupos principales:

Grupo	Color	Procedencia
Caroteno	Anaranjado	Zanahoria
Xantofila	Amarillo	Achiote

C. Colorantes tipo quinona: Son dos grupos:

Grupo	Color	Procedencia
Antroquina	Rojo	Rubia Cochinilla
Naftoquinona	Violeta	Henna

D. Derivados de Indol: color azul proveniente del añil.

E. Derivados de Delfinidina: color azul proveniente de la hierba de pollo.

F. Derivados de Dihidropilano: color rojo y violeta proveniente del palo de Brasil.

G. Grupo Betalaína: color rojo proveniente del betabel.

H. Grupo Xantonas: color amarillo proveniente de algunos líquenes.

I. Grupo Tanino-Pirogalol y Catecol: color café proveniente del castaño.

J. Grupo Clorofila: color verde proveniente de las plantas verdes.

2.2.5. MATERIA ORGANICA

La materia orgánica de los suelos de cultivo representan un sistema complejo y heterogéneo, con una dinámica propia e integrado por numerosos componentes. Puede definirse como la totalidad de las sustancias orgánicas presentes en el suelo los que proceden de: restos de plantas y animales, en diferentes estados de transformación, exudados radicales, aportes orgánicos externos estiércol compost y productos xenobióticos, así como los organismos edáficos, biomasa del suelo y los productos resultantes de su senescencia y metabolismo (Labrador, 2001).

La calidad del suelo puede ser degradada por prácticas inapropiadas de manejo. El suelo es el medio para el sostén de los ecosistemas. Se puede medir su "salud" en base a indicadores físicos, químicos y biológicos (Pankhurst *et al*, 1998).

El cambio en el contenido de materia orgánica (M.O.) es probablemente el mejor indicador simple de un cambio a largo plazo de la calidad del suelo. Una clave para mejorar la calidad del suelo consiste en estabilizar o incrementar el contenido de la M.O. (Papendick *et al.*, 1995).

La materia orgánica en el suelo, como fuente original son los restos de plantas y animales, en diferentes estados de descomposición, así como la biomasa microbiana. A menudo se trata la materia orgánica edáfica como si fuera una única sustancia, pero en realidad existen muchos tipos de materia orgánica o humus que realizan diferentes funciones en el suelo (Salazar *et al*, 2003).

La materia orgánica, además de los nutrientes que aporta al suelo, mejora la estructura haciéndola más estable a las gotas de lluvia, provee ácidos orgánicos y fenoles, mejora la capacidad de intercambio catiónico y capacidad tampón, y muchas sustancias más como reguladores de crecimiento, antibióticos y otras sustancias que favorecen el crecimiento de la planta (FAO, 1995).

La materia orgánica del suelo hace que el suelo sea menos pegajoso y contribuye a su drenaje y aireación; por ello el mantenimiento es muy deseable. Las sustancias húmicas consisten en materia orgánica muerta polimerizada y bastante estable, que difiere mucho del material original. La tasa de renovación (degradación y nueva síntesis) del humus es lenta. Desgraciadamente las prácticas agrícolas tradicionales tienden a eliminar el humus de los suelos, lo que conlleva una disminución de su fertilidad y un aumento en la erosión. De acuerdo con sus características de solubilidad, las sustancias húmicas pueden subdividirse en ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, y humina. La diferencia entre ácidos fúlvicos y húmicos es que los fúlvicos tiene menor peso molecular, una mayor proporción oxígeno/carbono y una mayor proporción de grupos ácidos funcionales por peso, pero forman un espectro continuo y la línea divisoria es arbitraria (Atlas y Bartha, 2002).

La materia orgánica, desde el punto de vista químico, representa una mezcla de sustancias que pueden clasificarse en tres grupos: 1) carbohidratos, 2) proteínas, y 3) grasas, resinas y compuestos similares. Los residuos vegetales del suelo bajo condiciones favorables de temperatura y humedad comienzan a

desarrollar los procesos de descomposición y los microorganismos transforman paulatinamente las sustancias originales, para lo cual usan el carbono y el nitrógeno en su alimentación y descomponen las moléculas de carbohidratos y proteínas, dando origen a nuevos compuestos orgánicos y permitiendo la pérdida en el proceso de algunas sustancias como el CO₂ (Mamani, 2011).

Estos compuestos químicos se descomponen independientemente uno del otro. En el proceso de ataque por los microorganismos y animales muy pequeños, hay formaciones de CO₂ y H₂O. Una parte del carbono se usa en la síntesis de sustancias microbiales y la otra parte del carbono se oxida y se usa como fuente de energía. Los microorganismos muertos también se descomponen y se repite el principio que parte del carbono sería oxidado, y así el ciclo continuaría hasta la oxidación total del carbono del suelo (Mamani, 2011).

Se estima, que la composición de la materia orgánica en el medio suelo, estaría definida por: un 10 % de carbohidratos; un 10 % de compuestos nitrogenados –incluyendo proteínas, péptidos, aminoácidos, aminoazúcares, purinas, pirimidinas, y otros compuestos-; un 15 % de grasas, ceras, resinas, etc., y un 65 % de sustancias húmicas. Evidentemente estos porcentajes son variables y altamente dependientes de numerosos factores externos e internos (Schnitzer, 1990).

2.2.6. ORGANISMOS EDÁFICOS. LOS ACTORES DE LA TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

El suelo contiene unas comunidades microbianas de gran diversidad y, por definición soporta el crecimiento de las plantas; los microorganismos contribuyen en gran manera a la fertilidad del suelo, es decir, a su capacidad para sostener el crecimiento vegetal. A su vez, las plantas ejercen una notable influencia sobre las comunidades microbianas de los suelos. La cubierta vegetal del suelo es un factor importante para la determinación del tipo y la cantidad de microorganismos presentes (Atlas y Bartha, 2002).

Aunque la biomasa edáfica pueda representar una fracción relativamente pequeña total de la biomasa en los ecosistemas terrestres del 1 al 5% de la fracción orgánica del suelo, la actividad de la misma es de la máxima importancia para la biodegradación, la mineralización y la inmovilización de los constituyentes orgánicos. De hecho, la dinámica de la materia orgánica en el suelo es el resultado de la actividad de una cadena trófica de considerable complejidad, siendo las distintas secuencias que conducen a la formación del humus consecuencia, la mayoría de las veces, de un proceso fundamentalmente biológico en el que intervienen, directa o indirectamente, la mayor parte de los organismos que viven en el suelo (Labrador, 2001).

Hoy se acepta que la actividad y diversidad de la microbiota no sólo es un factor clave en la fertilidad del suelo, sino que también lo es en la estabilidad y funcionamiento de los ecosistemas naturales y agroecosistemas. De hecho, se puede afirmar que la diversidad microbiana es esencial para garantizar los ciclos de los nutrientes y los fenómenos de descomposición de material vegetal en cualquier ecosistema terrestre (Barea y Olivares, 1998).

La biomasa microbiana edáfica puede definirse como la parte viva de la materia orgánica del suelo, excluyendo las raíces de las plantas y los animales de tamaño superior al de las mayores amebas ($5 \times 10^3 \mu\text{m}^3$). Aunque no ésta muy clara la definición de la naturaleza y extensión del habitat microbiano, la relación más íntima microorganismo-suelo se observa en un espacio no limitado con exactitud, en el que se produce la mayor influencia microorganismo-microorganismo y planta-microorganismo, este espacio es la rizosfera, que fue utilizado por primera vez por Hiltner (1904) para referirse al limitado volumen de suelo que rodea a las raíces y que resulta afectado por el desarrollo de estas, lo que produce la estimulación y proliferación de los microorganismos del suelo (Labrador, 2001).

En este sentido, algunas de las acciones beneficiosas de los microorganismos en la rizosfera (Barea, 1998) serían:

- Estimulación de la germinación y del enraizamiento mediante la producción de fitoestimuladores, como hormonas, vitaminas y otros.
- Incremento en el suministro/disponibilidad de nutrientes mediante su participación en los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes.
- Mejora de la estructura del suelo por su contribución en la formación de agregados estables y en la formación de humus.
- Protección de la planta mediante fenómenos de antagonismo, actuando como biopesticidas, por eliminación de productos contaminantes o por incremento de la tolerancia a la salinidad, a la sequía, etc.

2.2.7. ABONO ORGÁNICO DE ORIGEN ANIMAL

Los abonos de origen animal constituyen el enfoque tradicional de las prácticas de fertilización orgánica, constituyendo una de las mejores formas para elevar la actividad biológica de los suelos. Muchas de las sustancias orgánicas más importantes en los abonos, como las vitaminas, enzimas y hormonas no pueden conseguirse fácilmente en otras formas de fertilizantes. Es posible que estos niveles de aceleración celular de reacciones específicas den a los abonos orgánicos de origen animal una buena reputación como fertilizantes. Los abonos de origen animal constituyen una fuente apropiada de fertilizante nitrogenado. Cerca de la mitad del N contenido en estos materiales orgánicos, está disponible para las plantas en el primer año de aplicación. Hay un factor residual durante el segundo año, que significa que los porcentajes de aplicación pueden ser menores en los años siguientes. Con planes de rotación, es posible aplicar abono animal, solamente cada año o aun cada tres años, tomando en cuenta las necesidades del suelo y del cultivo (Sánchez, 2003).

2.2.7.1. Manejo del suelo y la materia orgánica.

El manejo de la materia orgánica sobre los suelos es de vital importancia en los métodos de producción orgánica y química. El contenido varía mucho dependiendo de las condiciones climáticas, prácticas de cultivo, rotación de las cosechas y la adición de abonos frescos (desechos animales, residuos de las cosechas y otros materiales orgánicos). Cuando se añade fertilizante al suelo sin la adición de componentes carbonados orgánicos, frecuentemente la tierra se deteriora (Suquilanda, 1996).

Los niveles deseables de materia orgánica en los suelos varían desde 2 % en zonas áridas, al 5% en valles fértiles. Sobre esta cantidad, se estima que, para mantener o elevar el contenido de materia orgánica en suelos cultivados intensamente, se debe esparcir 25 toneladas de abono por acre (61t/ha), lo cual tomaría aproximadamente 20 años para la formación de la materia orgánica en el suelo en 1%. La manera más idónea para elevar el porcentaje de la materia orgánica en suelos y estabilizar su contenido de humus es mediante la aplicación de abonos de origen orgánico (Suquilanda, 1996).

Los suelos necesitan estar relativamente calientes, bien drenados, humificados adecuadamente, y tener un rango de pH neutral para promover altos niveles de actividad biológica. Bajo estas condiciones óptimas, los beneficios de los niveles de materia orgánica serán más notorios (Suquilanda, 1996).

2.2.7.2. Características de la materia orgánica en los abonos orgánicos.

La materia orgánica tiene funciones muy importantes en el suelo y, en general, en el desarrollo de una agricultura acorde con las necesidades de conservar el medio ambiente y a la vez, más productiva. Para ello es necesario partir del conocimiento de los procesos que tienen lugar en el suelo (ciclos de nutrientes) y de la actividad biológica del mismo, con el fin de establecer un control de la nutrición, del riego y del lavado de elementos potencialmente importantes en el desarrollo de la vegetación (Huachi, 2008).

Características físicas

La materia orgánica disminuye la densidad aparente del suelo (por tener menor densidad que la materia mineral), contribuye a la estabilidad de los agregados, mejora la tasa de infiltración y la capacidad de retención de agua. El aporte de materia orgánica mejora estas características, que ayudan a la conservación del suelo en el tiempo (Huachi, 2008).

La materia orgánica viva de origen vegetal se caracteriza por una estructura celular abierta. Las partículas de cortezas o corcho o las fibras vegetales tienen células en su interior que contribuyen a aumentar la porosidad del suelo (porcentaje de poros), es decir, aumenta el número de poros que son capaces de retener agua o aire sin aumentar el volumen total de suelo. Los espacios vacíos que se forman en la interfase entre las partículas orgánicas y minerales pueden contribuir al aumento de la conductividad hidráulica del suelo. Debido al efecto físico del tamaño de las partículas, la materia orgánica aumenta la capacidad de retención de agua de suelos arenosos y aumenta la capacidad de aireación de suelos arcillosos. Tolera mejor los efectos mecánicos del paso de maquinaria por tener una mayor elasticidad que la materia mineral. Al cohesionar los suelos arenosos contribuyen a reducir las pérdidas de suelo por erosión superficial (Huachi, 2008).

La materia orgánica tiene también efectos importantes sobre la temperatura del suelo. Posee una conductividad térmica más baja que la materia mineral, mientras que las diferencias en la capacidad calorífica son bajas porque dependen del contenido de humedad. Al tener una conductividad térmica baja, la materia orgánica mantiene las temperaturas constantes en el tiempo,

reduciéndose las oscilaciones térmicas. Al tener un color más oscuro que el suelo mineral disminuye la radiación reflejada, calentándose más (Huachi, 2008).

Características químicas

La materia orgánica tiene un papel importante en la mejora de la disponibilidad de micronutrientes (principalmente hierro, manganeso, zinc y cobre) para las plantas así como en la reducción de los efectos tóxicos de los cationes libres. Muchos metales que precipitarían en suelos en condiciones normales, se encuentran mantenidos en la solución del suelo en forma quelatada. Es probable que estos micronutrientes sean transportados hacia las raíces de las plantas en forma de quelatos complejos solubles (Huachi, 2008).

La materia orgánica mejora la nutrición en fósforo, a través de favorecer el desarrollo de microorganismos que actúan sobre los fosfatos. Además, la formación de complejos arcillo-húmicos o la quelatación contribuyen a solubilizar los fosfatos inorgánicos insolubles. Parece que las sustancias húmicas aumentan la liberación de potasio fijado a las arcillas (Huachi, 2008).

La mayor parte del nitrógeno almacenado en el suelo se encuentra en forma orgánica, por lo tanto, la disponibilidad de materia orgánica influye directamente en la disponibilidad de nitrógeno. La materia orgánica contiene un número elevado de grupos funcionales (carboxílicos, hidroxílicos, aminoácidos, amidas, cetonas y aldehídos) (Huachi, 2008).

Entre ellos, son los grupos carboxílicos los que contribuyen en mayor grado a la adsorción de moléculas de agua en forma de puentes de hidrógeno o enlaces coordinados. Los grupos funcionales de la materia orgánica proporcionan capacidad de intercambio catiónico, contribuyendo por tanto a aumentarla en suelos con bajo contenido en arcilla. También proporcionan una mayor capacidad tampón, lo que afectará a la cantidad de enmienda a utilizar si se desea subir el pH (mayor cantidad de enmienda a mayor capacidad tampón). La materia orgánica suele acidificar el medio, favoreciendo así indirectamente la absorción de nutrientes por las plantas (Huachi, 2008).

Características biológicas

La materia orgánica sirve de fuente de energía para los microorganismos del suelo. Favorece la presencia de lombrices que contribuyen a estructurar el suelo. Favorece la presencia de lombrices que contribuyen a estructurar el suelo. Algunos materiales orgánicos presentan actividad supresora frente a hongos y se utilizan para combatir hongos patógenos. La supresión puede ser biótica o abiótica y puede deberse a diversos factores, entre ellos, factores físicos relacionados con la disponibilidad de oxígeno y el drenaje, un pH inadecuado al desarrollo de los microorganismos patógenos, presencia o ausencia de elementos como el nitrógeno (Huachi, 2008).

La materia orgánica puede proporcionar actividad enzimática. Algunos productos derivados de la descomposición de la materia orgánica, como los derivados fenólicos, afectan al balance hormonal inhibiendo o favoreciendo la actividad de las hormonas vegetales. Algunos materiales como las cortezas, contienen sustancias que inhiben el crecimiento y que se eliminan generalmente mediante el compostaje. Existen también algunas hormonas

ligadas a la materia orgánica, como las auxinas, o el etileno que se libera en condiciones reductoras (por ejemplo, por exceso de agua). La materia orgánica puede adsorber reguladores de crecimiento que se pueden añadir de forma externa. También tiene un papel importante en la absorción de pesticidas aplicados al suelo (Huachi, 2008).

2.2.7.3. Estiércoles

Labrador (2004), menciona estiércol es una mezcla de las camas de los animales con sus deyecciones, que ha sufrido fermentaciones más o menos avanzadas primero en el establo y luego en el estercolero.

Labrador (2004), indica que se trata de un abono compuesto de naturaleza órgano-mineral, con un bajo contenido en elementos minerales. Su nitrógeno se encuentra casi exclusivamente en forma orgánica y el fósforo y el potasio al 50 por 100 en forma orgánica y mineral, pero su composición varía entre límites muy amplios, dependiendo de la especie animal, la naturaleza de la cama, la alimentación recibida, la elaboración y manejo del montón, etc. como término medio, un estiércol con un 20 - 25 % de materia seca contiene 4 kg/t de nitrógeno, 2,5 kg/t. de anhídrido fosfórico y 5,5 kg/t de óxido de potasio. En lo que se refiere a otros elementos, contiene por tonelada métrica 0,5 kg de azufre, 2 kg de magnesio, 5 kg de calcio, 30 - 50 g de manganeso, 4 g de boro y 2 g de cobre. El estiércol de caballo es más rico que el de oveja, el de cerdo y el de vaca. El de aves de corral o gallinaza es, con mucho, el más concentrado y rico en elementos nutritivos, principalmente nitrógeno y fósforo.

Cacciamani (2004), revela que los estiércoles que producen un mayor enriquecimiento en humus son aquellos que provienen de granjas en las que se esparce paja u otros materiales ricos en carbono como cama para el ganado, y se espolvorean sobre ellos rocas naturales trituradas (fosfatos, rocas silíceas, etc.) y tierra arcillosa para una mejora de la calidad. Un animal en estabulación permanente produce anualmente alrededor de 20 veces su peso en estiércol. El procedente de granjas intensivas se reconoce fácilmente por su desagradable olor a putrefacción, que da lugar a la formación de sustancias tóxicas para el suelo debido a su alto contenido en nitrógeno proteico y a sus elevadas tasas de antibióticos y otros fármacos. Por tanto estos materiales se utilizarán con mucha precaución, compostándolos previamente en mezcla con otros estiércoles o materias orgánicas equilibradas y siendo prudentes en su uso.

Labrador (2004), sugiere que el estiércol hay que esparcirlo pronto sobre el suelo, a ser posible en otoño o invierno, antes de las heladas, de manera que su descomposición esté muy avanzada en primavera, cuando se efectúan las siembras o trasplantes. Además es preferible enterrarlo tan pronto como se extienda, para evitar las pérdidas de nitrógeno, que pueden ser importantes, pero nunca hacerlo profundamente. Si no fuera posible enterrarlo rápidamente, es mejor dejarlo en montones de no mucha altura, sin compactarlos y directamente sobre el suelo de labor; de esta forma se favorece el comienzo de la fermentación aerobia. Esta práctica se denomina compostaje y también se utiliza para madurar el estiércol. Mediante esta técnica, se favorece la formación de un material prehumificado, fácilmente mineralizable y con una

importante carga bacteriana beneficiosa. Este proceso de maduración dura de tres a seis meses.

Eyhorn, Heeb, y Weidmann (2005), indican que en muchos lugares el estiércol es desecado y quemado para cocinar y no es reconocido como fuente de nutrientes y materia orgánica; por ende grandes cantidades de materia orgánica y nutrientes se pierden en los sistemas agrícolas. Las características de los estiércoles son:

- Contiene cantidades grandes de nutrientes.
- Sólo parte del nitrógeno en el abono está directamente disponible para las plantas, mientras que el resto es liberado en la medida que el estiércol se descompone. El nitrógeno en la orina de los animales está disponible en corto tiempo.
- Cuando el estiércol y la orina son mezclados, forman una fuente balanceada de nutrientes para las plantas.
- La disponibilidad de fósforo y potasio del estiércol es similar a la proveniente de los fertilizantes químicos.
- Los abonos orgánicos contribuyen a incrementar la cantidad de materia orgánica en los terrenos y así mejorar mucho la fertilidad.

Buckman y Brady (1977), mencionan que el abono más importante es el estiércol, ya que no solo proporciona materia orgánica al suelo, sino también alimentos nutritivos. La materia orgánica a su vez mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo elevando consecuentemente los rendimientos de la cosecha. Así mismo, hace hincapié sobre la cualidad del estiércol bien descompuesto, siendo este material más deseable que el

estiércol fresco para los cultivos, la razón de esta consideración es de que la liberación de nutrientes asimilables para las plantas es rápida.

Suca (2001), señala que el estiércol puede usarse en dos formas: como estiércol fresco y como estiércol descompuesto o fermentado. Estiércol fresco: este no ha sufrido proceso de fermentación. Sus ventajas son: menor pérdida de nutrientes por percolación; solubiliza muchos compuestos insolubles del suelo; incrementa la flora microbiana del suelo y mejora la textura de los suelos arcillosos.

Sus desventajas son: Puede quemar a las plantitas tiernas, provenientes del trasplante o de sembrío directo; la planta puede sufrir una deficiencia temporal de nitrógeno, debido a que este elemento es aprovechado en forma masiva por los microorganismos del suelo; interfiere en el movimiento del agua del suelo por tener materia gruesa como pajas y otros, y Es un vehículo de malezas. Estiércol descompuesto: es el que ha estado varios meses en el corral de animales o un estercolero, donde ha sufrido el proceso de fermentación y que desde luego ya no va a fermentar. Este abono debe aplicarse de preferencia. Sus ventajas son: Es más uniforme y más fácil de manipular por no contar con materiales groseros; no causa quemaduras a las plantas tiernas; no es vehículo de malas hierbas y no causa pérdidas de nitrógeno puesto que no hay gran actividad microbiana (Suca, 2001).

CUADRO 4

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ESTIÉRCOL

Estiércoles	Composición Química (%)		
	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)
Vaca	1.67	1.08	0.56
Caballo	2.31	1.15	1.30
Oveja	3.81	1.63	1.25
Llama	3.93	1.32	1.34
Alpaca	3.60	1.12	1.29
Gallinaza	3.00	1.82	1.27
Guano de islas Enriquecido	12.00	11.00	2.00
Guano de islas normal	9.00	11.00	2.00

Fuente: Valverde (1994), citado por Pacco, (2004).

CUADRO 5

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ESTIÉRCOLES DE LA PROVINCIA DEL COLLAO-PUNO

Especie	CE Sat.	pH Sat.	MO %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %
Ovino (estiércol seco)	19.60	7.60	42.86	1.56	1.20	1.28	1.42	0.63
Vacuno	5.43	8.30	37.97	1.50	1.05	1.41	1.64	0.92
Vacuno (cenizas)	9.23	8.80	2.35	0.10	1.86	2.20	4.61	1.63

Fuente: Laboratorio de Suelo de la UNA La Molina.

2.2.8. Microorganismos Eficaces

2.2.8.1. La tecnología

El Doctor. James F. Parr, Microbiólogo de Suelos, Servicio de Investigación de Agricultura, Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos., comenzó en su carta con fecha Junio el 27 de 1995 así: El servicio de Investigación de Agricultura del USDA ha conducido pruebas en laboratorio, invernadero y

campo con el EM (microorganismos efectivos) de Kyusei y ha encontrado que es un cultivo mixto de bacterias comunes, bacterias fotosintéticas, levaduras y actinomicetos. Estos microorganismos no son “modificados” o el tipo exótico, y no se conocen efectos dañinos para las plantas o los seres humanos (Miyashiro y Meggs, 2007).

Las variedades de EM (microorganismos efectivos) se denotan con “A” (allowed=permitido) en la lista de Marcas del Manual de Certificación de 1995 publicado por los Granjeros Orgánicos Certificados de California. Por lo tanto, se permite a los granjeros orgánicos en California utilizar el EM (microorganismos efectivos). Los inoculadores microbianos están generalmente en la lista permitida de materiales que certifican las autoridades. En Nueva Zelanda el EM tiene Certificación Bio-Gro como producto aprobado (Ramírez, 2006).

La tecnología fue introducida al mundo en una Conferencia Internacional llevada a cabo en Tailandia en 1989, donde un programa de investigación para probar su eficacia fue emprendido por 13 países de la región de Asia del Pacífico. Después de eso, este programa abarcó muchos foros internacionales, incluyendo La Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM) (Ramírez, 2006).

El EM ha sido ampliamente utilizado, tanto en animales como en seres humanos, siendo aprobado en varios e importantes países, entre ellos los EE.UU, cuyo Departamento de Agricultura incluyó a todos los microorganismos

presentes en el EM, dentro de la categoría de G.R.A.S. (Generally recognized as safe). La United States Food and Drug Administration incluyó dichos microorganismos dentro de la categoría de "food grade" (aptos para usos alimentarios). Hasta la fecha, los productos del EM (microorganismos efectivos) están registrados con los Departamentos de Alimentos y Agricultura para la distribución en California, Arizona, Texas, Nuevo México, Washington, Carolina del Norte, Indiana, Illinois e Iowa (Ramírez, 2006).

Los productos que contienen el EM (microorganismos efectivos) no plantean ningún peligro al medio ambiente, ni a los seres humanos y a la vida salvaje que son una parte de él. Estos microbios beneficiosos analizan y consumen las sustancias que causan la putrefacción, malos olores y enfermedades, eliminando la mayoría de microbios patógenos por medio de la exclusión competitiva (Ramírez, 2006).

2.2.8.2. Filosofía

El EM es una abreviatura para "microorganismos eficaces". El Dr. Teruo Higa, profesor de horticultura en la Escuela de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Japón, es bien conocido por el descubrimiento y desarrollo del EM. El Dr. Higa indica: "Que el EM debe ayudar a crear una sociedad que permita que todos vivamos y dejemos vivir." Convencido que la competencia no debe obstruir el uso más amplio de la tecnología, la cual contribuye a la calidad de vida, él ha puesto el EM a disposición del público y ha trabajado para promover su uso (Correa, 2011).

Nuestro estilo de vida, basado en el principio de la competencia debe ser cambiado ahora; la religión, el pensamiento y la ciencia así como la estructura social necesitan cambiar de modo que puedan contribuir a establecer el sistema de la coexistencia y la co-prosperidad. Para ese propósito, los problemas graves de alimentación, medio ambiente, asistencia médica, y energía deben ser tratados reconociendo que todos son temas humanos comunes que necesitan solución, y para eso cuenta con que la tecnología del EM se convierta en uno de los medios de gran alcance para solucionar estos problemas (Correa, 2011).

En resumen, se podría decir que Higa cree que la forma de pensar que hasta ahora se basaba en las leyes físicas en las que la tierra está expuesta a una entropía creciente, por lo que hay un desorden creciente que se dirige hacia una decadencia prematura causada por los hombres, es anticuada. Siguiendo tal convicción, ahora hay un movimiento contrario hacia la destrucción de la entropía gracias a la tecnología EM y a sus posibilidades casi infinitas que él llama sintropía revitalizante (Mau, 2006).

2.2.8.3. Concepto de los microorganismos eficaces

EM es la abreviación de Microorganismos Efectivos. La tecnología EM consiste en un cultivo microbiano mixto de especies seleccionadas de microorganismos naturales benévolo o bueno, que coexisten en un medio líquido con un pH 3.5. Los microbios en el EM, no son dañosos, patógenos, genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados; ni tampoco es una medicina. Los grupos básicos que conforman estos microorganismos EM son de tres géneros

principalmente: Bacteria ácido láctica (comúnmente encontrada en yogurt, quesos), las Levaduras (se encuentran en el pan y cerveza), bacterias fototrópicas (proporcionan oxígeno); estos microorganismos eficaces secretan sustancias benéficas tales como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y antioxidantes que al entrar en contacto con la materia orgánica, su efecto benéfico individual se multiplica en forma sinérgica (Ramírez, 2006).

El concepto de Microorganismos Eficientes (EM) fue desarrollado por el maestro Teruo Higa de la Universidad de Ryukyus, en Okinawa-Japón. EM se compone de culturas mixtas de microorganismos benéficos que existen en la naturaleza. Se aplican como inoculantes para incrementar la diversidad microbiana en plantas y suelos. Las investigaciones realizadas han demostrado que la inoculación con los microorganismos contenidos en el EM al ecosistema constituido por el suelo y las plantas puede mejorar la calidad y la salud de los suelos, el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos. Los EM contienen especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas, levaduras y en menor número bacterias fotosintéticas, actinomicetes y otros tipos de organismos. Todos ellos mutuamente compatibles unos con otros y coexistiendo en una cultura líquida (Mau, 2006)

EM no es un sustituto de otras prácticas, es en cambio una dimensión agregada para optimizar nuestras mejores prácticas de manejo de descontaminación, el uso de enmiendas orgánicas, el reciclado de desechos de los cultivos, y el bio-control de plagas, son microorganismos benéficos que

vienen siendo utilizados efectivamente como inoculantes microbianos. EM puede aumentar significativamente los efectos favorecedores de éstas prácticas (Mau, 2006)

2.2.8.4. Grupos importantes de microorganismos

El cultivo consiste sobre todo de bacterias lácticas, bacterias fotosintéticas y levaduras, y contiene más de 80 diferentes microorganismos en total” (Higa, 1993).

Las primeras soluciones contenían más de 80 especies a partir de 10 géneros aislados en Okinawa y otros ambientes en Japón. Con el tiempo, la tecnología fue refinada para incluir solamente las cuatro especies importantes citadas anteriormente, a saber, las bacterias del ácido láctico, las bacterias fotosintéticas, los actinomicetos y levadura. Estas se aíslan de sus respectivos ambientes donde el EM se utiliza extensivamente y se combinan en un medio a base de azúcar. El azúcar usada comúnmente es melaza o azúcar cruda, y la solución se mantiene a un pH bajo que se extiende entre 3.0 - 4.0 (Higa, 1993).

El EM se hace inactivo por el oxígeno, así que prospera en la contaminación y muere en condiciones limpias. Es auto reductor lo cual significa que (especialmente en purificación de aguas) los microbios mismos, son consumidos en el proceso por las enzimas naturalmente presentes dentro de ellos, por lo tanto no hay acumulación del lodo microbiano. No existe contaminación secundaria asociada a usar el EM (Higa, 1993).

a) Bacterias fotosintéticas (*Rhodopseudomonas plastrus*, *Rhodobacter spaeroides*): Son microorganismos independientes y que se conservan por

si solos. Crean sustancias provechosas de la secreciones de la raíces, de material orgánico o de gases dañinos (sulfato de hidrógeno), aprovechando la luz del sol y el calor del suelo como fuente de energía. Las sustancias que crean contienen aminoácidos, ácido nucleído y sustancias bioactivas. Ellos sintetizan la glucosa que beneficia el crecimiento de las plantas, pero que también fortalece la eficacia de los Actinomyces. Las bacterias de fotosíntesis sostienen la actividad de otros microorganismos, pero al mismo tiempo utilizan las sustancias producidas por otros microorganismos (Mau, 2006).

- b) Bacterias de ácido láctico (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus) lactics*:** los cuales, producen el ácido láctico del azúcar y de otros hidratos de carbono que producen las bacterias fotosintéticas y la levadura. Ya hace mucho tiempo que alimentos y bebidas como el yogurt y la verdura en conserva se elaboran con bacterias de ácido láctico. El ácido láctico obra como un fuerte esterilizador: oprime los microorganismos dañinos y fomenta una rápida descomposición del material orgánico (Mau, 2006).
- c) Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*);** sintetizan las sustancias útiles de los aminoácidos y del azúcar que son segregados por la bacterias fotosintéticas, además de producir hormonas y enzimas que activan la división de células. Sus secreciones son sustratos útiles para los microorganismos activos como las bacterias de ácido láctico y los actinomicetos (Mau, 2006).

- d) Actinomyces** (*Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*); Su estructura está entre las de las bacterias y la de los hongos; producen sustancias de aminoácidos que segregan las bacterias fotosintéticas y el material orgánico. Estas sustancias reprimen los hongos y las bacterias dañinas y aceleran los enlaces de nitrógeno de las azotobacterias (Bacterias de nitrógeno). Se encuentran en los nudillos de las raíces de las plantas que recogen nitrógeno (leguminosas) como el trébol y los guisantes (Mau, 2006).
- e) Hongos** (*Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*); los cuales, favorecen la fermentación, descomponen rápidamente el material orgánico, con lo cual se obtiene alcohol, éter y sustancias contra varios microbios nocivos. Eliminan los olores e impiden la aparición de insectos y bichos dañinos (Mau, 2006).

2.2.8.5. Uso de los microorganismos eficaces

a) Aplicaciones y uso del EM en la agricultura

Con EM, los suelos digieren la masa orgánica con rapidez y eficacia. Por eso resulta una vez más atractivo abonar con una masa de residuos orgánicos. Los microbios transforman en poco tiempo los desechos orgánicos en humus de alta calidad, que pone el nitrógeno a disposición de la planta siempre que esta lo requiera. Además, los microorganismos captan nitrógeno del aire. Los suelos están en condiciones de almacenar mejor el agua, dejan crecer plantas

robustas, posibilitan una concentración de sustancias secas en las plantas y, por lo tanto, más contenido de tasación y hacen que las plantas se conserven mejor y sean más tratables (Mau, 2006).

En agricultura el EM produce los siguientes efectos:

- Activación de germinación, floración, fructificación y maduración, así como crecimiento radicular.
- Mejora del suelo (físicoquímicamente y biológicamente).
- Inhibición de otras bacterias y organismos nocivos.

Cervantes (2007), indica que el EM, como inoculante microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible. También indica que, entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar una nueva dimensión para una agricultura y un medio ambiente sustentable. Muchos microbiólogos creen que el número total de microorganismos del suelo puede aumentarse aplicando enmiendas orgánicas a nivel foliar y con aplicaciones directas al suelo.

En semilleros: Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico. Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas (Mau, 2006).

En las plantas: Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades. Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación y desarrollo de organismos patógenos. Incrementa el crecimiento, productividad y calidad de los cultivos. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar (Mau, 2006).

En los suelos: los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas. Supresión de fitopatogenos. Así pues entre sus efectos se pueden mencionar (Mau, 2006)

Efectos en las condiciones físicas del suelo: Acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua (Mau, 2006).

Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical (Mau, 2006).

Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen (Mau, 2006).

b) Diluciones para uso de los microorganismos eficientes

La técnica de activación del EM descrita a continuación permite tener una mayor cantidad de microorganismos benéficos y minimizar el costo del insumo.

Materiales necesarios para la activación 1 litro de EM-1 a Ema son:

<u>Materiales</u>	<u>Porcentaje</u>	<u>Nota</u>
EM original	50 ml	A más % de EM más éxito.
Melaza	50 ml	Medio como alimento para el EM
Agua	900 ml	Siempre agua pura sin cloro.

c) Método de preparación

Hay dos factores que tienen un papel importante en la preparación de EMa: la temperatura adecuada y la exclusión de oxígeno. A decir verdad, los microorganismos ya zona activos a partir de los 6 °C, es decir, se multiplican, pero muy lentamente. La temperatura ideal para que se multiplique el EM está entre los 25 °C y los 37°C, debería evitarse grandes oscilaciones de temperatura (Mau, 2006).

Según Higa (1993) menciona que consiste en mezclar 50 ml de EM-1, 50 ml de melaza en 900 ml de agua de lluvia, dejándose fermentar por 7 días a una temperatura entre los 27 a 30 °C en un recipiente cerrado en estufa. A partir del tercer día se deja escapar el aire del recipiente cerrado, una vez por día con el propósito de evitar el inflado del recipiente como consecuencia del fermentado por parte de los microorganismos encargados de la descomposición de la materia orgánica; quedando listo el EM-1 en el momento que ya no se

apreciaba presión del aire en el recipiente, denominándose al producto final EMa (EM activado).

d) Almacenamiento de la solución activada (EMa)

Se debe almacenar en ambiente fresco, oscuro, y en recipiente bien cerrado, para mantener la condición anaeróbica. Evitar la exposición al sol, al polvo y al aire. Y No utilizarlo si el pH está por encima de 4.0 y tiene malos olores, ya que presenta contaminación.

CUADRO 6

DILUCIONES A LA HORA DE APLICAR EL EMA (EM ACTIVADO)

	EM diluido							
	1:10	1:20	1:50	1:100	1:1000	1:2000	1:5000	1:10000
1 litro	100 ml	50 ml	20 ml	10 ml	1ml	0.5 ml	0,2 ml	0,1 ml
2 litros	200 ml	100 ml	40 ml	20 ml	2 ml	1 ml	0.4 ml	0.2 ml
3 Litros	300 ml	150 ml	60 ml	30 ml	3 ml	1.5 ml	0.6 ml	0.3 ml
4 Litros	400 ml	200 ml	80 ml	40 ml	4 ml	2 ml	0.8 ml	0.4 ml
5 Litros	500 ml	250 ml	100 ml	50 ml	5 ml	2.5 ml	0.6 ml	0.4 ml
10 Litros	1 Litro	500 ml	250 ml	100 ml	10 ml	5 ml	2 ml	1 ml
100 Litros	10 Litros	5 Litros	2 Litros	1 Litro	100 ml	50 ml	20 ml	10 ml

150 Litros	15 Litros	7.5 Litros	3 Litros	1.5 Litros	150 ml	75 ml	30 ml	15 ml
200 Litros	20 Litros	10 Litros	4 Litros	2 Litros	200 ml	100 ml	40 ml	20 ml

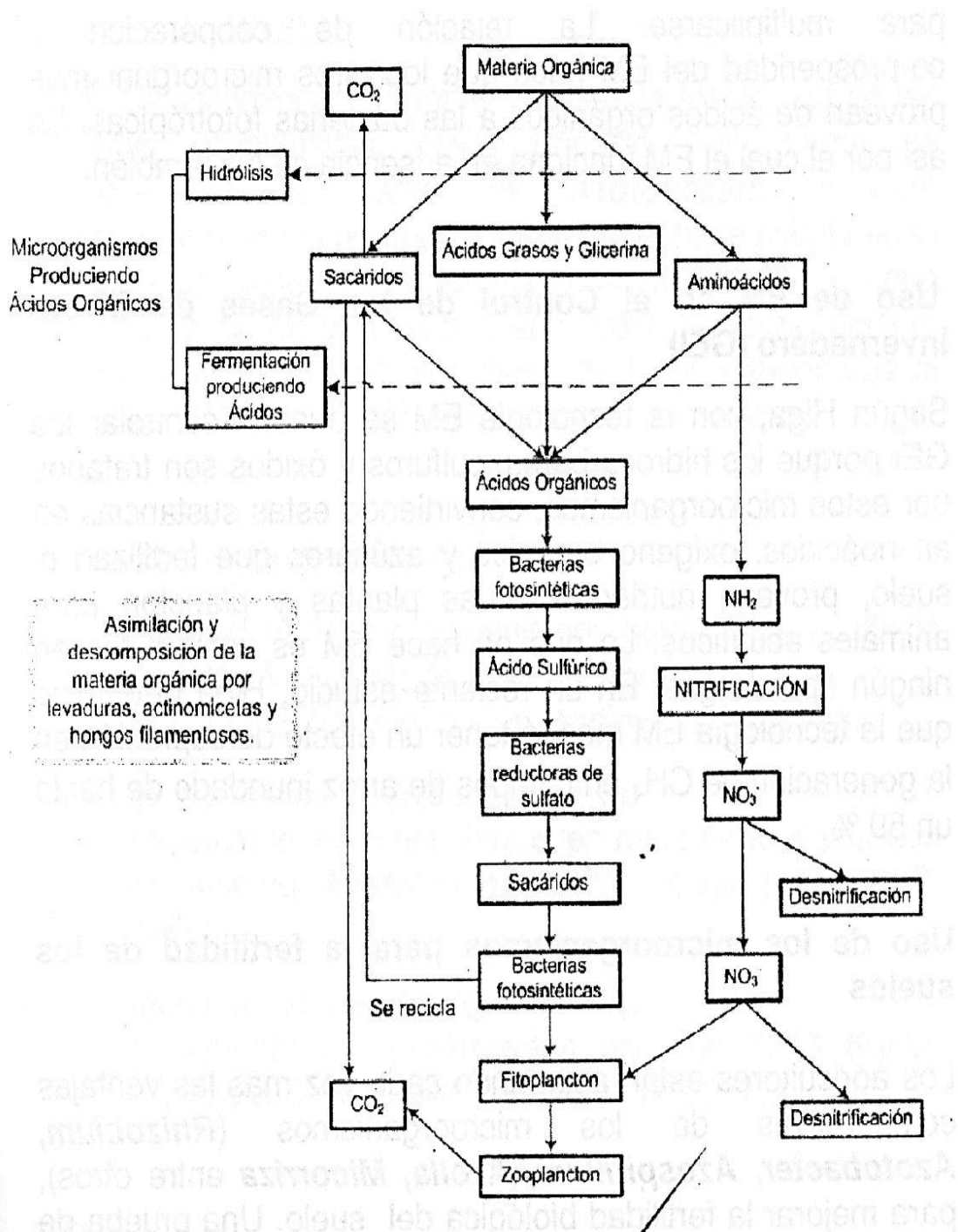
Fuente: FUNDASES (2007).

2.2.9. Proceso químico de fermentación del EM

En el proceso de fermentación las bacterias ácido lácticas generan ácidos orgánicos como resultado de su metabolismo, utilizando como sustrato los derivados de la materia orgánica producida en la hidrolisis. Luego las bacterias fototróficas se encargan de producir ácido sulfúrico para ser aprovechadas por las bacterias reductoras de sulfatos produciendo sacáridos. Estos sacáridos vuelven a ser reprocesados junto con los demás derivados de la materia orgánica para repetir el ciclo.

FIGURA 2

PROCESO EN EL CUAL SE FERMENTA LA MATERIA ORGÁNICA CON EL
USO DEL EM



Fuente: Miyashiro, G. y Meggs, S. 2007.

2.2.10. Costos de producción del cultivo de quinua

El sector agropecuario de la Región de Puno y del Perú, en tiempos actuales necesita conocer en forma prioritaria los costos de producción, que permita

analizar las decisiones fundamentales que tiene que hacer una empresa familiar, comunal o industrial, bajo condiciones de competencia, para lograr el objetivo de producir con la máxima eficacia económica posible, para lograr el nivel de producción de máxima eficacia económica y máxima ganancia (Flores y Chura, 2005). Por lo antes mencionado es necesario conocer los siguientes conceptos:

Costo total (CT); es la suma de los costos fijos y de los costos variables de producción, para un determinado nivel de producto. El costo de los recursos productivos que utiliza, incluye el costo de: la tierra, el capital y del trabajo, así como de las habilidades empresariales; y se divide en fijo y variable (Franco, 1998).

$$CT=CD+CI$$

Dónde:

CT= costo total, CD = costos directos y CI= costos indirecto

Ingreso Total (IT); El ingreso o benéfico bruto es el valor monetario que se obtiene del volumen o rendimiento de la producción y el precio de ese producto (Herrera *et al*, 1994).

$$IT= p \times q$$

Dónde:

IT= Ingreso total, p = precio del producto y q=rendimiento/ha

Ingreso Neto (IN); Expresión para indicar el concepto de beneficio líquido (en caja) obtenido después de pagar todo los gastos.

$$IN=IT - CT$$

Dónde:

IN= Ingreso neto IT = Ingreso total y CT= costos total

Índice Rentabilidad (IR); Entre los índices de rentabilidad, se puede citar el porcentaje de rendimiento del patrimonio, que es igual a la utilidad dividido por el patrimonio total; o el porcentaje de rendimiento de los activos, que es igual a la utilidad neta dividido por el total de activos tangibles. (Herrera *et al*, 1994).

$$IR = IN/CT \times 100$$

Dónde:

IR= Índice de rentabilidad IN= Ingreso neto y CT= costos total

Relación Beneficio costo (B/C); También conocido como “Índice de rendimiento”. Es un método de evaluación de proyectos, que se basa en el “valor presente”, y que consiste en dividir el valor presente de los ingresos entre el valor presente de los egresos. Si este índice es mayor que 1 se acepta el proyecto; si es inferior que 1 no se acepta, ya que significa que la rentabilidad del proyecto es inferior al costo del capital, relación de escasos interés (Franco, 1998).

$$B/C=IN / CT$$

Dónde:

B/C=Beneficio costo IN= Ingreso neto y CT= costos total

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Lugar de ejecución

La parte experimental del presente trabajo se efectuó en una parcela Experimental del CIP ILLPA de la Universidad Nacional del Altiplano Ubicado en el Departamento de Puno, Distrito de Paucarcolla, el Sur Oeste de la Ciudad de Puno, a una altitud de 3,850 m.s.n.m.

3.2. Información meteorológica

Los datos climáticos fueron obtenidos del Boletín Regional SENAMHI Puno, de (2010-2011), Estación CO 100110, Latitud 15°49'34.5" y Longitud 70°00'43.5"; (cuadro 7 y figura 3); respecto a la temperatura, la mayor temperatura máxima se registró en el mes de noviembre con 19.5 °C, la menor temperatura mínima se registró en el mes de julio con -1.2 °C, mientras que la mayor temperatura media se registró en el mes de diciembre y enero con 11.7 °C. Para la precipitación el mes más lluvioso fue febrero con 202.9 mm y los meses con menor precipitación fueron julio (2010), y junio (2011), el promedio mensual de precipitación de esta campaña agrícola fue 58.2 mm. La precipitación total para la presente campaña fue de 698.5 mm.

CUADRO 7

DATOS METEOROLÓGICOS REGISTRADOS. TEMPERATURAS (MÍNIMAS, MÁXIMAS Y MEDIA), PRECIPITACIÓN PLUVIAL CAMPAÑA AGRÍCOLA 2010 -2011. ESTACIÓN CO 100110, LATITUD 15°49'34.5" Y LONGITUD 70°00'43.5".

Año	Mes	T° Máxima	T° Mínima	T° Media	Precipitación Pluvial
2010	Julio	18.0	-8.1	5.0	0.4
	Agosto	19.1	-5.8	6.6	0.4
	Septiembre	20.2	-2.9	8.5	0.4
	Octubre	20.0	0.5	10.3	25.6
	Noviembre	21.1	-0.3	10.4	19.9
	Diciembre	18.3	3.3	10.8	98.6
2011	Enero	18.2	4.5	11.3	49.2
	Febrero	15.8	5.4	10.6	184.0
	Marzo	16.3	4.4	10.4	74.0
	Abril	17.8	1.1	9.4	12.7
	Mayo	17.9	-2.8	7.6	5.8
	Junio	17.2	-6.3	5.5	0.0
	Promedio	18.3	-0.6	8.9	39.3
Total					471.0

Fuente: Boletín Regional SENAMHI Puno, 2010-2011.

FIGURA 3
CLIMADIAGRAMA. CAMPAÑA AGRÍCOLA 2010-2011.





Fuente: Elaboración propia.

Los datos climáticos de 15 años fueron obtenidos del Boletín Regional SENAMHI Puno (1994-2008), mostrando la siguiente información (cuadro 8 y figura 4): respecto a la temperatura, la mayor temperatura máxima se registró en el mes de noviembre con 18.2 °C, la menor temperatura mínima se dió en el mes de julio con -2.8 °C, mientras que la mayor temperatura media se registró en el mes de noviembre y diciembre con 10.6 °C. Para la precipitación el mes más lluvioso fue enero con 148.3 mm y los meses con menor precipitación fueron junio y julio, el promedio anual de precipitación de 14 años fue 54.0 mm. La precipitación total fue de 648.5 mm.

CUADRO 8

DATOS METEOROLÓGICOS REGISTRADOS. TEMPERATURAS (MÍNIMAS, MÁXIMAS Y MEDIA), PRECIPITACIÓN PLUVIAL. PROMEDIO DE 15 AÑOS:
1994 -2008.

Mes	T° Máxima (°C)	T° Mínima (°C)	T° media (°C)	Precipitación Pluvial (mm)
Julio	15.4	-2.8	6.3	1.8
Agosto	16.3	-1.6	7.4	6.7
Septiembre	17.4	0.2	8.8	16.1
Octubre	18.0	2.0	10.0	30.7
Noviembre	18.2	2.9	10.6	51.1
Diciembre	17.4	3.8	10.6	95.6
Enero	15.8	4.3	10.0	148.3
Febrero	15.3	4.3	9.8	143.3
Marzo	15.4	3.7	9.6	109.0
Abril	15.9	1.9	8.9	37.9
Mayo	16.2	-0.7	7.7	6.7
Junio	15.3	-2.5	6.4	1.3
Promedio	16.4	1.3	8.8	54.0
Total				648.5

FUENTE: Boletín Regional SENAMHI Puno, 2012.

FIGURA 4
CLIMADIAGRAMA PROMEDIO DE 15 AÑOS: 1994-2008.





Fuente: Elaboración propia.

Los datos climatológicos de la campaña agrícola (2010-2011) comparados con la normal (promedio de 14 años: 1994-2007), existe diferencias en precipitación en los meses más lluviosos (enero-febrero), donde se observa que la precipitación en la campaña agrícola hubo incremento en el mes de febrero y descenso en el mes de enero, estas anomalías probablemente se deba al efecto del calentamiento global, el cual últimamente viene afectando al planeta. En cuanto a temperatura hay una variación menor con respecto a la normal de 14 años.

3.3. Análisis de suelo inicial

En el cuadro 9, se puede observar el análisis físico químico del suelo, la muestra se extrajo mediante un muestreo al azar de 10 muestras parciales, las cuales se mezclaron y homogenizaron para extraer un (1) kg. Según la tabla de interpretación de análisis de suelo, la muestra tiene una textura Arcillosa, con

un pH ligeramente alcalino; con contenido de materia orgánica calificado como alto; en nitrógeno es alto, en fósforo es medio, y el potasio es alto. La conductividad eléctrica es baja.

CUADRO 9

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL SUELO EXPERIMENTAL AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN

Componentes	Cantidad	Unidad	Métodos
			Análisis físico
ARENA	40.19	%	Bouyoucus
ARCILLA	44.81	%	Bouyoucus
LIMO	15.00	%	Bouyoucus
CLASE TEXTURAL	Arcilla	----	Triangulo textural
Análisis de fertilidad			
M.O.	5.20	%	Walkley y Black
N total	0.25	%	Micro-kjeldahl
P total	13.40	ppm	Olsen modificado
K total	244	ppm	Acetato de amonio
pH	7.65	---	Potenciómetro
C.E.	0.34	mmhos /cm	Conductímetro

Fuente: Laboratorio de Aguas y Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias-UNA, Puno. 2010.

3.4. Análisis de suelo final

Después de culminado el experimento de investigación, se tomó la muestra de suelo, con el objetivo de obtener los resultados del análisis de fertilidad (cuadro 10), la muestra se extrajo mediante un muestreo al azar de 10 muestras parciales, las cuales se mezclaron y homogenizaron para extraer un (1) kg. Según la tabla de interpretación de análisis de suelo, la muestra tiene una

textura Arcilla, con un pH ligeramente alcalino; con contenido de materia orgánica calificado como alto; en nitrógeno es alto, en fósforo y potasio es medio. La conductividad eléctrica es baja.

CUADRO 10

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL SUELO EXPERIMENTAL AL FINAL DE LA INVESTIGACIÓN

Componentes	Cantidad	Unidad	Métodos
			Análisis físico
ARENA	39.69	%	Bouyoucus
ARCILLA	42.97	%	Bouyoucus
LIMO	17.34	%	Bouyoucus
CLASE TEXTURAL	Arcilla	----	Triangulo textural
Análisis de fertilidad			
M.O.	5.60	%	Walkley y Black
N total	0.28	%	Micro-kjeldahl
P total	12.90	ppm	Olsen modificado
K total	215	ppm	Acetato de amonio
pH	8.03	---	Potenciómetro
C.E.	0.88	mmhos /cm	Conductímetro

Fuente: Laboratorio de Aguas y Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias-UNA, Puno. 2011.

3.5. Duración del experimento

Fecha de inicio : Agosto del 2010.

Fecha de finalización : Julio del 2011.

3.6. Material Experimental

a) Ecotipos de quinua de color

1. Negra collana
2. Roja
3. Amarilla de marangani
4. Pasancalla ploma
5. Mistura
6. Chullpi Rosada
7. Cuchiwilla
8. Ayara
9. Chullpi blanca

b) Microorganismos eficaces (EM)

- EM-A0 0%
- EM-A1 10%
- EM-A2 15%

c) Practicas agroecológicas

- Aplicación de abonos orgánicos (estiércol de ovino) y protectores contra ataque ornitológico (papel metálico dorado) (A1)
- Sin aplicaciones agroecológicas (A0)

3.7. Diseño experimental

Se utilizara el bloque completo al azar con un arreglo factorial de 9 ecotipos de quinua por 3 dosis de EM por 2 prácticas agroecológicas que hace un total de 54 tratamientos, conducido en 3 bloques que hace un total de 162 unidades experimentales.

El modelo estadístico y análisis de varianza es el siguiente (Vásquez, 1990; Ibañez, 2009):

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_k + \ell e_{(ij)} + (\alpha\tau)_{jk} + (\beta\tau)_{jk} + (\alpha\beta\tau)_{ijk} + e_{ijkl}$$

Donde:

α =Aplicación agroecológica

β =EM

τ =Ecotipos

ℓ =Bloques

CUADRO 11

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO TRIFACTORIAL

Fuente de variación	Grados de libertad
Aplicaciones agroecológicas (A)	(a-1)
EM	(b-1)
A X EM	(a-1) (b-1)
Bloques (R/A x EM)	ab(r-1)
Ecotipos (E)	(t-1)
A x E	(a-1) (t-1)
E X EM	(t-1) (b-1)
A X EM X E	(a-1) (b-1) (t-1)
Error combinado	ab (r-1) (t-1)
Total	abtr-1

Fuente: Ibañez (2009).

3.8. Características del campo experimental

- Área total del campo experimental : 2139 m²
- Largo del campo experimental : 93 m
- Ancho del campo experimental : 23 m
- Área neta del campo experimental : 1080 m²
- Largo neto del campo experimental : 60 m
- Ancho neto del campo experimental : 18 m

- Área neta de la parcela : 6 m²
- Largo de la parcela : 3 m
- Ancho de la parcela : 2 m
- Ancho de calle entre parcelas : 0.6 m
- Ancho de calles entre bloques : 1 m
- Numero de surcos por parcela : 4

3.9. Conducción del experimento

3.9.1. Ubicación del terreno

Se estableció un módulo experimental en parcelas en el CIP ILLPA, bajo un croquis debidamente elaborado indicando los tratamientos en estudio.

3.9.2. Muestreo de Suelo

Se tomó muestras representativas de suelo del campo experimental a la profundidad de la capa arable (30 cm), la muestra estuvo conformada por un kg de suelo.

3.9.3. Preparación del suelo

La preparación del suelo se efectuó con una arado de disco y el mullido se realizó con una rastra de disco traccionado por un tractor agrícola.

3.9.4. Siembra

La siembra se realizó el 14 de noviembre en forma manual a chorro continuo en líneas al fondo del surco con una densidad de 10 kilos por hectárea de

semilla, el tapado fue superficial de 2 a 3 cm. de profundidad para facilitar la germinación.

3.9.5. Abonamiento

Se realizó en el momento de la siembra, aplicando estiércol de ovino, previamente inoculado con EMa a las dosis de 0 %, 10% y 15% de disolución.

3.9.6. Aplicación de microorganismos eficaces (EMa)

Primeramente se realizó la activación del EMa, siguiendo los siguientes pasos:

- a) Activación del EM; Los materiales empleados para la activación de los microorganismos eficaces son: EM-1, melaza y agua hervida. El procedimiento consistió en mezclar 100 ml de EM-1, 100 ml de melaza en 800 ml de agua para la concentración del 10% y 150 ml de EM-1, 150 ml de melaza para la concentración del 15% en 700 ml de agua, dejándose fermentar por 7 días bajo sombra en un recipiente cerrado. A partir del tercer día se dejó escapar el aire del recipiente cerrado, una vez por día con el propósito de evitar la presión interna del recipiente como consecuencia del fermentado por parte de los microorganismos encargados de la descomposición de la materia orgánica; quedando apto el EMa cuando ya no se apreciaba la presión del aire en el interior del recipiente, denominándose al producto final Microorganismos Eficaces Activado (EMa).
- b) Aplicación del EMa; se aplicó a las parcelas previamente identificadas según las dosis propuestas, en dos oportunidades, para ello se usó dos mochilas fumigadoras de 20 litros de capacidad. La primera aplicación fue

EMA fue el 14 de noviembre del 2010 y la segunda aplicación fue el 09 de febrero del 2011.

CUADRO 12
DOSIS DE APLICACIÓN DE EM

Dosis de EMA	Nº de aplicaciones	Cantidad en l/ha	Dilución en l/ha
0 %	-	-	-
10 %	02	2	1:200
15 %	02	3	1:200

Fuente: Elaboración propia.

3.9.7. Implementación de prácticas agroecológicas

Como parte de la investigación se implementó prácticas agroecológicas como:

a) Aplicación de abono orgánico (estiércol de ovino); el cual se aplicó a razón de 10 tn/ha, durante la preparación del terreno, esta práctica se realizó el 14 de noviembre del 2010.

b) Instalación de Banderines de papel dorado, las cuales fueron sostenidas en rafias con grapas en el ancho de la parcela, y estas fueron colocadas en forma horizontal en dos carrizos a manera de tutores, esta práctica se realizó el 21 de abril del 2011, en la fase fenológica de grano pastoso.

3.9.8. Deshierbos

Esta labor se realizó de forma manual el 09 de febrero del 2011, en la fase fenológica de inicio de panojamiento, la maleza encontrada en mayor cantidad fue: nabo maleza (*Brassica campestris*), seguido de Auja-auja (*Erodium cicutarium*) y Kora o ruppu (*Tarasa cerratej*).

3.9.9. Evaluación del cultivo

Se ha evaluado la presencia de plagas y enfermedades, así como las aves plagas en campo de cultivo, durante las fases fenológicas de mayor importancia; las plagas y enfermedades encontradas fueron:

- a) Plagas: no se presentó ninguna plaga durante la conducción del cultivo.
- b) Enfermedades: no se presentó ninguna enfermedad durante la conducción del cultivo.
- c) Aves plaga: se presentaron las siguientes especies: Gorrión Andino (*Zonotrichia capensis*), Paloma manchada (*Columba maculosa*), Paloma rabiblanca (*Zenaida auriculata*) y Pecho amarillo (*Carduelis atratus*).

3.9.10. Labores de cosecha

a) Siega

Esta labor se realizó durante la fase fenológica de madurez de cosecha, en donde se utilizó hoces, haciendo cortes de las plantas a 15 cm de altura del suelo, para facilitar el traslado de las plantas para la posterior secado mantas de nylon, esta labor se realizó el 14 de mayo del 2011.

b) Trilla

Esta labor se realizó de forma tradicional utilizando palos curvos para la separación del grano de la panoja y del perigonio.

c) Venteo y selección

El venteo y selección del grano se hizo de forma manual usando mantas para levantar lo trillado y soltando por porciones al viento a fin de separar el quiri y jipi.

d) Almacenado de quinua

Para esta labor se usaron sacos, los cuales eran llenados con grano limpio y seleccionado, luego eran cocidos los sacos, para posteriormente almacenarlos en un ambiente sin humedad y con buena ventilación.

3.10. METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE VARIABLES

3.10.1. Evaluación de las características productivas de los ecotipos pigmentados de quinua nativa

Esta variable, se efectuó mediante la cosecha y posterior pesaje del rendimiento de grano por parcela experimental de cada tratamiento evaluado.

3.10.2. Características biológicas del suelo antes y después de la aplicación del EMa

El análisis microbiológico del suelo, se realizó un muestreo en forma de “zigzag”, tomando 3 sub-muestras de un kilo/parcela a una profundidad de 20 cm, luego se mezclaron las sub-muestras por parcelas para obtener la muestra representativa de dos kilos, una se llevó al laboratorio de microbiología de la FMVZ-UNA, para determinar: bacterias aerobias (mesofilos), mohos, levaduras, lactobacillus. Los métodos de estimación de recuento de microorganismos (hongos y bacterias) fueron de la siguiente forma:

Recuento total de bacterias aerobias (mesófilas) y lactobacillus:

- Medio de cultivo: PDA (papa-dextrosa-agar) para bacterias y Agar tomate, para lactobacillus
- Método de siembra: diseminación en dilución
- Incubación: 37 °C
- Tiempo: 24 h – 48 h
- Lectura
- Recuento UFC x 1/dilución x 1/inoculo

Recuento total de Hongos y levaduras:

- Medio de cultivo: Agar saborand
- Método de siembra: diseminación en dilución
- Incubación: 30 °C
- Tiempo: 72 h – 96 h
- Lectura
- Recuento UFC x 1/dilución x 1/inoculo

3.10.3. Identificación de los pigmentos de los ecotipos de quinua nativa

Para ello se ha revisado la bibliografía correspondiente al tema y mediante comparación se ha caracterizado a los pigmentos de cada ecotipo de quinua evaluada.

3.10.4. Evaluar y comparar los costos de producción de la tecnología tradicional y la agroecológica



La elaboración de los costos se realizó en base a la referencia planteada por el INIA considerando los costos directos e indirectos durante la campaña agrícola 2011-2012, desde la siembra hasta la cosecha del cultivo.

3.11. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la variable de rendimiento de quinua, se efectuó el análisis de varianza y la prueba de DUNCAN al 95 % de confianza; usando los programas estadísticos SAS versión 9.0 e InfoStat versión 2013.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluar las características productivas de los ecotipos pigmentados de quinua nativa

En el Cuadro 13, se observa que para bloques existe diferencia estadística significativa, lo que indicaría que entre bloques hubo diferencias en rendimiento por las características propias del área de terreno. En el factor Ecotipos de quinua de color (E), se observa diferencias estadísticas altamente significativas, lo que indicaría que las especies tienen diferente rendimiento debido a las características morfológicas y genotípicas propias de cada especie. En el factor dosis de EM (M), también existe diferencia estadística altamente significativa, lo que indica que cada dosis tuvo efecto en el rendimiento. También hubo diferencias estadísticas altamente significativas para las aplicaciones agroecológicas (A), lo que indica que la aplicación de aplicaciones agroecológicas sí influye en el rendimiento. Además en la interacción E x A hubo diferencia estadística significativa, lo que indica que cada factor actúa de forma dependiente uno sobre el otro en rendimiento del cultivo. También en la interacción E x M x A se presentó diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indicaría que cada factor actúa de forma dependiente uno del otro sobre el rendimiento del cultivo. El coeficiente de variación (CV) igual a 36.25 % nos indica la confiabilidad de los datos, por ser un experimento conducido en campo (Calzada, 1982).

CUADRO 13

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE QUINUA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-calculada	FT 0.05	F 0.01	Sig.
Bloques	2	455771.33	227885.67	4.07	3.09	4.82	*

Ecotipos de quinua de color (E)	8	8901103.58	2362637.95	42.18	2.03	2.69	**
Dosis de EM (M)	2	834772.54	417386.27	7.45	3.09	4.82	**
E x M	16	1181634.97	73852.19	1.32	1.75	2.19	n.s.
Aplicaciones agroecológicas (A)	1	3098722.14	3098722.14	55.32	3.94	6.90	**
E x A	8	1193037.53	149129.69	2.66	2.03	2.69	*
M x A	2	342337.40	171168.70	3.06	3.09	4.82	n.s.
E x M x A	16	2928770.90	183048.18	3.27	1.75	2.19	**
Error	106	5938052.10	56019.36				
Total correcto	161	34874202.48					

CV = 36.25%

Fuente: Elaboración propia.

Como el experimento se condujo en campo, se realizó la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad tal como varios autores lo realizan en sus publicaciones en los experimentos de campo, presentan esta prueba, esto se corrobora por Ibañez (2009), Fernández *et al.* (2010) y Vásquez (1990). El Cuadro 14, muestra que el ecotipo de quinua E1 (Negra Collana), tuvo mayor rendimiento con 1904.35 kg/ha en promedio, a este se le agregan los ecotipos E5 (Mistura) y E3 (Amarilla de Marangani) con 1739.48 kg/ha y 1626.73 kg/ha en promedio respectivamente, los cuales todos ellos son similares y estadísticamente superiores a las demás ecotipos de quinua. Por ultimo de ubican los ecotipos de quinua según orden de mérito del 7 al 9 con rendimientos que van de 645.15 kg/ha a 264.07 kg/ha, los cuales estadísticamente son similares. Las diferencias se aprecian en la figura 5.

CUADRO 14

PRUEBA DE TUKEY AL 0.05 PARA FACTOR ESPECIES DE QUINUA SOBRE EL
RENDIMIENTO

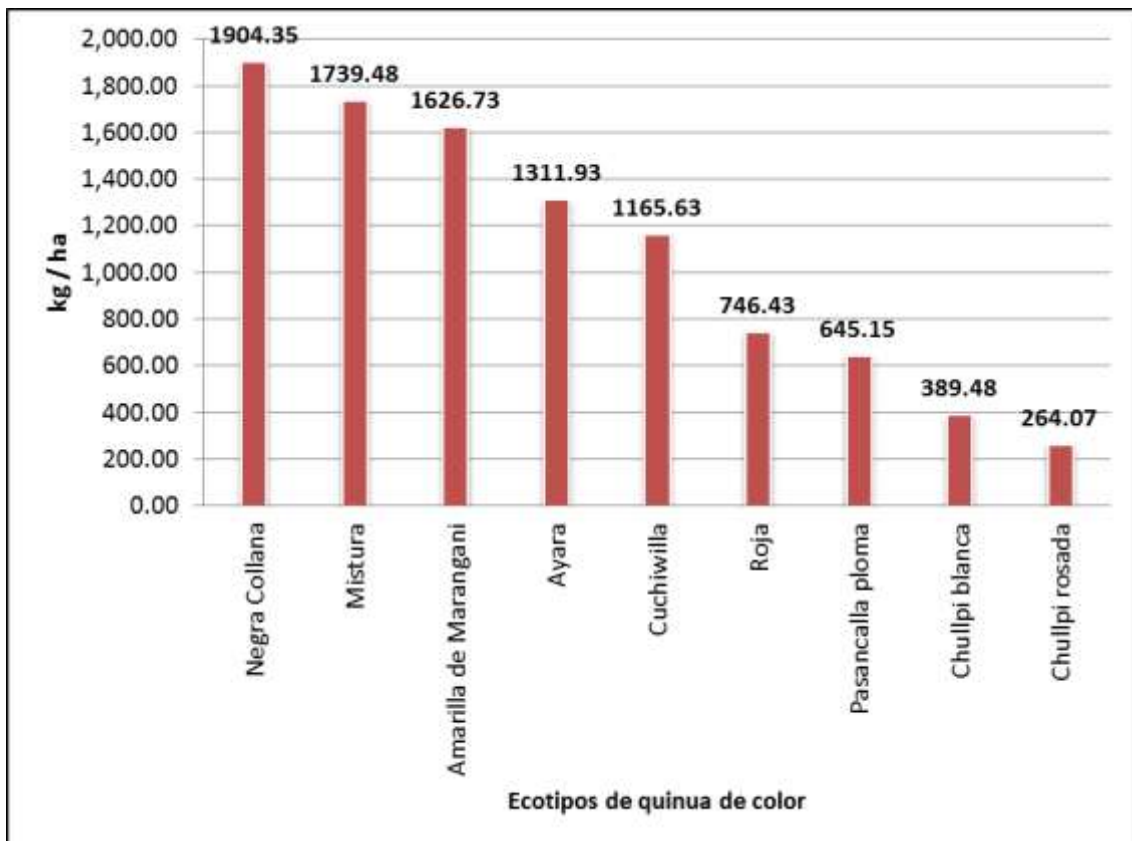
Orden de mérito	Clave	Ecotipos de quinua de color	Rendimiento (g/6m ²)	Rendimiento (kg/ha)	Sig. ≤ 0.05
1	E1	Negra Collana	1142.61	1904.35	a
2	E5	Mistura	1043.69	1739.48	a
3	E3	Amarilla de Marangani	976.04	1626.73	a b
4	E8	Ayara	787.16	1311.93	b c
5	E7	Cuchiwilla	699.38	1165.63	c
6	E2	Roja	447.86	746.43	d
7	E4	Pasancalla ploma	387.09	645.15	d e
8	E9	Chullpi blanca	233.69	389.48	d e
9	E6	Chullpi rosada	158.44	264.07	e

Fuente: Elaboración propia.

Alvarez y Tusa (2009), manifiestan que la cantidad de Unidades de Producción Agropecuaria (UPAs) registradas son en base a la superficie sembrada, la superficie cosechada, la producción obtenida y el rendimiento promedio encontrado en la Sierra del país del Ecuador es de 0.4 toneladas por hectárea. De todos modos los rendimientos provinciales son bien diferenciados, por ejemplo, en Cotopaxi, el rendimiento promedio encontrado fue de 0.1 toneladas por hectárea, mientras que en Chimborazo y en Imbabura fue de 0.4 t/ha, y en Tungurahua, 0.8 t/ha". Esta afirmación da a conocer que el rendimiento en

sierra es bajo probablemente por las condiciones climáticas y de la fertilidad del suelo.

FIGURA 5
RENDIMIENTO DEL FACTOR ECOTIPOS DE QUINUA DE COLOR EN
kg/ha EN PROMEDIO



Fuente: Elaboración propia.

Marca *et al* (2011), manifiestan que los parámetros climáticos son los que influyen directamente en la producción y la calidad de producto de los cultivos como la precipitación pluvial, temperatura, horas sol, velocidad del viento, humedad relativa, entre otros; de los cuales la precipitación y la temperatura tienen mayor efecto en el rendimiento, producción y calidad. Por ello se tiene diferentes rendimientos en los ecotipos de quinua evaluados.

El Cuadro 15, muestra que la dosis M2 (15% de EM), es la que posee el mayor rendimiento con 1243.33 kg/ha en promedio, a este se le agrega la dosis de M1 (10% de EM) con 1068.92 kg/ha en promedio, los cuales son similares y estadísticamente superiores a sin dosis M0 (00% de EM) con rendimiento de 952.18 kg/ha. Las diferencias se aprecian en la Figura 6.

CUADRO 15

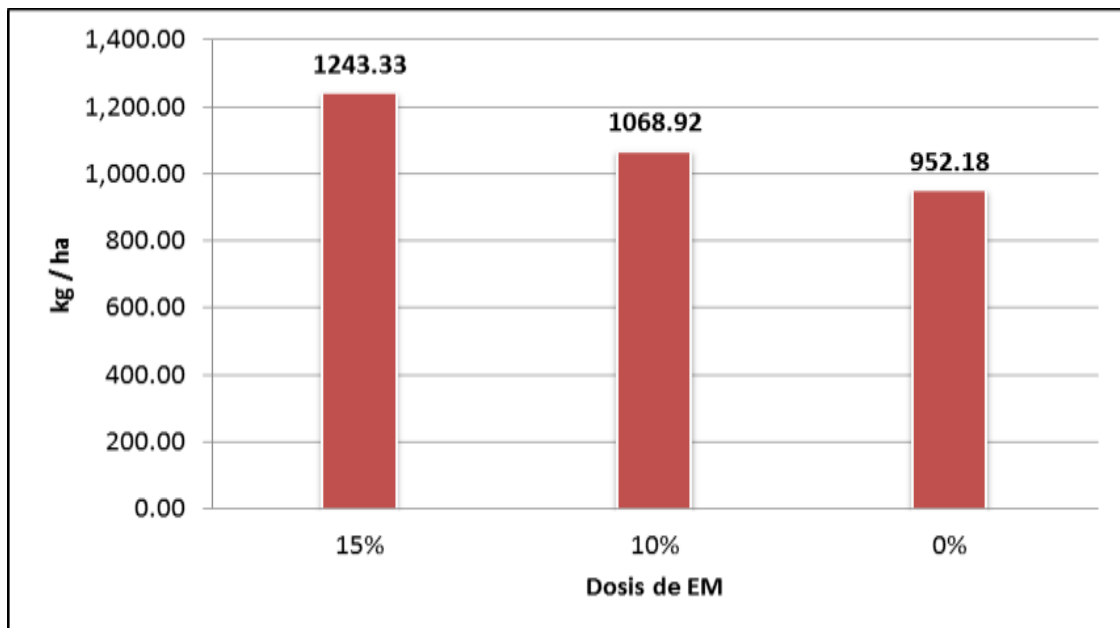
PRUEBA DE TUKEY AL 0.05 PARA FACTOR DOSIS DE EM SOBRE EL
RENDIMIENTO DE QUINUA.

Orden de mérito	Clave	Dosis de EM	Rendimiento (gr/6m ²)	Rendimiento (kg/ha)	Sig. ≤ 0.05
1	M2	15%	746.00	1243.33	a
2	M1	10%	641.35	1068.92	a b
3	M0	00%	571.31	952.18	b

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 6

RENDIMIENTO DEL FACTOR DOSIS DE EM EN kg/ha EN PROMEDIO



Fuente: Elaboración propia.

HIGA (2009), manifiesta que el uso de los microorganismos son utilizados en la agricultura para varios propósitos; una de ellas es para incrementar la calidad y productividad de los cultivos, y para reducir las labores; contrastando con nuestros resultados lo manifestado anteriormente, se puede decir que ha tenido efectos en rendimiento por dosis de EM.

En el cuadro 16, muestra que con prácticas agroecológicas (A1) se obtiene mayor rendimiento con 1318.65 kg/ha en promedio, el cual es estadísticamente superior a sin practicas agroecológicas (A0) que tuvo un rendimiento de 857.63 kg/ha en promedio. Las diferencias se aprecian en la Figura 7.

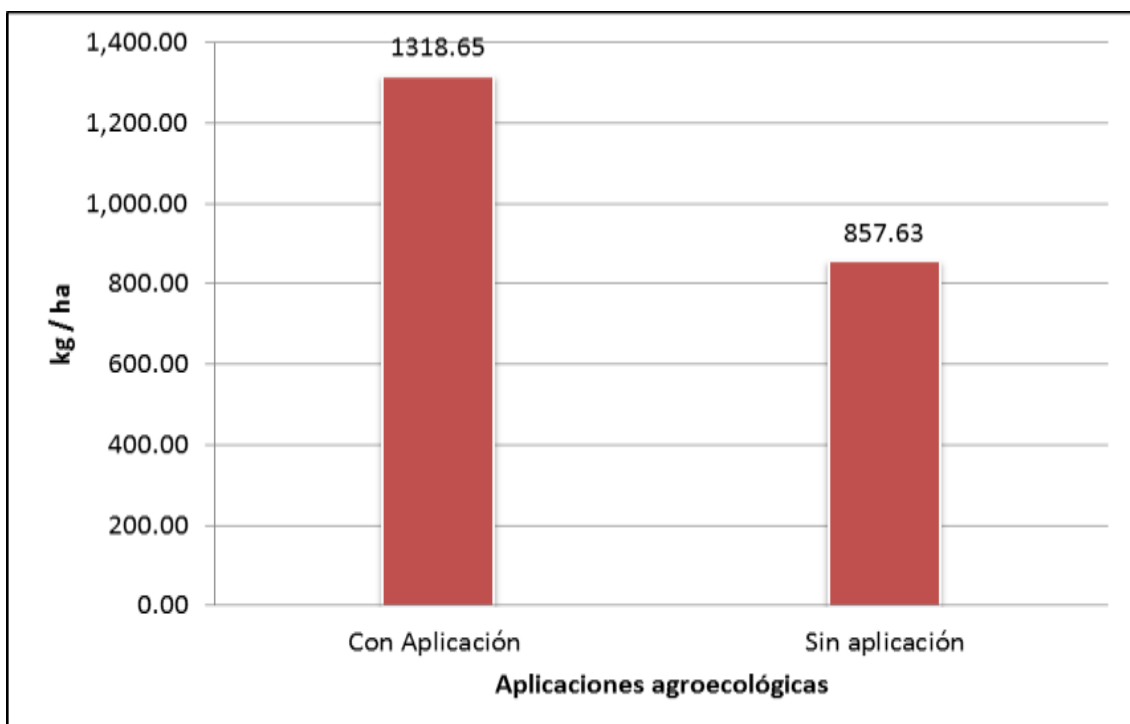
CUADRO 16

PRUEBA DE TUKEY AL 0.05 PARA FACTOR APLICACIONES AGROECOLÓGICAS
SOBRE EL RENDIMIENTO DE QUINUA

Orden de mérito	Clave	Tipo de Aplicación agroecológica	Rendimiento (g/6m ²)	Rendimiento (kg/ha)	Sig. ≤ 0.05
1	A1	Con Aplicación	791.19	1318.65	a
2	A0	Sin aplicación	514.58	857.63	b

FIGURA 7

RENDIMIENTO DEL FACTOR APLICACIONES AGROECOLÓGICAS EN
kg/ha EN PROMEDIO



Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 17, muestra que la interacción E1A1 (Negra collana x Aplicaciones agroecológicas) obtiene mayor rendimiento con 2328.67 kg/ha en promedio, a este se le agrega la interacción E5A1(Mistura x Aplicaciones agroecológicas)

con 2175.67 kg/ha y E3A1 (Amarilla de marangani x Aplicaciones agroecológicas) con 2032.50 kg/ha en promedio, los cuales estadísticamente son similares y superiores a las demás interacciones; por último se ubica la interacción E6A0 (Chullpi rosada x sin Aplicaciones agroecológicas) el cual tiene un rendimiento de 164.50 kg/ha. Las diferencias se aprecian en la Figura 8.

CUADRO 17

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACCIÓN E (ECOTIPOS DE QUINUA) X A
(TIPO DE APLICACIÓN AGROECOLÓGICAS)

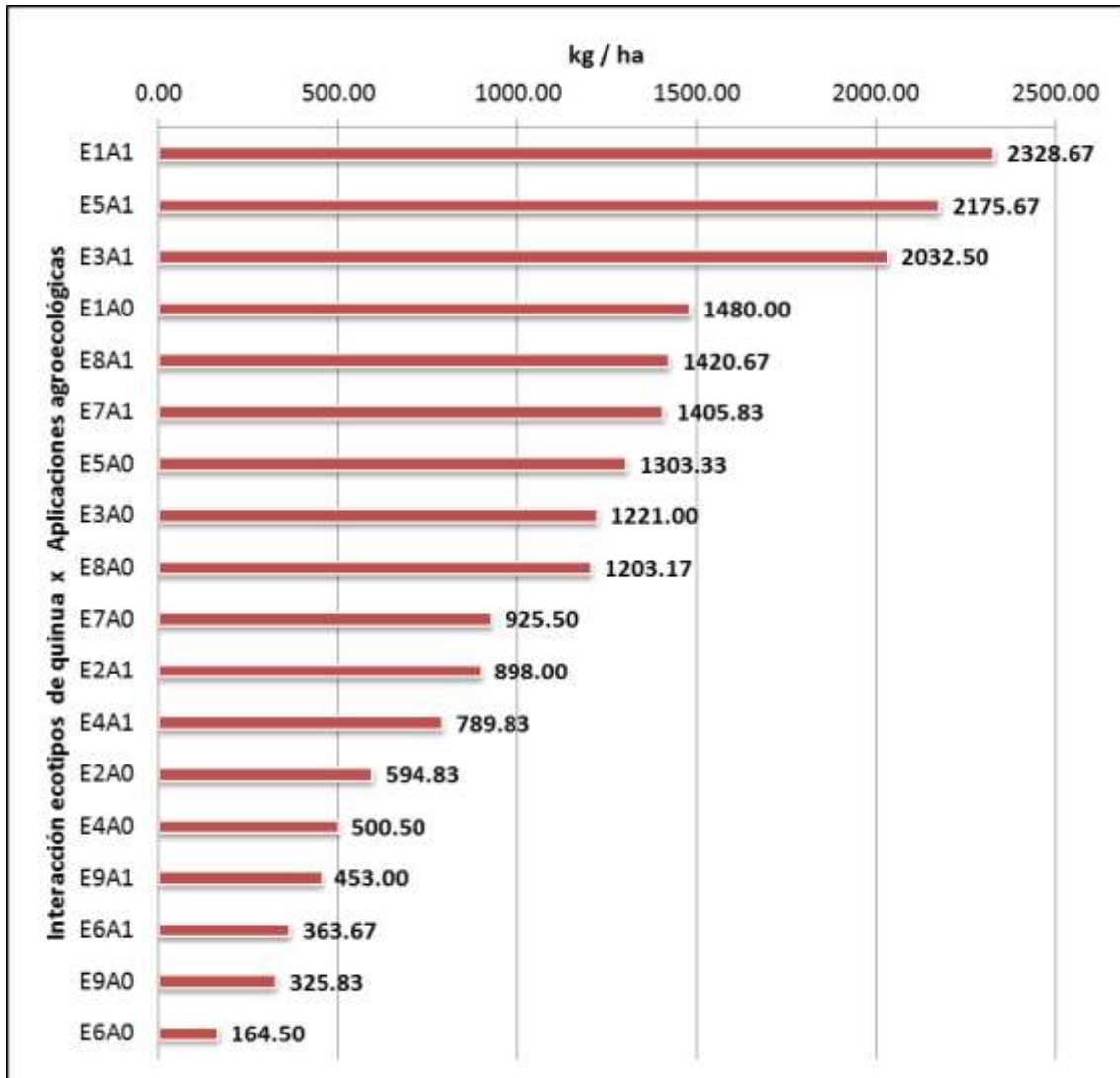
Orden de mérito	Clave	Interacción E x A	Rendimiento (g/6m ²)	Rendimiento (kg/ha)	Sig. ≤ 0.05
1	E1A1	Negra collana x Aplicaciones agroecológicas	1397.2	2328.67	a
2	E5A1	Mistura x Aplicaciones agroecológicas	1305.4	2175.67	a
3	E3A1	Amarilla de marangani x Aplicaciones agroecológicas	1219.5	2032.50	a b
4	E1A0	Negra collana x sin Aplicaciones agroecológicas	888.0	1480.00	b c
5	E8A1	Ayara x Aplicaciones agroecológicas	852.4	1420.67	b c d
6	E7A1	Cuchiwilla x Aplicaciones agroecológicas	843.5	1405.83	b c d
7	E5A0	Mistura x sin Aplicaciones agroecológicas	782.0	1303.33	c d
8	E3A0	Amarilla de marangani x sin Aplicaciones agroecológicas	732.6	1221.00	c d e

Continua prueba de tukey...

9	E8A0	Ayara x sin Aplicaciones agroecológicas	721.9	1203.17	c d e
10	E7A0	Cuchiwilla x sin Aplicaciones agroecológicas	555.3	925.50	c d e f
11	E2A1	Roja x Aplicaciones agroecológicas	538.8	898.00	c d e f
12	E4A1	Pasancalla ploma x Aplicaciones agroecológicas	473.9	789.83	d e f g
13	E2A0	Roja x sin Aplicaciones agroecológicas	356.9	594.83	e f g
14	E4A0	Pasancalla ploma x sin Aplicaciones agroecológicas	300.3	500.50	f g
15	E9A1	Chullpi blanca x Aplicaciones agroecológicas	271.8	453.00	f g
16	E6A1	Chullpi rosada x Aplicaciones agroecológicas	218.2	363.67	f g
17	E9A0	Chullpi blanca x sin Aplicaciones agroecológicas	195.5	325.83	f g
18	E6A0	Chullpi rosada x sin Aplicaciones agroecológicas	98.7	164.50	g

FIGURA 8

RENDIMIENTO DE LA INTERACCIÓN ECOTIPOS DE QUINUA X APLICACIONES
AGROECOLÓGICAS EN kg/ha EN PROMEDIO.



Fuente: Elaboración propia.

Marca *et al* (2011), manifiestan que en el rendimiento en Puno, ha sufrido variación entre 827 kg/ha en 2000-2001 y 1,118 kg/ha en 2010-2011, de igual manera la producción ha tenido oscilaciones entre las campañas agrícolas desde 15 484 hasta 32 224 kilos. Este comportamiento fundamentalmente está relacionado al manejo tecnológico del cultivo, a la presencia o ausencia de las

precipitaciones pluviales, de la helada y del granizo en el ciclo de producción y en los últimos años por la demanda del producto en el mercado, principalmente externo. Además una producción óptima del cultivo requiere de varias labores oportunas durante el ciclo. Las labores agronómicas más importantes son: el deshierbo manual o mecanizado de las malezas, el abonamiento complementario de tipo orgánico (compost, humus, estiércol fermentado, biol), el aporque, el dezmezcle para mantener la pureza varietal, el riego es menor, porque la quinua es tolerante a la sequía. Esta afirmación indicaría que las aplicaciones agroecológicas si influyen sobre el rendimiento del cultivo, por ello no es raro obtener resultados como en la presente investigación.

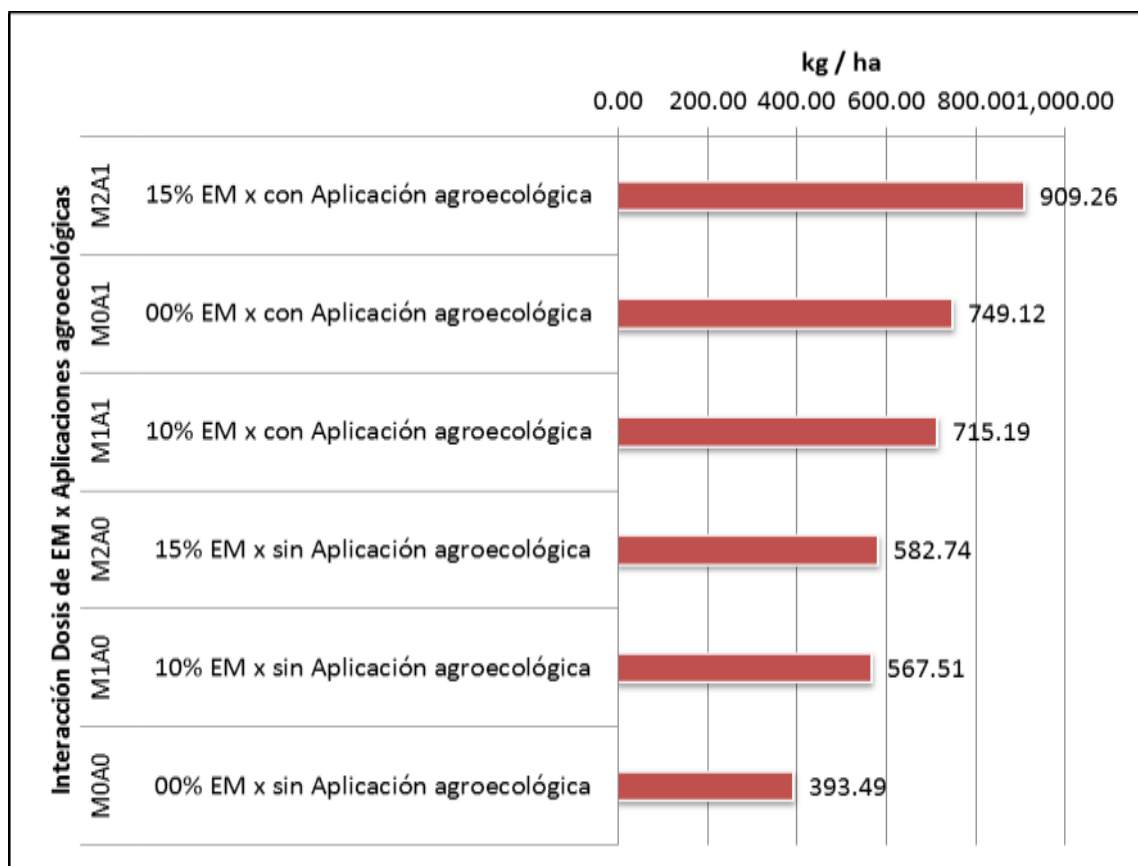
Por otro lado Mujica *et al* (2003), manifiestan que las aves plaga atacan a las plantas, en las últimas fases fenológicas, especialmente cuando el grano está en estado lechoso, pastoso o en plena madurez, fisiológica; estas aves ocasionan la caída del grano de la panoja, este ataque es más notorio en las variedades dulces, el nivel de daño puede llegar entre 30 a 40% de la producción. Esta afirmación coincide con los resultados obtenidos en campo debido a que se presentó aves plaga en cultivo. Lo cual influyo en el rendimiento.

Con el fin de conocer las diferencias en rendimiento de grano de quinua en la interacción Dosis de EM x Prácticas agroecológicas, se ha realizado un gráfico (figura 9), en donde se observa que la interacción del 15% de dosis de EM x aplicación agroecológica tuvo el mayor rendimiento con un promedio de 909.26 kg/ha, seguido de la interacción 00% de dosis de EM x aplicación

agroecológica que tuvo un rendimiento de 749.12 kg/ha, le sigue la interacción de 10% de EM x Aplicación agroecológica con rendimiento de 715.19 kg/ha; en último lugar se ubica la interacción de 00% de dosis de EM x Sin aplicación agroecológica que tuvo menor rendimiento de 393.49 kg/ha.

FIGURA 9

RENDIMIENTO DE QUINUA DE LA INTERACCIÓN DOSIS DE EM X APLICACIONES AGROECOLÓGICAS EN kg/ha EN PROMEDIO



Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 18, muestra que la interacción E1M2A1 (Negra collana x 15% EM x Aplicaciones agroecológicas) obtiene mayor rendimiento con 3072.17 kg/ha en promedio, a este se le agrega las interacciones según orden de mérito del 2 al 12 con rendimientos que van de 2394.67 kg/ha a 1784.83 kg/ha en promedio, los cuales estadísticamente son similares y superiores a las demás

interacciones; por último se ubica la interacción E6M1A0 (Chullpi rosada x 10% EM x Aplicaciones agroecológicas) el cual tiene un rendimiento de 128.83 kg/ha. Las diferencias se aprecian en la figura 10.

CUADRO 18

PRUEBA DE TUKEY PARA LA INTERACCIÓN E (ECOTIPOS DE QUINUA) X M (DOSIS DE EM) X A (TIPO DE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS)

Orden de mérito	Clave	Interacción E x M x A	Rdto (gr/6m ²)	Rdto (kg/ha)	Sig. ≤ 0.05
1	E1M2A1	Negra collana x 15% EM x Aplicaciones agroecológicas	1843.3	3072.17	a
2	E1M1A0	Negra collana x 10% EM x sin Aplicaciones agroecológicas	1436.8	2394.67	a b
3	E5M0A1	Mistura x 00% EM x Aplicaciones agroecológicas	1342.7	2237.83	a b c
4	E5M1A1	Mistura x 10% EM x Aplicaciones agroecológicas	1315.6	2192.67	a b c d
5	E1M0A1	Negra collana x 00% EM x Aplicaciones agroecológicas	1277.4	2129.00	a b c d e
6	E3M1A1	Amarilla de marangani x 10% EM x Aplicaciones agroecológicas	1265.2	2108.67	a b c d e f
7	E5M2A1	Mistura x 15% EM x Aplicaciones agroecológicas	1257.8	2096.33	a b c d e f
8	E3M2A1	Amarilla de marangani x 15% EM x Aplicaciones agroecológicas	1254.7	2091.17	a b c d e f
9	E8M2A1	Ayara x 15% EM x Aplicaciones agroecológicas	1142.9	1904.83	a b c d e f g
10	E3M0A1	Amarilla de marangani x 00% EM x Aplicaciones agroecológicas	1138.6	1897.67	a b c d e f g
11	E3M2A0	Amarilla de marangani x 15% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	1084.8	1808.00	a b c d e f g h

Continúa Prueba de tukey...

12	E1M1A1	Negra collana x 10% EM x Aplicaciones agroecológicas	1070.9	1784.83	a b c d e f g h
13	E8M1A0	Ayara x 10% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	1003.3	1672.17	b c d e f g h i
14	E5M2A0	Mistura x 15% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	991.9	1653.17	b c d e f g h i j
15	E7M2A1	Cuchiwilla x 15% EM x Aplicaciones agroecológicas	954.1	1590.17	b c d e f g h i j k
16	E7M0A1	Cuchiwilla x 00% EM x Aplicaciones agroecológicas	872.7	1454.50	b c d e f g h i j k l
17	E8M0A1	Ayara x 00% EM x Aplicaciones agroecológicas	855.1	1425.17	b c d e f g h i j k l
18	E5M1A0	Mistura x 10% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	815.0	1358.33	b c d e f g h i j k l
19	E2M2A1	Roja x 15% EM x Aplicaciones agroecológicas	765.7	1276.17	b c d e f g h i j k l
20	E1M2A0	Negra collana x 15% EM x sin Aplicaciones agroecológicas	755.3	1258.83	b c d e f g h i j k l
21	E3M1A0	Amarilla de marangani x 10% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	723.3	1205.50	b c d e f g h i j k l
22	E7M1A1	Cuchiwilla x 10% EM x Aplicaciones agroecológicas	703.6	1172.67	b c d e f g h i j k l
23	E7M0A0	Cuchiwilla x 00% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	693.6	1156.00	b c d e f g h i j k l
24	E2M2A0	Roja x 15% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	602.7	1004.50	c d e f g h i j k l
25	E8M0A0	Ayara x 00% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	595.0	991.67	c d e f g h i j k l
26	E4M1A1	Pasancalla ploma x 10% EM x Aplicaciones agroecológicas	590.4	984.00	c d e f g h i j k l
27	E8M2A0	Ayara x 15% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	567.5	945.83	c d e f g h i j k l
28	E8M1A1	Ayara x 10% EM x Aplicaciones agroecológicas	559.2	932.00	c d e f g h i j k l

Continúa Prueba de tukey...

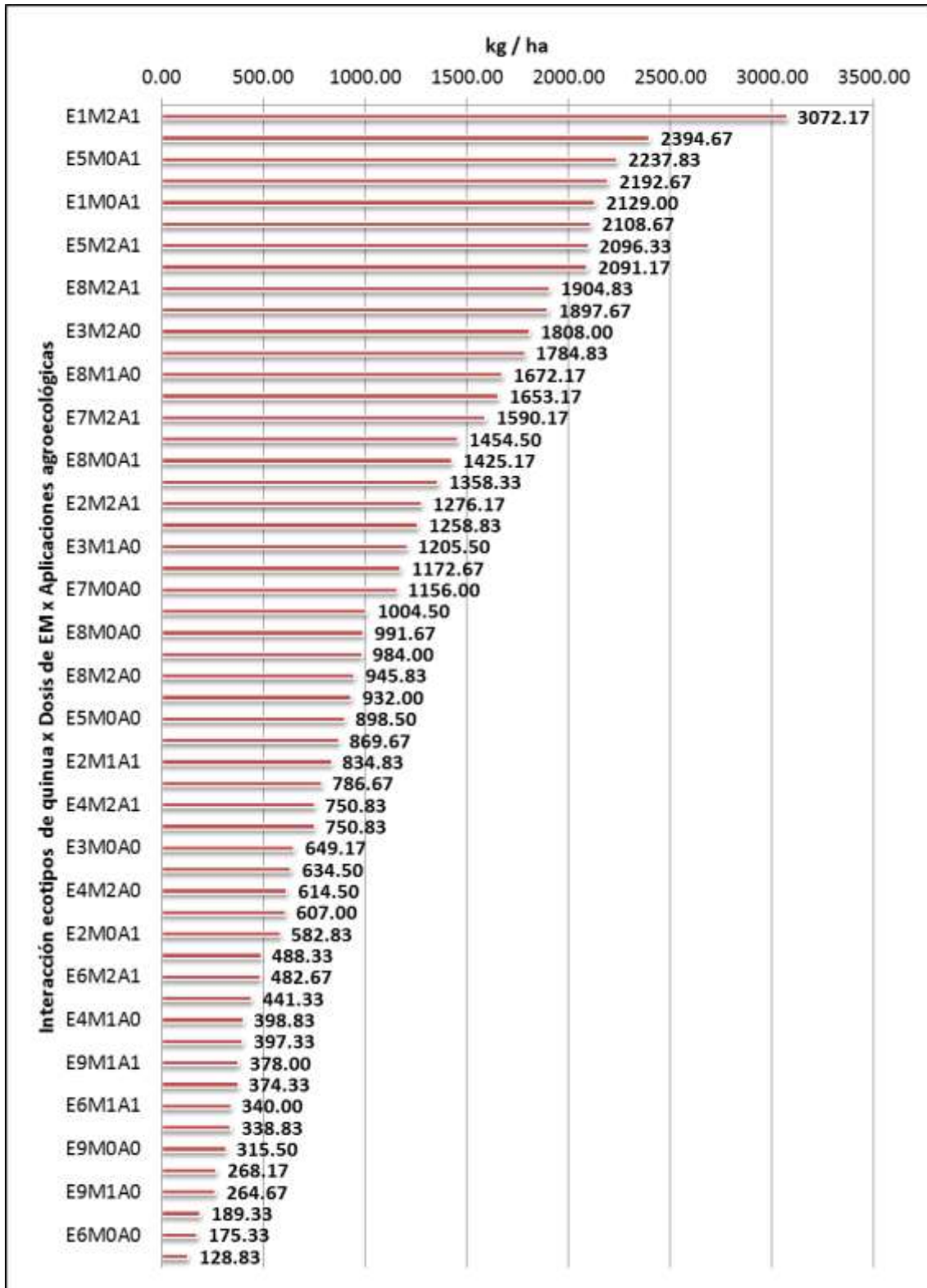
29	E5M0A0	Mistura x 00% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	539.1	898.50	d e f g h i j k l
30	E7M2A0	Cuchiwilla x 15% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	521.8	869.67	d e f g h i j k l
31	E2M1A1	Roja x 10% EM x Aplicaciones agroecológicas	500.9	834.83	e f g h i j k l
32	E1M0A0	Negra collana x 00% EM x sin Aplicaciones agroecológicas	472.0	786.67	f g h i j k l
33	E4M2A1	Pasancalla ploma x 15% EM x Aplicaciones agroecológicas	450.5	750.83	g h i j k l
34	E7M1A0	Cuchiwilla x 10% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	450.5	750.83	g h i j k l
35	E3M0A0	Amarilla de marangani x 00% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	389.5	649.17	g h i j k l
36	E4M0A1	Pasancalla ploma x 00% EM x Aplicaciones agroecológicas	380.7	634.50	g h i j k l
37	E4M2A0	Pasancalla ploma x 15% EM x sin Aplicaciones agroecológicas	368.7	614.50	g h i j k l
38	E9M0A1	Chullpi blanca x 00% EM x Aplicaciones agroecológicas	364.2	607.00	g h i j k l
39	E2M0A1	Roja x 00% EM x Aplicaciones agroecológicas	349.7	582.83	g h i j k l
40	E4M0A0	Pasancalla ploma x 00% EM x sin aplicaciones agroecológicas	293.0	488.33	h i j k l
41	E6M2A1	Chullpi rosada x 15% EM x Aplicaciones agroecológicas	289.6	482.67	h i j k l
42	E2M0A0	Roja x 00% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	264.8	441.33	i j k l
43	E4M1A0	Pasancalla ploma x 10% EM x sin Aplicaciones agroecológicas	239.3	398.83	i j k l

Continua Prueba de tukey...

44	E9M2A0	Chullpi blanca x 15% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	238.4	397.33	i j k l
45	E9M1A1	Chullpi blanca x 10% EM x Aplicaciones agroecológicas	226.8	378.00	i j k l
46	E9M2A1	Chullpi blanca x 15% EM x Aplicaciones agroecológicas	224.6	374.33	i j k l
47	E6M1A1	Chullpi rosada x 10% EM x Aplicaciones agroecológicas	204.0	340.00	i j k l
48	E2M1A0	Roja x 10% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	203.3	338.83	i j k l
49	E9M0A0	Chullpi blanca x 00% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	189.3	315.50	j k l
50	E6M0A1	Chullpi rosada x 00% EM x Aplicaciones agroecológicas	160.9	268.17	k l
51	E9M1A0	Chullpi blanca x 10% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	158.8	264.67	k l
52	E6M2A0	Chullpi rosada x 15% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	113.6	189.33	l
53	E6M0A0	Chullpi rosada x 00% EM x Sin aplicaciones agroecológicas	105.2	175.33	l
54	E6M1A0	Chullpi rosada x 10% EM x Aplicaciones agroecológicas	77.3	128.83	l

FIGURA 10

RENDIMIENTO DE LA INTERACCIÓN ECOTIPOS DE QUINUA X DOSIS DE EM X
APLICACIONES AGROECOLÓGICAS EN kg/ha EN PROMEDIO



Fuente: Elaboración propia.

Los rendimientos obtenidos en la investigación realizada difieren con lo reportado por Cahui (2010), quien al aplicar el Bokashi-EM elaborada en base a papa aplicada tuvo un rendimiento promedio 2 375.00 kg/ha, seguido del Bokashi-EM elaborada a base de quinua con 2 350 kg/ha, los cuales fueron aplicados a la variedad Negra de Collana, lo cual confirma que el uso del EM en abonos orgánicos influyen sobre el rendimiento de los cultivos, y es por ello que en la investigación se tiene diferentes rendimientos.

Por otro lado, el uso del EM en otros cultivos reportados por Quispe (2010), dio a conocer que el mayor rendimiento fresco en aji paprika lo obtuvo con la variedad Queen con estiércol de lombriz de 7 t/ha, con 0.5 litros de EMa/200 litros agua), con 42 196.08 Kg/Ha, seguido de estiércol de camélidos de 25 t/Ha con 1.0 litro de EMa/200 litros agua con 39 065.36 kg/ha; y Medina (2009), obtuvo los mejores resultados en cultivo de melón en la variedad Piel de Sapo con la aplicación de Humus de lombriz de 0.5 kg/planta y 100 ml de EMa/20 l de agua logrando 12.6 t/Ha, seguido de estiércol de camélidos de 0.5 kg/planta más microorganismos eficaces de 100 ml de EMa/20 l de agua logrando 10.9 t/ha, lo cual confirma los efectos benéficos en la producción de cultivos al aplicar microorganismos eficaces, y es por ello que se ha obtenido mejoras en el rendimiento del cultivo de quinua bajo la aplicación del EM en las prácticas agroecológicas.

Al utilizar banderines de papel dorado como práctica agroecológica se ha obtenido buenos resultados en rendimiento del cultivo, lo cual se confirma con lo reportado por Pauro (2009), quien al usar estos banderines obtuvo un

rendimiento promedio de 3 053.4 kg/ha, lo cual superó al testigo que solo tuvo 1 626.6 kg/ha, lo cual indica que se mejora la producción en más del 50%, y esto confirma el efecto que se tuvo en la presente investigación. También confirman el efecto de los banderines de papel dorado Robles *et al* (2001) y Rasmussen *et al* (2003) quienes al usar tiras de papel aluminio causan reflejo del brillo solar, reduciendo el daño causado por aves, y por tanto se protege al cultivo y se mejora el rendimiento.

Sin embargo, Apaza y Delgado (2005), indican que con adecuadas condiciones de cultivo (suelo, humedad, clima, fertilización, y labores culturales oportunas), se obtienen rendimientos promedios de 5.0 t/ha. Pero en condiciones actuales el rendimiento promedio en Puno es de 1.1 t/ha. Por tanto, los resultados obtenidos en cierta forma coinciden con lo indicado ya que uno de los factores en estudio son las aplicaciones agroecológicas en donde se observa que este si influye sobre el rendimiento del cultivo de quinua.

Mujica *et al* (2004), indican que el potencial del rendimiento de grano de la quinua alcanza a 11 t/ha, sin embargo, la producción más alta obtenida en condiciones óptimas de suelo, humedad, temperatura y en forma comercial está alrededor de las 6 t/ha, peor en condiciones actuales, el altiplano Peruano-Boliviano con minifundio, escasa precipitación pluvial, terrenos marginales, sin fertilización, la producción promedio no sobrepasa de 0.85 t/ha; lo indicado aclara que el rendimiento de la quinua esta influencia de factores de clima y suelo, y es por ello que en la investigación se tiene diferentes rendimientos por tratamiento debido a la influencia de estos factores.

Chura (2006) y CIRNMA (1997), dan a conocer que, los rendimientos van de acuerdo a factores como: variedades de quinua, calidad de semilla, fertilización, control de plagas y enfermedades, labores culturales oportunas y el nivel tecnológico; a nivel del productor generalmente se obtiene de 600 a 800 kg/ha; y esto confirma que un cultivo tendrá diferentes rendimientos, y es por ello los resultados obtenidos en la presente investigación.

La Dirección General de Competitividad Agraria (2013), indicó que durante el año 2012, el rendimiento promedio a nivel departamental de quinua en Puno, fue de 1, 100 kg/Ha a comparación del año 2011 donde fue de 1,198 kg/ha, lo cual indica que se tuvo una variación del -8.2% en rendimiento. Estos rendimientos comparados con los obtenidos en la presente investigación son superiores en algunas variedades bajo las prácticas agroecológicas, mientras que en otras variedades es inferior, debido a las características propias del comportamiento de la variedad influenciado por los factores climáticos de la campaña agrícola, los cuales influyeron directamente sobre el desarrollo del cultivo.

4.2. Evaluar las características biológicas del suelo antes y después de la aplicación del EM

Realizando el análisis microbiológico del suelo por tratamientos se observó cambios en la composición en cuanto al número de grupos de microorganismos, tal es así que en el cuadro 19 observamos un incremento en cuanto al grupo de microorganismos en comparación al análisis final de las muestras.

CUADRO 19

COMPARACIÓN DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SUELO: INICIAL Y FINAL .

GRUPO DE MICROORGANISMOS	ANÁLISIS INICIAL DEL SUELO	ANÁLISIS FINAL DEL SUELO (tratamiento con EM)	RESULTADO COMPARATIVO (Inicio – Final)
	CANTIDAD UFC (Unidades formadoras de colonias) / g		
Recuento total de Bacterias Aerobios (Mesofilos)	45×10^2	112×10^2	Es mayor
Recuento total de Levaduras	Negativo	2×10^2	Es mayor
Recuento total de mohos	24×10^2	32×10^2	Es mayor
Recuento total de Lactobacillus	Negativo	1×10^2	Es mayor
Recuento de actinomicetos	12×10^2	60×10^2	Es mayor

Fuente: Laboratorio de Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, (2011).

Los resultados obtenidos en cuanto al incremento de microorganismos al final del experimento comparados con el testigo, son respaldados por los siguientes autores:

BIOEM (2009), menciona que al adicionar el EM Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante, durante el proceso de fermentación se liberan y sintetizan sustancias y compuestos como: aminoácidos, enzimas, vitaminas, sustancias bioactivas, hormonas y minerales solubles, que al ser

incorporados al suelo a través del abono orgánico, mejoran sus características físicas, químicas y microbiológicas.

CONDIZA (1998), manifiesta que los abonos orgánicos mejoran la población microbiana del suelo, lo que es cierto al comparar con los resultados obtenidos al hacer el recuento de los microorganismos. Los resultados obtenidos confirman en cierta forma lo manifestado por URIBE (2003), quien cita a Rynk, el mismo que sostiene que los grupos más importantes de microorganismos presentes en los abonos orgánicos son bacterias, hongos y actinomicetos.

FUNDASES (2006), manifiesta que al incorporar los suelos con EM posee 66×10^5 UFC/g bacterias, lo cual comparado con nuestros resultados podríamos decir que adicionar un abono mejorado con EM se incrementa la cantidad de bacterias lo cual ocurrió en la presente investigación.

APROLAB (2007), da a conocer que el EM tiene efectos en la microbiología del suelo; es decir va a incrementar la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen; con esta manifestación se entiende que el suelo va a tener diferencias en la composición microbiológica al final del cultivo.

Por otro lado José (2005), menciona que el EM es un cultivo mixto de microorganismos benéficos, de ocurrencia natural, que se aplican como inoculante para incrementar la diversidad microbiológica de los abonos, suelos y plantas; con esta afirmación podemos deducir que las muestras de suelo

analizadas después de la cosecha muestran valores superiores en la cuantificación de microorganismos al aplicar microorganismos eficaces. Por otro lado Fundases (2006), señala que el EM está orientado a adicionar microorganismos eficaces y las sustancias que ellos generan, este cambio se asume que ocurrirá durante la conducción del cultivo; por lo tanto en cierta forma aclara los datos obtenidos con el análisis de microbiológico del suelo al final del cultivo.

4.3. Identificación de pigmentos en los ecotipos pigmentados de quinua nativa

Por comparación de estudios de varios estudios en referencia a los tipos de pigmentos, color de grano, se ha llegado a los siguientes resultados:

CUADRO 20
IDENTIFICACIÓN DE PIGMENTOS DE VARIEDADES DE QUINUA EN ESTUDIO

Variedad	Color predominante	Tipo de pigmento (1)	Clasificación según la CEE en base al color (2)		Usos
Negra collana	Plomo	Betacianinas	150 a 159 Marrón o negro		usos múltiples
Roja	Rojo	Betacianinas	120 a 129 Rojo		Kispiño mezclado con cañihua, sopa de harina, thajti
Amarilla de marangani	Amarillo	Betaxantinas	100 a 110 amarillo		Pesqe, sopa, kispiño

Pasankalla ploma	Gris		150 a 159 Marron o negro		Tostado, kispiño, thajti
---------------------	------	--	-----------------------------	--	-----------------------------

Continúa cuadro 20...

Mistura	Gris, Colores	Betacianinas Betaxantinas	150 a 159 Marrón o negro 160 a 169 Rojo o naranja		Cañihuaco para preparados instantáneos. Medicinal (tos seca)
Chullpi Rosada	Rosado	betaxantinas	160 a 169 Rosado		Sopa, leche, pesqe
Cuchiwilla	Púrpura	betacianinas	150 a 159 Marrón o negro		Kispiño (jañaya), refresco, y uso en rituales
Ayara	Gris		150 a 159 Marrón o negro		Usos medicinales
Chullpi blanca	Blanco Crema				Sopa, leche, pesqe

Fuente: Elaboración propia en base a:

- (1) Jacobsen and Mujica, 2001; Allegra *et al.*, 2005; Sáenz, 2006; Forni *et al.*, 1992; Delgado-Vargas *et al.*, 2000
- (2) Clasificación de colorantes según la Comunidad Económica Europea, citado por Moral, 2001.

Al comparar los diferentes colores de los granos de quinua, se ha observado que se tiene dos tipos de pigmentos (betacianinas y betaxantinas), y la que más predomina en los ecotipos de quinua son las betacianinas; según la clasificación de colorante natural según la CEE la codificación que más ha predominado es “150 a 159”. Además, los resultados obtenidos, muestran diferentes colores de grano (pigmentos), lo cual es corroborado por (Mujica *at el*, 2006), quienes indican que las características propias de color varían, de

acuerdo a la variedad, fase fenológica de desarrollo y alimento, dando colores muy vistosos y sobre todo permanente.

4.4. Evaluación y comparación de los costos de producción de la tecnología tradicional y la agroecológica

En el cuadro 21, se observa que el ecotipo Cuchiwila y Ayara tuvieron los mayores rendimientos de 1156.00 kg/ha y 991.67 kg/ha respectivamente, bajo de un costo total de S/. 2163.48 y S/. 2104.85, obteniéndose utilidades netas de S/. 11708.52 y S/. 9795.19, con rentabilidades de 541.19% y 465.36% y una relación B/C de S/. 5.41 y S/.4.65 respectivamente. El tratamiento con más bajo rendimiento fue el ecotipo Chullpi rosada con 175.33 kg/ha, bajo un costo total de 1817.86, generando una utilidad neta de S/. 286.10, con rentabilidad de 15.74% y relación B/C muy bajo de S/. 0.16 lo cual está indicando que pérdida, ya que para que un cultivo sea rentable tiene que ser mayor a 1.

CUADRO 21

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS ECOTIPOS DE QUINUA, SIN DOSIS DE EM (M0) Y SIN PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS (A0)

Trat.	1. Producción (kg/ha)	2. Precio Promedio de Venta x Kg (S/.)	3. Costo Total (S/.)	4. Ingreso total (S/.)	5. Utilidad Neta (S/.)	7. Rentabilidad (%)	8. Relación B/C (S/.)
E6M0A0	175.33	12.00	1817.86	2103.96	286.10	15.74	0.16
E9M0A0	315.50	12.00	1867.42	3786.00	1918.59	102.74	1.03
E2M0A0	441.33	12.00	1911.14	5295.96	3384.82	177.11	1.77
E4M0A0	488.33	12.00	1927.75	5859.96	3932.21	203.98	2.04
E3M0A0	649.17	12.00	1985.23	7790.04	5804.81	292.40	2.92
E1M0A0	786.67	12.00	2032.80	9440.04	7407.24	364.39	3.64
E5M0A0	898.50	12.00	2071.91	10782.00	8710.10	420.39	4.20
E8M0A0	991.67	12.00	2104.85	11900.04	9795.19	465.36	4.65
E7M0A0	1156.00	12.00	2163.48	13872.00	11708.52	541.19	5.41

Donde: E1= Negra collana, E2=Roja, E3=Amarilla de marangani, E4=Pasancalla ploma, E5=Mistura, E6=Chullpi rosada, E7=Cuchiwilla, E8=Ayara y E9=Chullpi blanca.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 22, se observa que el ecotipo Mistura y Negra collana tuvieron los mayores rendimientos de 2237.83 kg/ha y 2129.0 kg/ha respectivamente, bajo de un costo total de S/. 3805.83 y S/. 3767.72 obteniéndose utilidades netas de S/. 23048.13 y S/. 21780.28, con rentabilidades de 605.60% y 578.08% y una relación B/C de S/. 6.06 y S/. 5.78 respectivamente. El tratamiento con más bajo rendimiento fue el ecotipo Chullpi rosada con 268.17 kg/ha, bajo un costo total de S/. 3112.95 generando una utilidad neta de S/. 105.09, con rentabilidad de 3.38% y relación B/C muy bajo de S/. 0.03 lo cual está indicando que pérdida, ya que para que un cultivo sea rentable tiene que ser mayor a 1.

CUADRO 22

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS ECOTIPOS DE QUINUA, SIN DOSIS DE EM (M0) Y CON PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS (A1)

Trat.	1. Producción (kg/ha)	2. Precio Promedio de Venta x Kg (S/.)	3. Costo Total (S/.)	4. Ingreso total (S/.)	5. Utilidad Neta (S/.)	7. Rentabilidad (%)	8. Relación B/C (S/.)
E6M0A1	268.17	12.00	3112.95	3218.04	105.09	3.38	0.03
E2M0A1	582.83	12.00	3223.38	6993.96	3770.58	116.98	1.17
E9M0A1	607.00	12.00	3232.46	7284.00	4051.54	125.34	1.25
E4M0A1	634.50	12.00	3241.54	7614.00	4372.47	134.89	1.35
E8M0A1	1425.17	12.00	3520.06	17102.04	13581.98	385.85	3.86
E7M0A1	1454.50	12.00	3530.84	17454.00	13923.17	394.33	3.94
E3M0A1	1897.67	12.00	3685.88	22772.04	19086.16	517.82	5.18
E1M0A1	2129.00	12.00	3767.72	25548.00	21780.28	578.08	5.78
E5M0A1	2237.83	12.00	3805.83	26853.96	23048.13	605.60	6.06

Donde: E1= Negra collana, E2=Roja, E3=Amarilla de marangani, E4=Pasancalla ploma, E5=Mistura, E6=Chullpi rosada, E7=Cuchiwillla, E8=Ayara y E9=Chullpi blanca.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 23, se observa que el ecotipo Negra collana y Ayara tuvieron los mayores rendimientos de 2237.83 kg/ha y 2129.0 kg/ha respectivamente, bajo

de un costo total de S/. 3053.49 y S/. 2766.67 obteniéndose utilidades netas de S/. 25682.55 y S/. 17299.37, con rentabilidades de 841.09% y 625.28% y una relación B/C de S/. 8.41 y S/. 6.25 respectivamente. El tratamiento con más bajo rendimiento fue el ecotipo Chullpi rosada con 128.83 kg/ha, bajo un costo total de S/. 2224.36 generando una utilidad neta de S/. -678.40, con rentabilidad de -30.50% y relación B/C negativo de S/. -0.30 lo cual está indicando que pérdida, ya que para que un cultivo sea rentable tiene que ser mayor a 1.

CUADRO 23

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS ECOTIPOS DE QUINUA, CON DOSIS DE EM AL 10% (M1) Y SIN PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS (A0).

Trat.	1. Producción (kg/ha)	2. Precio Promedio de Venta x Kg (S/.)	3. Costo Total (S/.)	4. Ingreso total (S/.)	5. Utilidad Neta (S/.)	7. Rentabilidad (%)	8. Relación B/C (S/.)
E2M1A0	338.83	12.00	2298.06	4065.96	1767.90	76.93	0.77
E6M1A0	128.83	12.00	2224.36	1545.96	-678.40	-30.50	-0.30
E9M1A0	264.67	12.00	2271.39	3176.04	904.65	39.83	0.40
E4M1A0	398.83	12.00	2317.86	4785.96	2468.10	106.48	1.06
E7M1A0	750.83	12.00	2442.82	9009.96	6567.14	268.83	2.69
E3M1A0	1205.50	12.00	2602.77	14466.00	11863.24	455.79	4.56
E5M1A0	1358.33	12.00	2656.50	16299.96	13643.46	513.59	5.14
E8M1A0	1672.17	12.00	2766.67	20066.04	17299.37	625.28	6.25
E1M1A0	2394.67	12.00	3053.49	28736.04	25682.55	841.09	8.41

Donde: E1= Negra collana, E2=Roja, E3=Amarilla de marangani, E4=Pasancalla ploma, E5=Mistura, E6=Chullpi rosada, E7=Cuchiwillla, E8=Ayara y E9=Chullpi blanca.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 24, se observa que el ecotipo Mistura y Amarilla de marangani tuvieron los mayores rendimientos de 2192.67 kg/ha y 2108.67 kg/ha respectivamente, bajo de un costo total de S/. 4211.68 y S/. 4182.86 obteniéndose utilidades netas de S/. 22100.36 y S/. 21121.18, con rentabilidades de 524.74% y 504.95% y una relación B/C de S/. 5.25 y S/. 5.05

respectivamente. El tratamiento con más bajo rendimiento fue el ecotipo Chullpi rosada con 340.00 kg/ha, bajo un costo total de S/. 3373.70 generando una utilidad neta de S/. 706.30, con rentabilidad de 20.94% y relación B/C muy baja de S/. 0.21 lo cual está indicando que pérdida, ya que para que un cultivo sea rentable tiene que ser mayor a 1.

CUADRO 24

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS ECOTIPOS DE QUINUA, CON DOSIS DE EM AL 10% (M1) Y CON PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS (A1)

Trat.	1. Producción (kg/ha)	2. Precio Promedio de Venta x Kg (S/.)	3. Costo Total (S/.)	4. Ingreso total (S/.)	5. Utilidad Neta (S/.)	7. Renta- bilidad (%)	8. Relación B/C (S/.)
E6M1A1	340.00	12.00	3373.70	4080.00	706.30	20.94	0.21
E9M1A1	378.00	12.00	3573.24	4536.00	962.76	26.94	0.27
E2M1A1	834.83	12.00	3733.89	10017.96	6284.07	168.30	1.68
E8M1A1	932.00	12.00	3769.26	11184.00	7414.74	196.72	1.97
E4M1A1	984.00	12.00	3753.42	11808.00	8054.58	214.59	2.15
E7M1A1	1172.67	12.00	3853.08	14072.04	10218.96	265.22	2.65
E1M1A1	1784.83	12.00	4068.29	21417.96	17349.67	426.46	4.26
E3M1A1	2108.67	12.00	4182.86	25304.04	21121.18	504.95	5.05
E5M1A1	2192.67	12.00	4211.68	26312.04	22100.36	524.74	5.25

Donde: E1= Negra collana, E2=Roja, E3=Amarilla de marangani, E4=Pasancalla ploma, E5=Mistura, E6=Chullpi rosada, E7=Cuchiwillla, E8=Ayara y E9=Chullpi blanca.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 25, se observa que el ecotipo Amarilla de marangani y Mistura tuvieron los mayores rendimientos de 1808.00 kg/ha y 1653.17 kg/ha respectivamente, bajo de un costo total de S/. 3014.99 y S/. 2961.70 obteniéndose utilidades netas de S/. 18681.01 y S/. 16876.34, con rentabilidades de 619.60% y 569.60% y una relación B/C de S/. 6.20 y S/. 5.70 respectivamente. El tratamiento con más bajo rendimiento fue el ecotipo Chullpi rosada con 189.33 kg/ha, bajo un costo total de S/. 2446.49 generando

una utilidad neta de S/. -174.53, con rentabilidad de -7.13% y relación B/C muy negativa de S/. -0.07 lo cual está indicando que pérdida, ya que para que un cultivo sea rentable tiene que ser mayor a 1.

CUADRO 25

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS ECOTIPOS DE QUINUA, CON DOSIS DE EM AL 15% (M2) Y SIN PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS (A0)

Trat.	1. Producción (kg/ha)	2. Precio Promedio de Venta x Kg (S/.)	3. Costo Total (S/.)	4. Ingreso total (S/.)	5. Utilidad Neta (S/.)	7. Renta- bilidad (%)	8. Relación B/C (S/.)
E6M2A0	189.33	12.00	2446.49	2271.96	-174.53	-7.13	-0.07
E9M2A0	397.33	12.00	2518.67	4767.96	2249.29	89.30	0.89
E4M2A0	614.50	12.00	2594.74	7374.00	4779.27	184.19	1.84
E7M2A0	869.67	12.00	2685.54	10436.04	7750.50	288.60	2.89
E8M2A0	945.83	12.00	2711.77	11349.96	8638.19	318.54	3.19
E2M2A0	1004.50	12.00	2733.34	12054.00	9320.67	341.00	3.41
E1M2A0	1258.83	12.00	2822.76	15105.96	12283.20	435.15	4.35
E5M2A0	1653.17	12.00	2961.70	19838.04	16876.34	569.82	5.70
E3M2A0	1808.00	12.00	3014.99	21696.00	18681.01	619.60	6.20

Donde: E1= Negra collana, E2=Roja, E3=Amarilla de marangani, E4=Pasancalla ploma, E5=Mistura, E6=Chullpi rosada, E7=Cuchiwillla, E8=Ayara y E9=Chullpi blanca.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 26, se observa que el ecotipo Negra collana y Mistura tuvieron los mayores rendimientos de 3072.17 kg/ha y 2096.33 kg/ha respectivamente, bajo de un costo total de S/. 4534.92 y S/. 4295.39 obteniéndose utilidades netas de S/. 32331.12 y S/. 20860.57, con rentabilidades de 712.94% y 485.65% y una relación B/C de S/. 7.13 y S/. 4.86 respectivamente. El tratamiento con más bajo rendimiento fue el ecotipo Chullpi blanca con 374.33 kg/ha, bajo un costo total de S/. 3690.83 generando una utilidad neta de S/. 801.13, con rentabilidad de 21.71% y relación B/C muy baja de S/. 0.22 lo cual está indicando que pérdida, ya que para que un cultivo sea rentable tiene que ser mayor a 1.

CUADRO 26

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS ECOTIPOS DE QUINUA, CON DOSIS DE EM AL 15% (M2) Y CON PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS (A1)

Trat.	1. Producción (kg/ha)	2. Precio Promedio de Venta x Kg (S/.)	3. Costo Total (S/.)	4. Ingreso total (S/.)	5. Utilidad Neta (S/.)	7. Renta- bilidad (%)	8. Relación B/C (S/.)
E9M2A1	374.33	12.00	3690.83	4491.96	801.13	21.71	0.22
E6M2A1	482.67	12.00	3729.88	5792.04	2062.16	55.29	0.55
E4M2A1	750.83	12.00	3823.87	9009.96	5186.09	135.62	1.36
E2M2A1	1276.17	12.00	4008.24	15314.04	11305.80	282.06	2.82
E7M2A1	1590.17	12.00	4117.36	19082.04	14964.68	363.45	3.63
E8M2A1	1904.83	12.00	4232.19	22857.96	18625.77	440.10	4.40
E3M2A1	2091.17	12.00	4293.69	25094.04	20800.35	484.44	4.84
E5M2A1	2096.33	12.00	4295.39	25155.96	20860.57	485.65	4.86
E1M2A1	3072.17	12.00	4534.92	36866.04	32331.12	712.94	7.13

Donde: E1= Negra collana, E2=Roja, E3=Amarilla de marangani, E4=Pasancalla ploma, E5=Mistura, E6=Chullpi rosada, E7=Cuchiwilla, E8=Ayara y E9=Chullpi blanca.

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El rendimiento de los ecotipos pigmentados de quinua nativa, tienen diferencia significativa estadísticamente, debido a que sus características morfológicas y genotípicas propias de cada ecotipo, teniendo los mayores rendimientos en promedio serían negra collana 1904.35 kg/ha, mistura 1739.48 kg/ha, amarilla de Marangani, 1626.73 kg/ha. La respuesta de los mismos a las aplicaciones agroecológicas persiste, alcanzando rendimientos importantes en la triple interacción, ecotipos de quinua x dosis de EM 15% y aplicaciones agroecológicas (abono orgánico y control ornitológico), el ecotipo negra Collana tuvo 3072.17 kg/ha, seguido del mismo ecotipo más la dosis de EM al 10% y sin prácticas agroecológicas con 2394.67 kg/ha, lo que nos permite concluir que las aplicaciones de dosis al 15% de EM y aplicaciones agroecológicas, influyen en el rendimiento de ecotipos de quinua pigmentada.
2. El análisis microbiológico, reveló que hubo un incremento significativo de los microorganismos al comparar el análisis inicial con el final, en bacterias aerobias de incremento de 45×10^2 a 112×10^2 , levaduras de negativo a 2×10^2 , mohos de 24×10^2 a 32×10^2 , lactobacillus de negativo a 1×10^2 y actinomicetos de 12×10^2 a 60×10^2 . Estos resultados son producto de la aplicación de estiércol y la dosis de EM que mejoraron la población microbiana. Además el análisis de suelo, mostró que un ligero incremento de la Materia orgánica de 0.4% y de 0.03 % de nitrógeno total, para el análisis final, así mismo se observa un incremento en conductividad

- eléctrica, una ligera disminución del fósforo ya que el cultivo de quinua demanda del elemento fosforo y un incremento de los cationes intercambiables de Ca, Mg, K y Na, y la capacidad del intercambio catiónico, posiblemente debido fundamentalmente a la aplicación de materia orgánica y su sinergismo con los microorganismos eficaces.
3. Los pigmentos caracterizados en los ecotipos pigmentados de quinua nativa fueron betacianinas (roja a violeta) y betaxantinas (amarilla a naranja); en la clasificación de colorante natural según la CEE la codificación que más ha predominado es "150 a 159". Por sus características de pigmentados se usan en forma tradicional como en bebidas (chicha), Pissara (graneado), Lawa (mazamorra), Kispiño (panecillo) y otros utilizados en las comidas diarias del poblador andino.
 4. El análisis económico reveló que bajo la dosis de EM al 15% y con aplicaciones agroecológicas, el ecotipo negra Collana y mistura tuvieron utilidades netas de S/. 32331.12 y S/. 20860.57, bajo un costo total de S/. 4534.92 y S/. 4295.39 obteniéndose, con rentabilidades de 712.94% y 485.65% y una relación B/C de S/. 7.13 y S/. 4.86 respectivamente. Lo que nos permite concluir que las dosis EM al 15% y aplicaciones agroecológicas producen utilidades netas importantes, así como rentabilidades, relaciones B/C muy considerables.

RECOMENDACIONES

1. Por los resultados obtenidos se recomienda cultivar los ecotipos de quinua nativa de color negra Collana y mistura, con la aplicación de microorganismos eficaces EM al 15% y aplicaciones agroecológicas de abonamiento y control ornitológico con papel dorado en forma triangular, por haber presentado buenos resultados en rendimiento.
2. Introducir la tecnología de los microorganismos eficaces bajo un enfoque agroecológico en la mejora de las características físicas, química y biológica del suelo, por los resultados obtenidos.
3. Realizar investigaciones con los ecotipos de quinua nativa de color con fines de mejoramiento genético para la obtención de nuevas ecotipos de pigmentados y que sean lanzados como variedad puras.
4. Fomentar la práctica de la agricultura agroecológica a nivel tecnológico, con fines de mejoramiento en la producción, conservación de suelos y medio ambiente, para contribuir con la producción de alimentos orgánicos y nutritivos para la alimentación del ser humano.
5. Mantener la biodiversidad de los colores naturales.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTIERI, M. (1983) Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Comunidad Norman. Madrid. 58 p.
- ÁLVAREZ, Z.F. y TUSA, E.R. (2009) Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales Escuela de Ingeniería Agroindustrial “Elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa W.*)”. Tesis de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial. Ibarra-Ecuador. 122 p.
- ALLEGRA, M., FURTMULLER, P., JANTSCHKO, W., ZEDERBAUER, M., TESORIERE, L., LIVREA, M. Y OBINGER, C. (2005) Mechanism of interaction of betanin and indicaxanthin with human myeloperoxidase and hypochlorous acid. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 332, 837–844.
- APROLAB. (2007) Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción laboral en el Perú-Capacítate Perú). Manual para la producción de compost con Microorganismos Eficaces. Lima, Perú.
- APAZA, V. y DELGADO, P. (2005) Manejo y Mejoramiento de Quinua Orgánica. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria.



Dirección de Investigación Agraria. Manual N° 01-2005. Puno, Perú.
150 p.

ATLAS, R.M. y BARTHA, R. (2002) "Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental", Pearson Educación S.A. Madrid.

BADUI, D. S. (1993) Química de los Alimentos. Editorial Pearson Educación, 3a Ed. México. 377 – 405.

BAREA, J.M. (1998) Biología de rizosfera. Investigación y ciencia (Scientific American), 256:74-81.

BAREA, J. M. y OLIVARES, J. (1998) Manejo de las propiedades biológicas del suelo. En: agricultura sostenible. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. pp: 173-193.

BELIZARIO, N. (2011) Microorganismos Eficaces (EM) en la descomposición del estiércol de alpaca para el abonamiento de los bofedales altoandinos. Tesis de Maestría en Agricultura Andina, Mención en Agricultura Orgánica. Universidad Nacional Del Altiplano-Puno. 80 p.

BUIZON TOMAS B., DIMACULANGAN MEDEL R., MACASAET GENALYN B., SONACO-MICTAT RUTH S., SISON MARIQUEZ A. (1995 – 1996) ITCPH Farm Trial on The Use of Effective Microorganisms (EM). A study conducted at ITCPH Small Unit Farm from 23 August 1995 to 23 January



1996 in collaboration with Larutan resources Development Corporation, a Japanese.

BLANCO, O. (1993) Los recursos genéticos en los sistemas productivos andinos: conservación in situ. 1. ed. Lima, Perú. pp:121-146.

BUCKMAN; BRADY. (1997) Naturaleza y Propiedades de los suelos. Reimpresión. Editorial Montana y Simón. S. A. Barcelona, España. 321 p.

CACCIAMANI, M. A. (2004) Lombricultura. 2º Ed. Buenos Aires, AR, Hemisferio Sur S.A. 70 p.

CAHUI, J. (2010) Efecto de tres formulaciones de Bokashi-EM en cinco variedades del cultivo de quinua (*Chenopodium quínoa* Willd.). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano-Puno. 100 p.

CARDENAS, G. (1999) Selección de cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) por su resistencia a la sequía. Tesis de Ing. Agro. Universidad Nacional de San Agustín. Carrera Profesional de Agronomía. Arequipa, Peru. pp: 98.

CALZADA, J. (1982) Métodos Estadísticos para la investigación. 5ta edición. Editorial Milagros. Lima, Perú. 611 p.

CIRNMA. (1997) Manual de productor de Quinoa Fondo Perú Canadá, 1ª Edición, editorial Altiplano E.I.R.L. Puno, Perú 158 p.

CONDIZA, C. (1998) Agricultura sostenible. Ministerio de Agricultura. Fundación integral campesina "PINTE C". Servicio Nacional de Aprendizaje "SENA". Impreso litografía Gemini.

CROVETTO, C. (1999) Agricultura de conservación: el grano para el hombre la paja para el suelo. 1. ed. Chile. Editorial Mundi Prensa, 316 p.

CHURA, E. (2006) Proceso productivo de la quinua. Proyecto: Capacitación y asesoramiento técnico a productores de quinua en las provincias de Lampa y San Román. Manual N°01. Gobierno Regional Puno-Dirección Regional Agraria Puno. 80 p.

DELGADO-VARGAS, F., JIMENEZ, A.R. Y PAREDES-LOPEZ, O. (2000) Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains characteristics, biosynthesis, processing, and stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 40, 173–289.

DIRECCIÓN REGIONAL AGRARIA PUNO. (2006) Proceso productivo de la Quinoa. Proyecto: Capacitación y Asesoramiento técnico a productores de quinua en las provincias de Lampa y San Román. Manual N° 01. 79.



- DIRECCIÓN GENERAL DE COMPETITIVIDAD AGRARIA. (2013) Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva. Ministerio de Agricultura. Dirección de Información Agraria. 28 p.
- EARLY, R. (1998) Tecnología de productos lácteos, Editorial Acribia Zaragoza España.
- EYHORN, F.; HEEB, M.; WEIDMANN, G. (2005) "IFOAM", Manual de capacitación en agricultura orgánica para los trópicos. Trad. JUAN ANTONIO AGUIRRE. Alajuela, Costa Rica. 220 p.
- ESPINOZA, W. (1997) Los incas: economía sociedad y estado en la era del tahuantinsuyo. 3. ed. Lima – Perú. Editorial Amaru. 510 p.
- ESTUARDO DEL CID, H. (2004) Extracción, a nivel de laboratorio, de los pigmentos colorantes del tipo flavonoides contenidos en la flor del subín (*Acacia farnesiana L. Willd*) proveniente de un bosque silvestre guatemalteco. Tesis de Ingeniero Químico. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Guatemala. 92 p.
- FAO. (1995) Fertilizantes: soil management and plant nutrition in farming systems. Bolivia, FAO. 105 p.



- FAO. (2011) La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Equipo Multidisciplinario para América del Sur. 66 p.
- FLORES, A.L. y CHURA, E. J. (2005) Costos de producción y alternativas tecnológicas de cultivos andinos. Editorial Universitaria. Puno, Perú. 293 p.
- HENDRIKS, HJM. and VAN de WEERDHOF, A.M. (1999) Dutch notes on BAT (Best Available Techniques) for pig and poultry intensive livestock farming. Pág. 22-38.
- FRANCO, P. (1998) Evaluación de estados financieros. Ajuste por efecto de inflación y análisis financieros. Universidad del Pacifico. Centro de Investigación. Lima, Perú. 75p.
- FERNÁNDEZ, R.; TRAPERO, A. Y DOMÍNGUEZ, J. (2010) Experimentación en Agricultura. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca. Servicio de Publicaciones y Divulgación. Andalucía, España. 350 p.
- FORNI, E., POLESELLO, A., MONTEFIORI, D. Y MAESTRELLI, A. (1992) Highperformance liquid chromatographic analysis of the pigments of blood-red prickly pear (*Opuntia ficus-indica*). *Journal of Chromatography* 593, 177-183.
- FUNDASES. (2006) Compostaje con la Tecnología EM. Boletín técnico. Año 3. Número 3. Bogotá Colombia.



- FUNDASES. (2007) ¿Que son los alimentos ecológicos?. Edic. RBA Integral, Barcelona.
- GIUSTI, K. (1970) El género *Chenopodium* en la Argentina. I. Número de cromosomas. Darwiniana 16: 98-105.
- GOMEZ, L.R. y EGUILUZ, A. L. (2011) Catálogo del banco de Germoplasma de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Universidad Nacional Agraria La Molina. 183 p.
- GUTIERREZ, H. y DE LA VARA. (2008) Análisis y Diseño de Experimentos. Segunda Edición. Edit. McGraw-Hill. Interamericana Editores S.A. de C.V. México.
- HART, A. (1999) En Cultura y Desarrollo, Dossier. Instituto Cubano del Libro, La Habana.
- HERRERA, F; VELASCO, C; DENEN, H; RADULOVICH, R. (1994) Fundamnetos de análisis económico; Guía para la investigación y extensión rural. Serie técnica, Informe técnico nº 228; CATIE. Turrialba, Costa rica. 62 p.
- HEISSER, C. B. y NELSON, D. C. (1974) On the origen of the cultivated chenopods (*Chenopodium*). Genetic 78: 503-505.



- HERNÁNDEZ, J.F. (1999) Estudio de pigmentos por medio de microscopía electrónica; casos amarillo (PY13) y azul (C.I. 15:1). Tesis de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Mecánica con especialidad en Materiales. Universidad Autónoma de Nueva León. 92 p.
- HIGA, T. (2002) Una revolución para salvar la Tierra, Emro Europe Branco, Sant Jaume d' Enveja.
- HIGA, T. (1993) Una revolución para salvar la tierra. Una forma de resolver los problemas de nuestro mundo a través de los Microorganismos Efectivos (EM). Trad. M. del MAR RIERA. 2002. España. 332 p.
- HIGA, T.; CHINEN, N. (1998) EM treatments of odor, waste waster and environmental problems. College of Agriculture, University of the Ryukyus, Okinawa, JP.
- HIGA, T. (2009) Microorganismos Benéficos y Efectivos para una Agricultura y Medio Ambiente Sostenible. Traducido por FUNDASES: Paula Andrea Rueda Peña, Ingeniera Agrónoma, Licenciada en Ciencias Agrícolas. Centro Internacional de Investigación de Agricultura Natural. 14 p.
- HIGA, T. y PARR, J.F. (1994) Manual de uso de EM. Microorganismos Benéficos y Eficaces para una Agricultura y Medio Ambiente Sostenible. Servicio de la Investigación Agropecuaria, Departamento de Agricultura de los EE.UU. Beltsville, Maryland, EE.UU.,



HONORATO, R. (2000) Manual de Edafología. 4ta Ed. Editorial Omega.
México.

IBAÑEZ, V. (2009) Análisis y Diseño de Experimentos. Primera Edición. Edit.
Universitaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Puno – Perú.

JACOBSEN, S.E., E. RUIZ, A. MUJICA, J.L. CHRISTIANSEN y R. Ortiz.
(1999) Evaluación de accesiones de quinua para la tolerancia a salinidad.
In, Libro de Resúmenes (eds. Jacobsen, S.-E- & A. Valdez), primer Taller
Internacional sobre Quinua – Recursos Genéticos y Sistemas de
Producción, 10 – 14 DE May. UNALM, Lima, Perú, 131 p.

JOSÉ, L. N. (2005) Cuantificación de la Composición Microbiológica de Cuatro
Abonos Orgánicos usando EM (Microorganismos Eficaces) como Índice
Comparativo. Trabajo de graduación presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo con el grado de Licenciatura
Guácimo, Costa Rica.

LAMPKIN, N. (1998) Agricultura ecológica. Ediciones Mundi-Prensa (editorial
española). 725 p.

LABRADOR, J. (2001) La materia organica en los agroecosistemas. 2da. Ed.
Corregida y ampliada. Ediciones Mundi-Prensa.España. 293 p.



- LEÓN, J. M. (2003) Cultivo de la Quinoa en Puno-Perú. Descripción, Manejo y Producción. Puno-Perú. 63 p.
- MAU, FRANZ-PETER. (2006) Microorganismos Efectivos. ed. Integral.
- MAU, FRANZ-PETER. (2002) Microorganismos Efectivos. 1ra ed. Barcelona, España. Impreso por Novagrafik (Montcada i Reixac). 237 p.
- MAMANI, E. (2001) Materia orgánica y Producción de abonos orgánicos para la agricultura ecológica. 1ra edic. Puno, Perú. 223 p.
- MARCA, M. (2007) Informe Final sobre Procesos e Investigaciones Agroindustriales en Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). 54 p.
- MARGALEF, R. (1983) Limnología. Ed. Omega, Barcelona, España Mathar M'Bow Amadou.» Cultura y Desarrollo: La dimensión humana, en El Correo de la UNESCO, Julio de 1982.
- MARCA, S.; CHAUCHA, W.; QUISPE, J.C., MAMANI, V. (2011) Comportamiento actual de los agentes de la cadena productiva de quinoa en la Región Puno. Gobierno Regional Puno-Dirección Regional Agraria Puno. Proyecto: Desarrollo de Capacidades de la Cadena Productiva de Quinoa en la Región Puno. Puno, Perú. 82 p.



- MEDINA, D. (2009) Efecto de abonos orgánicos y microorganismos eficaces en dos variedades de melón (*Cucumis melo* L.) – Moquegua”. Tesis de Ingeniero agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 102 p.
- MIYASHIRO, G. Y MEGGSS, J.C. (2007) Medición del efecto de la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) en la generación de gas metano (CH₄) en los sistemas biodigestores a escala. Tesis de Licenciatura en Ciencias Agrícolas y el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad EARTH. Guácimo, Limón Costa Rica. 65 p.
- MONTEROS C. (2000) Respuesta de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a diferentes bajas temperaturas en tres fases fenológicas. Tesis de maestro en Ciencias. Universidad Nacional del altiplano, Escuela de Postgrado, Maestría en Agricultura Andina. Puno, Perú. 107 p.
- MORAL, M.C. (2001) Estudio de los colorantes alimentarios para su aplicación en las Bellas Artes. Tesis doctoral. FACULTAD DE BELLAS ARTES. 79 p.
- MORALES C.B. (1988) Manual De Ecología. Instituto de Ecología de La U.M.S.A
- MONTGOMERY, D.C. (2002) Diseño y Análisis de Experimentos. Segunda Edición. Edit. Limusa Wiley, México.



- MUJICA, A., IZQUIERDO, J., MARATHEE, J.P., JACOBSEN, S. (2000) Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) - ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Publicación de la FAO.
- MUJICA, A., ORTIZ, R., CANAHUA, A., ROSELL, J., PONCE, R. (2003) Cultivo de quinoa. Fondo Fiduciario Pérez Guerrero. Proyecto quinoa Perú-Bolivia-Colombia. Puno-Perú. 23 p.
- MUJICA, A.; Izquierdo, J.; Marathee, j. y Jacobsen, E. (2004) Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral cultivo del presente y futuro. FAO Santiago, Chile 30-49 p.
- MUJICA, A. y JACOBSEN, S. E. (2001) Recursos Genéticos y Mejoramiento de la Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). En: Primer taller internacional sobre quinoa. Org. Proyecto quinoa CIP-DANIDA, CIP, UNAP, UNALM. Lima. Perú.
- MUJICA, A., GOMEL, Z., CHAMBI, W., CUTIPA, S., TOTO, F., RUIZ, E., RAMOS., E. (2004) Fenología campesina de la quinoa. Artículo. 4 p.
- MLIKOTA, F; SMILANICK, J.L; MANSOUR,M; MACKEY, B.E. (2004). Survival of spores of *Rhizopus stolonifera*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea* y *Alternaria alternata* after exposure to ethanol solution at various temperatures. *Journal of applied microbiology*.



NUÑEZ HURTADO CARLOS. (1995) Permiso para Pensar. Editado por el Centro de Investigaciones Comunitaria de México, México.

OMELIANOVSKI. M y OTROS. (1981) La Dialéctica y los Métodos Científicos Generales de Investigación. Editorial de Ciencias Sociales, La Habana.

PACCO, N. (2004) Cálculo de dosis de fertilización y abonamiento para los cultivos. Informe en el examen de suficiencia para la obtención del título profesional de Ing. Agrónomo, Facultad de Ciencia Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 58 p.

PALAGUACHI, J.I. y PATIÑO, L.X. (2012) Propuesta de un Micro emprendimiento para la creación de un restaurante utilizando la quinua como producto principal. Tesis de grado. Facultad de Ciencias de la Hospitalidad. Carrera de Gastronomía. Universidad de Cuenca. Ecuador. 90 p.

PANKHURST, C; DOUBE, B. GUPTA, V. (1998) Biological Indicators of Soil Health: Synthesis. In Biological indicators of soil health. Editado por Pankhurst, C; Doube, B; y Gupta, V. Wallingford, UK, CAB INTERNATIONAL. p. 297-347.

PAPENDICK, R; PARR, J; HORNICK, S. (1995) The concept of Soil Quality: new perspectives for nature farming and sustainable agriculture. In



Memorias de la Fourth International Conference of Kyusei Nature Farming, París, France. p. 112-117.

PAURO, L. (2009) Evaluación de mecanismos de protección para el control de aves plaga en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la localidad de Salcedo – Puno. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano-Puno. 148 p.

PAREDES, B. (2002) Análisis y obtención de colorante natural a partir de *Baccharis latifolia* (Chilca). Tesis de Ingeniero textil. Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador 137 p.

PAZ, L. (1992) Filosofía para el desarrollo de los ecosistemas andinos. En el Agroecosistema Andino: problemas, limitaciones y perspectivas. Anales del taller internacional sobre el agroecosistema andino. Marzo 30 de abril 2. Lima, Perú. Pp 11 – 29.

Pratt Lyde S. (1947) The Chemistry and Physics of Organic Pigments, p. 18,19, 67,278, John Wiley & Sons, New York.

PRIMAVESI, A. M. (1962 – 1994) Effect of Microbial Inoculants and Mineral Elements on Drought Resistance and Yield of Field Bean. Fazenda Ecológica Itaí SP Brazil.

QUISPE, V. (2010) Rendimiento de dos variedades de ají paprika (*Capsicum annum* L.) con dos abonos orgánicos y microorganismos eficaces en



Pampa San Antonio – Moquegua. Tesis de Ingeniero agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 190 p.

RAMÍREZ, M.A. (2006) Tecnología de Microorganismos Efectivos (EM) aplicada a la Agricultura y medio Ambiente Sostenible. Monografía. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Química. Especialización de Ingeniería Ambiental. Bucaramanga, Colombia. 42 p.

RASMUSSEN, C., LAGNAOUI, A., ESBJERG, P. (2003) Los avances en el conocimiento de alimañas de la quinua. La Revolución de la comida. Int. 19: pp: 61-75.

RISI, J. (1997) La quinua: actualidad y perspectivas. In: Taller sobre desarrollo sostenible de la quinua. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA, Cámara de Exportadores. La Paz, Bolivia. 21 de noviembre de 1997.

ROBLES, J.; JACOBSEN, S.E.; RASMUSSEN, C.; OTAZU, V.; MANDUJANO, J. (2001) Aves Plagas y Medidas de Control en Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), p. 97. Resúmenes. XLIII Convención Nacional de Entomología. Huancayo, Sociedad Entomológica del Perú.



- ROSAS, M. (1975) Evaluación de siete variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis de Ing. Agro. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias. Puno, Perú. 132 p.
- SÁENZ, C. (2006) Utilización agroindustrial del nopal. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 165 p.
- SCHNITZER, M. (1990) Selected methods forte characterization of soil humic substances. En: p. McCarthy y Cols. (Ed.): humic sustances in soil and crop sciences. ASA & SSSA.Madison. pp: 65-89.
- SALAZAR, E.; FORTIS, M.; VÁZQUEZ, A. Y VÁZQUEZ, C. (2003) Abonos Orgánicos y Plasticultura. , México, Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCyTED. 233 p.
- SANCHEZ., C. (2003) Abonos orgánicos y lombricultura. 3a ed. Perú: Ripalme. 2ªed. 345 pág.
- SENAMHI. (2012). Boletín regional. Puno, Perú. 65 p.
- SUCA Y., A. (2001) Horticultura. Separata del curso de Horticultura, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 113 p.



- SUQUILANDA, M. (1996) Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. Editorial Abya-yala. Ediciones UPS. FUNDAGRO. Quito, Ecuador. 654 p.
- TAPIA, N. (2002) Agroecología y agricultura campesina sostenible en los Andes bolivianos. AGRUCO, Plural editores. Primera edición. La Paz – Bolivia. 375 p.
- URIBE, L. (2003) Calidad microbiológica e inocuidad de abonos orgánicos. In Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura (2003, San José, CR). Memoria. Ed. G Meléndez. San José, CR, CIA-UCR. 165-184 pp.
- VÁSQUEZ, A.V. (1990) Experimentación agrícola. 1ra edición. Editorial Amaru. Lima, Perú. 275 p.
- VILLEGAS, R. L., GARCÍA, H. F., CABALLERO, A. Y., SANTOS de FLORES E. (1983) Estudio de los colorantes del betabel (*Beta vulgaris* L.). Revista de la Sociedad Química de México. 27 (4) jul-ag.: 175-183.
- WILSON, H. D. (1976) A biosystematic study of the cultivated Chenopods and related species. Thesis Ph. D. Bloomington, University of Indiana. 1976.
- ZAMBRANO. C., JACOBSEN, S.E., RASMUSSEN, C. (2001) Aves Plagas en una zona nueva de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) de la Sierra

Central de Perú, p. 96. Resúmenes. XLIII Convención Nacional de Entomología. Huancayo, Sociedad Entomológica del Perú.

ZANABRIA, E.; BANEGAS, M. (1997) Entomología económica sostenible. Plagas de los cultivos andinos: Papa y Quinoa y el Manejo agroecológico en ecosistemas frágiles de la región andina. Primera edición. Aquarium Impresores y editores. Puno, Perú.

Investigaciones y publicaciones en páginas de internet:

BANCO MUNDIAL. Producción Orgánica De Quinoa [en línea]. Ecuador: Servicio De Información Agropecuaria Del Ministerio De Agricultura Y Ganadería Del Ecuador (consultado el 2 de setiembre del 2006 – 14:40). Disponible en URL:
http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/granos%20cereales/quinoa/produccion_organica_quinoa.htm

BIOEM. (2009). EM1 (Microorganismos eficaces). Ficha Técnica. Agricultura. Copyright © Derechos Reservados - Ancash 2009. (Consultado el 25 de Noviembre del 2009-16:30 pm.) Disponible en URL:
<http://www.bioem.com.pe>

BIOEM. (2010). Noticias EM. Consultado el 28 de abril del 2013; 17:55 pm. Disponible en URL: <http://www.bioem.com.pe/noticia.php?cod=10>

CORREA, M. (2011). ¿Cuál es la tecnología de los microorganismos eficaces?

¿Cómo nos puede ayudar?. Artículo. Consultado el 10 de noviembre del

2013; 3:30 pm. Disponible en URL:

<http://www.docstoc.com/docs/36274597/Algunas-direcciones-en-las-que-s>

HUACHI, L. (2008). Mejoramiento del suelo mediante la producción de un

abono orgánico a partir de estiércol animal, en el parque Metropolitano de

Quito. Tesis de Magíster en Gestión Ambiental y la Industria. Maestría en

Gestión Ambiental. Universidad Internacional SEK. Quito, Ecuador. 144 p.

Consultado el 15 de Junio del 2014; 18:45 pm. Disponible en URL:

<http://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/193/1/MEJORA>

[MIENTO%20DEL%20SUELO%20MEDIANTE%20LA%20PRODUCCION](http://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/193/1/MEJORA)

[%20DE%20UN%20ABONO%20ORGANICO.pdf](http://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/193/1/MEJORA)

MARCA, M. (2007). Informe final sobre procesos e investigaciones

agroindustriales en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). 54 p. consultado

el 18 de marzo del 2013-16:20 pm. Disponible en URL:

<http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/738/1/BVCI0>

[000079.pdf](http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/738/1/BVCI0)

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y

LA ALIMENTACIÓN. AGRICULTURA ORGÁNICA [en línea]. EE.UU.

Departamento de Agricultura, Bioseguridad, Nutrición y Protección del

Consumidor: (consultado el 2 de setiembre del 2006 – 14:45).

Disponible en URL: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp3.htm>

ROBLES, J.; JACOBSEN, S-E.; RASMUSSEN, C.; OTAZU, V.; MANDUJANO, J. (2003). Plagas de aves en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y medidas de control en el Perú Central. Rev. Per. Ent. 43: 147-151. [en línea]. 2008 [consultado el 22 de agosto del 2007 – 14: 25].

Disponible en: Web:http://www-u.life.uiuc.edu/~clausr/robles2003_1599_avesquinoa.pdf

SALCINES, F. (2009). Cadena agroalimentaria de la Quinoa y la Maca peruana y su comercialización en el mercado español. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. E.T.S. Ingenieros agrónomos de Madrid. 432 p.

Disponible en Web:

http://oa.upm.es/3085/1/FERNANDO_SALCINES_MINAYA.pdf

USDA. Las Normas de Manejo de la Producción Orgánica [en línea]. EE.UU.: Programa Nacional Orgánica (consultado el 2 de setiembre del 2006 – 14:43).

Disponible en URL: www.ams.usda.gov/nop/FactSheets/ProdHandS.html

VERGARA, C. (2013). Extracción y estabilización de betalaínas de tuna púrpura (*Opuntia ficus-indica*) mediante tecnología de membranas y microencapsulación, como colorante alimentario. Tesis de Doctor en Nutrición y Alimentos. Facultad de Ciencias Agronómicas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Facultad de Ciencias Veterinarias y



Pecuarias e Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 129 p.

YOSHIKO, S. (1996). Colorantes Naturales. Biblioteca Nacional de Antropología e Historia (INAH), México. 57-59 pp. Disponible en web:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meiq/perez_l_oa/capitulo_4.pdf; www.emtech.org<http://www.fundases.com>
<http://www.earth.ac.cr/esp/graduados/organizaciones.html>



ANEXOS

Anexo 1. Datos de rendimiento (g) de ecotipos de quinua, más dosis de EM y más practicas agroecológicas.

Bloque	E1						E2						E3					
	M0		M1		M2		M0		M1		M2		M0		M1		M2	
	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1
1	581.0	1215.6	1490.7	1120.6	541.4	1619.9	364.3	519.2	360.1	705.9	682.1	614.4	235.5	858.8	600.2	1360.2	739.2	1251.5
2	419.0	1570.3	1671.4	1380.0	825.0	1745.5	242.3	379.4	101.8	404.7	566.6	1181.2	304.7	1309.7	922.0	956.5	1552.0	1399.4
3	416.0	1046.4	1148.3	712.0	899.4	2164.4	187.7	150.6	148.0	392.1	559.5	501.6	628.4	1247.4	647.7	1479.0	963.3	1113.3
SUMA	1416.0	3832.3	4310.4	3212.6	2265.8	5529.8	794.3	1049.2	609.9	1502.7	1808.2	2297.2	1168.6	3415.9	2169.9	3795.7	3254.5	3764.2
PROM	472.0	1277.4	1436.8	1070.9	755.3	1843.3	264.8	349.7	203.3	500.9	602.7	765.7	389.5	1138.6	723.3	1265.2	1084.8	1254.7
	E5																	
	M0		M1		M2		M0		M1		M2		M0		M1		M2	
	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1
1	186.9	376.6	386.9	454.7	256.1	457.4	561.9	1577.6	761.0	1522.7	893.6	1176.7	34.6	191.4	36.1	248.6	93.0	440.6
2	461.5	395.1	143.7	345.9	404.8	498.2	583.3	1106.8	1209.1	1703.1	1276.7	1059.3	137.7	130.4	81.2	196.8	95.7	162.7
3	230.5	370.4	187.3	970.6	445.1	395.9	472.0	1343.8	474.8	721.1	805.5	1537.4	143.3	160.8	114.7	166.7	152.1	265.5
SUMA	878.9	1142.1	717.9	1771.2	1106.0	1351.5	1617.2	4028.2	2444.9	3946.9	2975.8	3773.4	315.6	482.6	232.0	612.1	340.8	868.8
PROM	293.0	380.7	239.3	590.4	368.7	450.5	539.1	1342.7	815.0	1315.6	991.9	1257.8	105.2	160.9	77.3	204.0	113.6	289.6
	E6																	
	M0		M1		M2		M0		M1		M2		M0		M1		M2	
	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1
1	408.0	682.4	109.9	497.7	483.4	905.2	138.4	714.9	654.2	569.2	232.8	930.3	187.8	436.0	72.4	153.4	168.6	164.9
2	611.0	1216.3	488.5	1018.6	680.1	961.9	1169.0	744.0	967.6	505.3	286.8	1559.9	278.8	383.3	267.5	478.6	114.6	332.8
3	1061.7	719.5	753.0	594.4	402.0	995.3	477.5	1106.4	1388.0	603.1	1182.8	938.6	101.4	273.2	136.6	48.5	431.9	176.1
SUMA	2080.7	2618.2	1351.4	2110.7	1565.5	2862.4	1784.9	2565.3	3009.8	1677.6	1702.4	3428.8	568.0	1092.5	476.5	680.5	715.1	673.8
PROM	693.6	872.7	450.5	703.6	521.8	954.1	595.0	855.1	1003.3	559.2	567.5	1142.9	189.3	364.2	158.8	226.8	238.4	224.6
	E7																	
	M0		M1		M2		M0		M1		M2		M0		M1		M2	
	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1	A0	A1
1	408.0	682.4	109.9	497.7	483.4	905.2	138.4	714.9	654.2	569.2	232.8	930.3	187.8	436.0	72.4	153.4	168.6	164.9
2	611.0	1216.3	488.5	1018.6	680.1	961.9	1169.0	744.0	967.6	505.3	286.8	1559.9	278.8	383.3	267.5	478.6	114.6	332.8
3	1061.7	719.5	753.0	594.4	402.0	995.3	477.5	1106.4	1388.0	603.1	1182.8	938.6	101.4	273.2	136.6	48.5	431.9	176.1
SUMA	2080.7	2618.2	1351.4	2110.7	1565.5	2862.4	1784.9	2565.3	3009.8	1677.6	1702.4	3428.8	568.0	1092.5	476.5	680.5	715.1	673.8
PROM	693.6	872.7	450.5	703.6	521.8	954.1	595.0	855.1	1003.3	559.2	567.5	1142.9	189.3	364.2	158.8	226.8	238.4	224.6



Anexo 2. Análisis estadístico de rendimiento de ecotipos de colores de quinua nativa mediante paquete estadístico S.A.S. ver. 9.0

Sistema SAS 00:00 Wednesday, July 23, 2003 84

Obs	ESPECIE	EM	PRACTICAS	BLOQUE	RDTO
1	E1	M0	A0	1	581.0
2	E1	M0	A0	2	419.0
3	E1	M0	A0	3	416.0
4	E1	M0	A1	1	1215.6
5	E1	M0	A1	2	1570.3
6	E1	M0	A1	3	1046.4
7	E1	M1	A0	1	1490.7
8	E1	M1	A0	2	1671.4
9	E1	M1	A0	3	1148.3
10	E1	M1	A1	1	1120.6
11	E1	M1	A1	2	1380.0
12	E1	M1	A1	3	712.0
13	E1	M2	A0	1	541.4
14	E1	M2	A0	2	825.0
15	E1	M2	A0	3	899.4
16	E1	M2	A1	1	1619.9
17	E1	M2	A1	2	1745.5
18	E1	M2	A1	3	2164.4
19	E2	M0	A0	1	364.3
20	E2	M0	A0	2	242.3
21	E2	M0	A0	3	187.7
22	E2	M0	A1	1	519.2
23	E2	M0	A1	2	379.4
24	E2	M0	A1	3	150.6
25	E2	M1	A0	1	360.1
26	E2	M1	A0	2	101.8
27	E2	M1	A0	3	148.0
28	E2	M1	A1	1	705.9
29	E2	M1	A1	2	404.7
30	E2	M1	A1	3	392.1
31	E2	M2	A0	1	682.1
32	E2	M2	A0	2	566.6
33	E2	M2	A0	3	559.5
34	E2	M2	A1	1	614.4
35	E2	M2	A1	2	1181.2
36	E2	M2	A1	3	501.6
37	E3	M0	A0	1	235.5
38	E3	M0	A0	2	304.7
39	E3	M0	A0	3	628.4
40	E3	M0	A1	1	858.8
41	E3	M0	A1	2	1309.7
42	E3	M0	A1	3	1247.4
43	E3	M1	A0	1	600.2
44	E3	M1	A0	2	922.0
45	E3	M1	A0	3	647.7
46	E3	M1	A1	1	1360.2
47	E3	M1	A1	2	956.5
48	E3	M1	A1	3	1479.0
49	E3	M2	A0	1	739.2
50	E3	M2	A0	2	1552.0
51	E3	M2	A0	3	963.3
52	E3	M2	A1	1	1251.5
53	E3	M2	A1	2	1399.4
54	E3	M2	A1	3	1113.3
55	E4	M0	A0	1	186.9
56	E4	M0	A0	2	461.5
57	E4	M0	A0	3	230.5
58	E4	M0	A1	1	376.6
59	E4	M0	A1	2	395.1
60	E4	M0	A1	3	370.4
61	E4	M1	A0	1	386.9
62	E4	M1	A0	2	143.7



63	E4	M1	A0	3	187.3
64	E4	M1	A1	1	454.7
65	E4	M1	A1	2	345.9
66	E4	M1	A1	3	970.6
67	E4	M2	A0	1	256.1
68	E4	M2	A0	2	404.8
69	E4	M2	A0	3	445.1
70	E4	M2	A1	1	457.4
71	E4	M2	A1	2	498.2
72	E4	M2	A1	3	395.9
73	E5	M0	A0	1	561.9
74	E5	M0	A0	2	583.3
75	E5	M0	A0	3	472.0
76	E5	M0	A1	1	1577.6
77	E5	M0	A1	2	1106.8
78	E5	M0	A1	3	1343.8
79	E5	M1	A0	1	761.0
80	E5	M1	A0	2	1209.1
81	E5	M1	A0	3	474.8
82	E5	M1	A1	1	1522.7
83	E5	M1	A1	2	1703.1
84	E5	M1	A1	3	721.1
85	E5	M2	A0	1	893.6
86	E5	M2	A0	2	1276.7
87	E5	M2	A0	3	805.5
88	E5	M2	A1	1	1176.7
89	E5	M2	A1	2	1059.3
90	E5	M2	A1	3	1537.4
91	E6	M0	A0	1	34.6
92	E6	M0	A0	2	137.7
93	E6	M0	A0	3	143.3
94	E6	M0	A1	1	191.4
95	E6	M0	A1	2	130.4
96	E6	M0	A1	3	160.8
97	E6	M1	A0	1	36.1
98	E6	M1	A0	2	81.2
99	E6	M1	A0	3	114.7
100	E6	M1	A1	1	248.6
101	E6	M1	A1	2	196.8
102	E6	M1	A1	3	166.7
103	E6	M2	A0	1	93.0
104	E6	M2	A0	2	95.7
105	E6	M2	A0	3	152.1
106	E6	M2	A1	1	440.6
107	E6	M2	A1	2	162.7
108	E6	M2	A1	3	265.5
109	E7	M0	A0	1	408.0
110	E7	M0	A0	2	611.0
111	E7	M0	A0	3	1061.7
112	E7	M0	A1	1	682.4
113	E7	M0	A1	2	1216.3
114	E7	M0	A1	3	719.5
115	E7	M1	A0	1	109.9
116	E7	M1	A0	2	488.5
117	E7	M1	A0	3	753.0
118	E7	M1	A1	1	497.7
119	E7	M1	A1	2	1018.6
120	E7	M1	A1	3	594.4
121	E7	M2	A0	1	483.4
122	E7	M2	A0	2	680.1
123	E7	M2	A0	3	402.0
124	E7	M2	A1	1	905.2
125	E7	M2	A1	2	961.9
126	E7	M2	A1	3	995.3
127	E8	M0	A0	1	138.4
128	E8	M0	A0	2	1169.0
129	E8	M0	A0	3	477.5
130	E8	M0	A1	1	714.9
131	E8	M0	A1	2	744.0
132	E8	M0	A1	3	1106.4
133	E8	M1	A0	1	654.2



134	E8	M1	A0	2	967.6
135	E8	M1	A0	3	1388.0
136	E8	M1	A1	1	569.2
137	E8	M1	A1	2	505.3
138	E8	M1	A1	3	603.1
139	E8	M2	A0	1	232.8
140	E8	M2	A0	2	286.8
141	E8	M2	A0	3	1182.8
142	E8	M2	A1	1	930.3
143	E8	M2	A1	2	1559.9
144	E8	M2	A1	3	938.6
145	E9	M0	A0	1	187.8
146	E9	M0	A0	2	278.8
147	E9	M0	A0	3	101.4
148	E9	M0	A1	1	436.0
149	E9	M0	A1	2	383.3
150	E9	M0	A1	3	273.2
151	E9	M1	A0	1	72.4
152	E9	M1	A0	2	267.5
153	E9	M1	A0	3	136.6
154	E9	M1	A1	1	153.4
155	E9	M1	A1	2	478.6
156	E9	M1	A1	3	48.5
157	E9	M2	A0	1	168.6
158	E9	M2	A0	2	114.6
159	E9	M2	A0	3	431.9
160	E9	M2	A1	1	164.9
161	E9	M2	A1	2	332.8
162	E9	M2	A1	3	176.1

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
BLOQUE	3	1 2 3
ESPECIE	9	E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 E9
EM	3	M0 M1 M2
PRACTICAS	2	A0 A1

Número de observaciones 162

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RDTO

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	55	28936150.38	526111.83	9.39	<.0001
Error	106	5938052.10	56019.36		
Total correcto	161	34874202.48			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	RDTO Media
0.829729	36.25209	236.6841	652.8840

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	2	455771.33	227885.67	4.07	0.0199
ESPECIE	8	18901103.58	2362637.95	42.18	<.0001
EM	2	834772.54	417386.27	7.45	0.0009
ESPECIE*EM	16	1181634.97	73852.19	1.32	0.1997
PRACTICAS	1	3098722.14	3098722.14	55.32	<.0001
ESPECIE*PRACTICAS	8	1193037.53	149129.69	2.66	0.0106
EM*PRACTICAS	2	342337.40	171168.70	3.06	0.0513
ESPECIE*EM*PRACTICAS	16	2928770.90	183048.18	3.27	0.0001

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
--------	----	-------------------------	----------	---------	--------

BLOQUE	2	455771.33	227885.67	4.07	0.0199
ESPECIE	8	18901103.58	2362637.95	42.18	<.0001
EM	2	834772.54	417386.27	7.45	0.0009
ESPECIE*EM	16	1181634.97	73852.19	1.32	0.1997
PRACTICAS	1	3098722.14	3098722.14	55.32	<.0001
ESPECIE*PRACTICAS	8	1193037.53	149129.69	2.66	0.0106
EM*PRACTICAS	2	342337.40	171168.70	3.06	0.0513
ESPECIE*EM*PRACTICAS	16	2928770.90	183048.18	3.27	0.0001

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para RDTO

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	106
Error de cuadrado medio	56019.36
Valor crítico del rango estudentizado	4.47862
Diferencia significativa mínima	249.85

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	ESPECIE
A	1142.61	18	E1
A	1043.69	18	E5
B A	976.04	18	E3
B C	787.16	18	E8
C	699.38	18	E7
D	447.86	18	E2
E D	387.09	18	E4
E D	233.69	18	E9
E	158.44	18	E6

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para RDTO

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	106
Error de cuadrado medio	56019.36
Valor crítico del rango estudentizado	3.36174
Diferencia significativa mínima	108.28

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	EM
A	746.00	54	M2
B A	641.35	54	M1
B	571.31	54	M0

Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para RDTO

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	106
Error de cuadrado medio	56019.36
Valor crítico del rango estudentizado	2.80382
Diferencia significativa mínima	73.735

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.



Tukey Agrupamiento	Media	N	PRACTICAS
A	791.19	81	A1
B	514.58	81	A0

Anexo 3. Análisis estadístico de rendimiento de ecotipos de colores de quinua nativa mediante paquete estadístico INFOSTAT ver. 2013.

Nueva tabla : 10/08/2013 - 11:00:33 a.m. - [Versión : 03/06/2013]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDTO	162	0.83	0.74	36.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	28936150.38	55	526111.83	9.39	<0.0001
BLOQUE	455771.33	2	227885.67	4.07	0.0199
ESP QUINUA	18901103.58	8	2362637.95	42.18	<0.0001
EM	834772.54	2	417386.27	7.45	0.0009
PRACT AGRO	3098722.14	1	3098722.14	55.32	<0.0001
ESP QUINUA*EM	1181634.97	16	73852.19	1.32	0.1997
ESP QUINUA*PRACT AGRO	1193037.53	8	149129.69	2.66	0.0106
EM*PRACT AGRO	342337.40	2	171168.70	3.06	0.0513
ESP QUINUA*EM*PRACT AGRO	2928770.90	16	183048.18	3.27	0.0001
Error	5938052.10	106	56019.36		
Total	34874202.48	161			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=249.84812

Error: 56019.3594 gl: 106

ESP QUINUA Medias n E.E.

E1	1142.61	18	55.79	A
E5	1043.69	18	55.79	A
E3	976.04	18	55.79	A B

E8	787.16	18	55.79	B	C
E7	699.38	18	55.79		C
E2	447.86	18	55.79		D
E4	387.09	18	55.79		D E
E9	233.69	18	55.79		D E
E6	158.44	18	55.79		E

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=108.27586

Error: 56019.3594 gl: 106

EM Medias n E.E.

M2	746.00	54	32.21	A
M1	641.35	54	32.21	A B
M0	571.31	54	32.21	B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=73.73540

Error: 56019.3594 gl: 106

PRACT AGRO Medias n E.E.

A1	791.19	81	26.30	A
A0	514.58	81	26.30	B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=399.05072

Error: 56019.3594 gl: 106

ESP QUINUA PRACT AGRO Medias n E.E.

E1	A1	1397.19	9	78.89	A
E5	A1	1305.39	9	78.89	A
E3	A1	1219.53	9	78.89	A B
E1	A0	888.02	9	78.89	B C
E8	A1	852.41	9	78.89	B C D
E7	A1	843.48	9	78.89	B C D
E5	A0	781.99	9	78.89	C D
E3	A0	732.56	9	78.89	C D E
E8	A0	721.90	9	78.89	C D E
E7	A0	555.29	9	78.89	C D E F
E2	A1	538.79	9	78.89	C D E F
E4	A1	473.87	9	78.89	D E F G
E2	A0	356.93	9	78.89	E F G
E4	A0	300.31	9	78.89	F G
E9	A1	271.87	9	78.89	F G
E6	A1	218.17	9	78.89	F G
E9	A0	195.51	9	78.89	F G
E6	A0	98.71	9	78.89	G

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=803.11702

Error: 56019.3594 gl: 106

ESP QUINUA EM PRACT AGRO Medias n E.E.

E1	M2	A1	1843.27	3	136.65	A
E1	M1	A0	1436.80	3	136.65	A B
E5	M0	A1	1342.73	3	136.65	A B C
E5	M1	A1	1315.63	3	136.65	A B C D
E1	M0	A1	1277.43	3	136.65	A B C D E
E3	M1	A1	1265.23	3	136.65	A B C D E F
E5	M2	A1	1257.80	3	136.65	A B C D E F
E3	M2	A1	1254.73	3	136.65	A B C D E F

Anexo 4. Panel fotográfico de la conducción del experimento



Figura 11. Alumnos del curso de ecología, participaron en la demostración de cultivo de quinua de forma orgánica.



Figura 12. Marcación y delimitación de unidades experimentales según tratamientos en estudio.



Figura 13. Preparación de las dosis de EMA para posterior fumigación.



Figura 14. Aplicación de EMA al estiércol de ovino.



Figura 15. Semilla de ecotipos de colores de quinua nativa.



Figura 16. Siembra y primera aplicación de las dosis de EMa.



Figura 17. Desarrollo del cultivo de quinua en campo experimental.



Figura 18. Deshierbo y segunda aplicación de EMa en campo experimental (fase fenológica de inicio de panojamiento).



Figura 19. Evaluación de malezas en campo experimental.



Figura 20. Desarrollo vegetativo del cultivo de quinua en campo experimental (fase fenológica de grano lechoso).



Figura 21. Colocación de carrizos en campo experimental para banderines metálicos de color dorado (fase fenológica de grano pastoso).



Figura 22. Colocación de banderines en rafia en campo experimental (fase fenológica de grano pastoso).



Figura 23. Campo experimental cubierto de banderines de color dorado.



Figura 24. Cultivo de quinua en fase fenológica de grano pastoso.



Figura 25. Parcelas cosechas y tapadas con sacos de propileno indicando número de tratamiento (fase fenológica de madurez de cosecha).



Figura 26. Recolección de cosecha del campo experimental por tratamientos.



ANALISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

NOMBRE : LUIS ALFREDO PALAO ITURREGUI
 PROCEDENCIA : CIP - ILLPA
 FECHA RECEPCION : 26/04/2013
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ²⁻ %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	MS-1	40.19	44.81	15.00	Arcilla	2.15	5.20	0.25
02	MS-2	39.69	42.97	17.34	Arcilla	2.20	5.60	0.28

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S.B. %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	7.65	0.34	1.70	13.40	244	14.37	3.80	0.48	0.35	0.00	19.00	100
02	8.03	0.88	4.40	12.90	215	15.17	3.95	0.85	0.43	0.00	20.40	100

FArA = Franco arcillo arenoso
 Ar = Arcilloso
 FAra = Franco arcillo arenoso
 CIC= Capacidad Intercambio Cationico
 N = Nitrogeno total
 K⁺ = Potasio cambiante
 A= Arena
 Ca²⁺ = Calcio cambiante
 Na⁺ = Sodio cambiante
 CO₃²⁻ = Carbonatos
 me = miliequivalente

FAR = Franco arcilloso
 M.O.=Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiante
 mS/cm = milsiemens por centimetro
 C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiante

Puno, C.U. 17de mayo 2013

Luis Alfredo Palao Iturregui
 Director General de Calidad de Aguas, Suelos
 Bromatología de Alimentos y Fertilizantes

Ing. M.Sc. Alberto Herrera Torres
 Jefe de Laboratorio de Aguas y Suelos
 UNA-PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



CERTIFICADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

MUESTRA : Nro. 1 inicio
SOLICITANTE : Alfredo Palao Iturregui
ANALISIS SOLICITADO : Microbiológico
FECHA DE ANÁLISIS : 11 de octubre del 2010
FECHA DE CERTIFICACION : 15 de octubre del 2010

RESULTADOS

Recuento total de microorganismos aerobios mesófilos	45x 10 ²
Recuento de levaduras	negativo
Recuento de mohos	24x10 ²
Recuento de lactobacillus	negativo
Recuento de actinomicetos	12x 10 ²

Puno, 15 de octubre del 2010



Mg. Alberto Ccama Sulca
Docente Laboratorio de Microbiología



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootenia



CERTIFICADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

MUESTRA : Nro 2 final
SOLICITANTE : Alfredo Palao Iturregui
ANALISIS SOLICITADO : Microbiológico
FEHA DE ANALISIS : 16 de mayo del 2011
FECHA DE CERTIFICACION : 20 de mayo del 2011

RESULTADOS

Recuento total de microorganismos aerobios mesófilos	112x 10 ²
Recuento de levaduras	2x10 ²
Recuento de mohos	32x10 ²
Recuento de lactobacillus	1 x 10 ²
Recuento de actinomicetos	60x 10 ²

Puno, 20 de mayo del 2011



Mg. Alberto Ccama Sulca
Docente Laboratorio de Microbiología