

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**EFEECTO DE LA FERTILIZACIÓN BIOORGÁNICA EN
EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa* Willd.)**

TESIS

Presentada por:

Bach. José Luis Neyra Díaz

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

TESIS

**EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN BIOORGÁNICA EN
EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa* Willd.)**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 03 DE OCTUBRE DEL 2014,
ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

PRESIDENTE:



MSc. MAGNO ROBLES TELLO

SECRETARIO:



MSc. PEDRO MARIO GALVEZ BRICEÑO

VOCAL:



Ing. RODI ALFEREZ GARCIA

ASESOR:



MSc. NIVALDO NUÑEZ TORREBLANCA

DEDICATORIA

A Dios por regalarme una familia maravillosa.

A mis padres Marco y María, por su apoyo incondicional, paciencia y por brindarme sus sabios consejos quienes me ayudaron a lograr y obtener mis metas propuestas.

A mi hermano Marco quien me apoyo y alentó en todo momento para obtener mi título profesional.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Jorge Basadre de Grohmann, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias por mi formación profesional.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por sus sabias enseñanzas impartidas durante mi formación profesional.

Al Ing. M.Sc. Nivardo Nuñez Torreblanca, por su acertada dirección en la ejecución del presente trabajo.

A mis jurados MSc. Magno Robles Tello, MSc. Pedro Mario Gálvez Briceño e Ing. Rodi Alférez García, por su orientación y guía en la conclusión de esta tesis.

A mis padres Marco y María, por todo su apoyo incondicional a lo largo de este proyecto.

A todos mis compañeros de estudio con los que compartimos buenos y malos momentos que seguro nunca olvidaremos.

Finalmente, mi profundo agradecimiento a todas las personas que de una u otra manera han contribuido en el desarrollo del presente trabajo de investigación realizado en la irrigación la Yarada sector 5 y 6 Tacna.

INDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del problema	03
1.2. Formulación y sistematización del problema	05
1.3. Delimitación de la investigación	05
1.4. Justificación	06
1.5. Limitaciones	08
1.6. Objetivos	08
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEORICA	
2.1. Conceptos generales y definiciones	09
2.2. Enfoques teóricos – técnicos	29
2.3. Marco referencial	53
CAPITULO III: HIPOTESIS Y VARIABLES	
3.1. Hipótesis generales y específicas	55
3.2. Dimensiones y variables	55
3.3. Operacionalización de variables	56
CAPITULO IV: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	
4.1. Tipo de investigación	57

4.2. Población y muestra	57
4.3. Materiales y métodos	57
4.4. Análisis de suelo	60
4.5. Características climáticas	61
4.6. Diseño experimental	62
4.7. Análisis Estadístico	63
4.8. Características del campo experimental	64
4.9. Metodología	66
4.10. Variables respuesta	69
CAPITULO V: TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS	
5.1. Técnicas aplicadas en la recolección de la información.	72
5.2. Instrumentos de medición	72
5.3. Resultados	73
5.4. Discusión de resultados	85
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	91
ANEXOS	97

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Contenido en nutrientes de la quinua	12
Cuadro 2. Exportación de quinua	28
Cuadro 3. Operalización de variables de investigación	56
Cuadro 4. Composición Química del Estiércol de Vacuno	59
Cuadro 5. Composición química del biol	59
Cuadro 6. Características físico – químicas del suelo	60
Cuadro 7. Datos meteorológicos	62
Cuadro 8. Análisis de varianza altura de planta (cm)	73
Cuadro 9. Prueba de significación de Duncan para variable altura de planta	74
Cuadro 10. Análisis de varianza longitud de raíces (cm)	75
Cuadro 11. Prueba de Duncan para la variable longitud de raíces	76
Cuadro 12. Análisis de varianza longitud de panoja (cm)	77
Cuadro 13. Prueba de Duncan para variable longitud de panoja	78
Cuadro 14. Análisis de varianza rendimiento (kg/ha)	79
Cuadro 15 Prueba de Duncan para variable rendimiento	80
Cuadro 16. Análisis de varianza peso fresco (g/planta)	81
Cuadro 17. Prueba de Duncan para la variable peso fresco	82

Cuadro 18. Análisis de varianza peso seco (g/planta)	83
Cuadro 19. Prueba de Duncan para variable peso seco	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Aleatorización de los tratamientos

65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos originales de altura de planta (cm)	98
Anexo 2. Datos originales de longitud de raíces (cm)	98
Anexo 3. Datos originales de longitud de panoja (cm)	99
Anexo 4. Datos originales de rendimiento (kg/ha)	99
Anexo 5. Datos originales de peso biomasa fresca (gr)	100
Anexo 6. Datos originales de peso biomasa seca	100
Anexo 7. Datos Meteorológicos	101
Anexo 8. Análisis de suelo	102

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Efecto de la fertilización bioorgánica en el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* willd)” se desarrolló en la irrigación la Yarada durante los meses de enero a abril del 2012.

Los factores de estudio fueron 3 tipos de fertilizantes orgánicos: estiércol, biol y bacterias nitrificantes. El diseño que se empleó fue de bloques completos aleatorios.

Los resultados señalan que el mayor rendimiento lo alcanzó el tratamiento 5 que combinaba los 3 tipos de fertilizantes (estiércol, biol y bacterias nitrificantes) alcanzando un promedio de 2445.31 kg/ha, seguido del tratamiento 6 (estiércol y bacterias) con un promedio de 1773.43 kg/ha.

Con respecto a la longitud de raíces el tratamiento 5 (estiércol, biol y bacterias nitrificantes) fue el que mejores resultados con un promedio de 30.29 cm, seguido del tratamiento 2 (biol) con un promedio 25.05 cm.

En cuanto al peso fresco y seco el tratamiento 5 (estiércol, biol y bacterias nitrificantes) fue el que obtuvo los mejores resultados siendo 500,325 g/planta para el peso fresco y 142,52 g/planta para el peso seco.

En lo que corresponde a la variable altura de planta no hubo mayores diferencias excepto el tratamiento 5 (estiércol, biol y bacterias nitrificantes) que obtuvo el mayor promedio con 182.075 cm.

INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad agrícola es un concepto en plena vigencia que se asocia al desarrollo sostenible como medio para evitar que las actividades humanas dañen los recursos naturales y el medio ambiente; la actividad humana de mayor trascendencia es la agricultura, pero la intensificación de la producción agrícola ha generado paralelamente el uso de grandes cantidades de agroquímicos, que en muchos casos influye negativamente degradando el suelo y contaminando el suelo y agua.

Debido al gran incremento en las exportaciones de diferentes cultivos andinos, en especial la quinua (*Chenopodium quinoa* Wild), los agricultores buscan obtener mejores rendimientos en sus cultivos, la quinua es uno de los cultivos que viene tomando importancia en nuestra región, por lo que se debe fomentar la investigación en este cultivo para encontrar formas de incrementar los rendimientos y bajar los costos de producción siempre teniendo en cuenta el concepto de sostenibilidad y conservación del medio ambiente. Una de las formas de mejorar los rendimientos sin degradar la estructura y fertilidad del suelo es la utilización de distintos abonos orgánicos como: estiércoles, biol, inoculación de micro fauna benéfica, etc. Que no solo favorecen

al cultivo sino que también enriquecen el suelo mejorando sus propiedades.

Asimismo la inestabilidad de los precios en los fertilizantes más usados en la agricultura convencional atentan la vulnerable economía de la agricultura nacional, por diversos factores, afectando los costos de producción para las siguientes campañas. Asimismo una de las principales críticas a la agricultura convencional, es el uso excesivo de fertilizantes de naturaleza sintética, los mismos que lentamente están reduciendo drásticamente la vida de los suelos, provocando un desequilibrio físico, químico y biológico del mismo.

La sustentabilidad de los sistemas agrícolas a largo plazo debe fomentar el uso y manejo de recursos internos del agro ecosistema. En este sentido los biofertilizantes microbianos son un componente vital de los sistemas, ya que constituyen un medio económicamente atractivo y ecológicamente aceptable. (AZCÓN, AGUILAR y BAREA, 1997).

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la quinua se produce en los andes, se cultiva generalmente en forma orgánica. Por ejemplo, alrededor del lago Titicaca, la quinua en rotación después de un cultivo de papa no requiere aplicación de fertilizantes químicos o solos en pequeñas dosis en la mayoría de casos.

Debido al gran incremento en las exportaciones de diferentes cultivos andinos, los agricultores buscan obtener mejores rendimientos en sus cultivos, la quinua es uno de los cultivos que viene tomando importancia en nuestra región, por lo que se debe fomentar la investigación en este cultivo para encontrar formas de incrementar los rendimientos y bajar los costos de producción siempre teniendo en cuenta el concepto de sostenibilidad y conservación del medio ambiente. Una de las formas de mejorar los rendimientos sin degradar la estructura y fertilidad del suelo es la utilización de distintos abonos orgánicos como: estiércoles, biol,

inoculación de micro fauna benéfica, etc. Que no solo favorecen al cultivo sino que también enriquecen el suelo mejorando sus propiedades.

El uso excesivo de fertilizantes (fertilizantes nitrogenados) no solo incrementa los costos de producción por la adquisición de estos sino también por la mano de obra empleada que se traduce en precios más altos para los consumidores, sino que salinizan el suelo y contaminan los acuíferos cuando son aplicados en dosis muy altas. Los nitratos son sumamente solubles en agua y son muy difícilmente retenidos por las arcillas de los suelos, por lo tanto las aguas de lluvia y de riego arrastran estos nitratos, llevándolos hasta los acuíferos. (VITORINO B. 1989)

El uso excesivo de fertilizantes puede llevar a consecuencias tales como:

- a) Acidificación.
- b) Agotamiento del suelo (suelo infértil).
- c) Formación de horizontes endurecidos (por acción de sales) que resultan en una restricción para la formación radicular y movimiento del agua.

d) Salinización.

La quinua peruana fue exportada a 29 países del mundo por US\$11,7 millones entre junio y julio del presente año, señaló la Asociación de Exportadores (ÁDEX). El monto representa un incremento de 87% en relación a las cifras de enero y julio del 2010.

Asimismo, explicó que la evolución registrada hasta el momento supone que superará el monto total del año pasado: 12,9 millones de dólares, informa la agencia Andina.

1.2 FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el efecto de la fertilización bioorgánica en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)?

1.3 DELIMITACION DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 TEMPORAL

El estudio se realizó durante todo el periodo vegetativo del cultivo de quinua que correspondió a los meses de enero a abril del año 2012.

1.3.2 ESPACIAL

El alcance de este estudio se realizó en la irrigación la Yarada sector 5 y 6 en el fundo del señor Linares.

1.4 JUSTIFICACIÓN

En vista a la situación que ocurre con el excesivo uso de fertilizantes y plaguicidas es necesario buscar nuevas alternativas que estén orientadas al reemplazo de estos productos por otros que no ocasionen deterioro y contaminación del suelo. Los abonos orgánicos han sido una alternativa de solución para este problema debido a que son de menor costo, mejoran la estructura del suelo, aportan microorganismos benéficos y sobre todo son productos que se pueden elaborar en el mismo fundo que además van de la mano con los conceptos de agricultura sustentable que son los que imperan actualmente.

La sostenibilidad agrícola, es un concepto de plena vigencia, que se asoció al desarrollo sostenible para evitar que las actividades humanas, dañen los recursos naturales y el medio ambiente; la actividad humana de mayor trascendencia es la agricultura, pero la intensificación de la producción agrícola ha generado paralelamente el uso de grandes

cantidades de agroquímicos, que en muchos casos influye negativamente degradando el agua y el suelo.

La quinua (*Chenopodium quinoa willd*), es una especie cultivada con capacidad de tolerancia al frío, sequía y salinidad: además de considerarla una planta rústica. Investigaciones realizadas en el valle de Tacna (Sama, Los Palos, La Yarada) demuestran que esta especie puede prosperar si mayores inconvenientes en zonas áridas que por sus atributos nutritivos como su alto contenido proteico y su facilidad de manejo, debe ser considerada en los sistemas de rotación de cultivos en cualquier época del año.

Una de las estrategias para implementar la sostenibilidad agrícola está referida al manejo del suelo para conservarlo y mejorar su calidad, entre las prácticas más importantes para proteger y mejorar la productividad del suelo figura:

- Reducción y eliminación del laboreo.
- Manejo del riego.
- Manteniendo cubiertas vegetales de restos de cultivos.
- Adición de materia orgánica como estiércol, compost, biol.
- Adición de microorganismos que favorezcan la actividad microbiana en la rizosfera.

1.5 LIMITACIONES

Las limitaciones fueron las siguientes: existe escasos trabajo de investigación a nivel local y nacional.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 OBJETIVO GENERAL

- Estudiar el efecto de la fertilización bioorgánica en el rendimiento y morfología del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd).

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 CONCEPTOS GENERALES Y DEFINICIONES

2.1.1 Origen, genética y distribución de la quinua

Bravo (1975), al realizar una investigación bibliográfica sobre la quinua, arribó a las siguientes conclusiones:

Basándose en el principio de Vavilov, la quinua es originaria de la altiplanicie peruana-boliviana.

El color de las plantas de quinua es un carácter de herencia simple; en cambio el color de los granos es por la acción de agentes complementarios, siendo el color blanco un carácter recesivo.

El tipo de inflorescencia puede ser amarantimorfe o glomerulada, siendo esta última dominante sobre la primera.

El contenido de saponina es heredable, siendo recesivo el carácter dulce.

Las flores tienen gran variación sexual, pudiendo existir flores hermafroditas, femeninas o androestériles; sin embargo en quinua predominan las flores femeninas.

La quinua presenta un considerable porcentaje de autopolinización; pero no lo suficiente como para considerarlas autógamas.

La quinua tiene distribuciones geográficas amplias, desde Mariño en Colombia hasta Tucumán en Argentina y las islas Chiloé en Chile, antiguamente se le cultivo en México por aztecas y mayas, utilizándose solamente como verdura de inflorescencia; en los últimos años su distribución se ha ampliado a Norteamérica y Canadá, Europa, Asia y África.

2.1.2 Clasificación 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 (MUJICA, 2000).

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Caryophyllales

Familia: Amaranthaceae

Género: *Chenopodium*

Especie: *Chenopodium quinoa* (Wild)

Nombre común: Quinua

Cuadro 1. Contenido en nutrientes de la quinua frente a otros alimentos, por 100 g de peso en seco

	Quinua	Maíz	Arroz	Trigo
Energía (Kcal/100g)	399	408	372	392
Proteínas (g/100g)	16.5	10.2	7.6	14.3
Grasa (g/100g)	6.3	4.7	2.2	2.3
Total carbohidratos (g/100g)	69.0	8.1	80.4	74.8
Hierro (mg/100g)	13.2	2.1	0.7	3.8
Zinc (mg/100g)	4.4	2.9	0.6	4.7

Fuente: koziol (1992)

2.1.3 Características morfológicas de la quinua

La quinua es una planta anual dicotiledónea, tiene una raíz pivotante que crece en función a la altura de planta. A partir del cuello de la planta nacen otras ramificaciones que constituyen raíces secundarias y terciarias, de las cuales salen otras raicillas que son muy activas en la absorción de nutrientes. (GANDARILLAS, 1979)

La raíz presenta buena diferenciación de la cofia, cilindro central y cubo criboso; en la estructura primaria se diferencia una capa pilífera, un endodermo, un vaso leñoso y los radios medulares. En la estructura secundaria se diferencia la capa generatriz externa, xilema y la médula. Las raíces secundarias o ramificaciones se inician en un haz leñoso que empieza en el periciclo, endodermo, atravesando la corteza y la capa suberosa (BRAVO, 1975)

El tallo es cilíndrico a la altura del cuello de la planta y anguloso a partir de las ramificaciones, la coloración del tallo varía desde el verde al rojo; el grosor es mayor en la base que en el ápice, el diámetro es variable en función del distanciamiento de siembra, fertilización, condiciones de cultivo y genotipos. El tallo presenta epidermis cutinizada, corteza firme, compacta con membranas

celulósicas, interiormente contiene una medula que a la madurez desaparece, quedando seca, esponjosa y vacía. (MUJICA, 2000)

Las hojas se disponen en forma alterna y están formadas por el pecíolo y lámina. La lámina presenta varias formas en la misma planta, las hojas inferiores pueden ser romboides o triangulares y las superiores lanceoladas o triangulares, plana u ondulada, algo gruesa, carnosa y tierna; cubierta por cristales de oxalato de calcio, que son higroscópicos, captando la humedad atmosférica nocturna, controlan la excesiva transpiración por humedecimiento de las células guarda de los estomas, así como reflejan los rayos luminosos disminuyendo la radiación directa sobre las hojas, evitando el sobrecalentamiento. Los bordes de las hojas pueden ser dentados, aserrados o lisos, el tamaño de las hojas en la parte inferior mayor que en la superior. (MUJICA, 2000)

La inflorescencia es una panoja típica, constituida por un eje central, secundarios, terciarios y pedicelos que sostienen a los glomérulos así como por la disposición de las flores y porque el eje principal está más desarrollado que los secundarios; la inflorescencia puede ser laxa (amarantiforme) o compacta

(glomerulada), existiendo formas intermedias entre ambas (MUJICA, 2000)

Las flores son pequeñas, incompletas, pudiendo ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles, lo que podría tener hábito autógamo como alógamo, faltando determinar con precisión el porcentaje de alogamia. Las flores hermafroditas, en el glomérulo son apicales y sobre sale a las pistiladas. (TAPIA, 2001)

El fruto es un aquenio, está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo y contiene una sola semilla de coloración variable; el perigonio tiene una apariencia membranosa, con estructura alveolar, con un estrato de células de forma poligonal globosa y de paredes finas y lisas. El fruto es seco e indehiscente en la mayoría de los genotipos cultivados, dejando caer las semillas a la madurez; el color del fruto está dado por el perigonio. (TAPIA, 2001)

2.1.4 Características fisiológicas

La quinua se clasifica como planta del tipo “C₃”, basándose en la conformación anatómica de la hoja, fundamentalmente por la ausencia de los haces vasculares en la vaina y la presencia bien

definida parénquima clorofiliano de empalizada; en consecuencia se admite que su capacidad de fijación de CO₂ es inferior a las plantas de tipo metabólico C₄. (FIGUEROA, 1983).

2.1.5 Fases fenológicas del cultivo de quinua

Emergencia: Cuando la plántula sale del suelo y extiende las dos hojas cotiledonales, pudiendo observarse en el curso las plántulas en forma de hilera nítida, esto ocurre a los 7 a 10 días de la siembra.

Dos hojas verdaderas: Es cuando fuera de las hojas cotiledonales aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya tienen forma romboidal y se encuentra en el botón el siguiente par de hojas, ocurre a los 15 a 20 días de la siembra y muestra un crecimiento rápido de las raíces.

Cuatro hojas verdaderas: se observa dos pares de hojas verdaderas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del ápice e inicio de formación de botones en la axila del primer par de hojas; ocurre de los 25 a 30 días después de la siembra.

Seis hojas verdaderas: se observa tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento, se notan hojas axilares.

Ramificación: Se observa ocho hojas verdaderas, extendidas y extensión de las hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo, también se nota la presencia de la inflorescencia protegida por hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre entre los 45 a 50 días después de la siembra.

Inicio del panojamiento: La inflorescencia se ve que va emergiendo del ápice de la planta, observándose alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres partes. Ello ocurre de los 55 a 60 días después de la siembra.

Panojamiento: La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos de la base, los botones florales individualizados. Ello ocurre de los 65 a los 70 días de la siembra.

Inicio de la floración: Es cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, ocurre a los 75 a 80 días

de la siembra. Esta fase es bastante sensible a la sequía y heladas.

Floración o antésis: Es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia se encuentran abiertas, esto ocurre de los 90 a 100 días de la siembra.

Grano lechoso: Es cuando los frutos al ser presionados 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.

Grano pastoso: Es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, ocurre de los 130 a 180 días de la siembra.

Madurez fisiológica: Es cuando al ser presionado el fruto con las uñas, presenta una resistencia a la penetración, ocurre de los 160 a 180 días de la siembra, el contenido de humedad varía de 14 a 16%. El lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el periodo de llenado del grano (MUJICA y CANAHUA, 1989).

Bajo condiciones de sequía la quinua desarrolla potenciales osmóticos, lo que puede constituirse en un mecanismo de

tolerancia a la sequía, por cuanto contribuye al mantenimiento de la turgencia; pero de otro lado la quinua muestra bajos niveles de ajuste osmótico. (TAPIA, 2001).

2.1.6 Requerimientos del cultivo

Suelos

La quinua se ha adaptado a un muy variado tipo de suelos, desde franco arcilloso y franco arenosos. Existen quinuas que se adaptan a suelos ligeramente ácidos, como las quinuas que se cultivan en el norte del Perú, por ejemplo la variedad Chaucha de Cajamarca, hasta aquellas que soportan suelos con pH superiores a 8, como las quinuas de los salares. Se considera además que la quinua es antagónica al desarrollo de las micorrizas. (TAPIA, 2001)

Clima

Se considera que la quinua es una especie adaptada a climas fríos y tolerante a sequía, sin embargo las numerosas variedades nativas y seleccionadas no tienen el mismo comportamiento fenológico en los diferentes ecosistemas andinos. (MUJICA, 2000)

La quinua es una de las especies con mayor plasticidad genética, lo que ha permitido producir quinua desde el nivel del

mar, como monocultivo, asociado a maíz en las zonas quechuas (2500-3500 msnm), como cultivo de rotación a la papa en la zona Suni (3600-3800 msnm), como cultivo solo en las partes más altas de los andes en el propio altiplano a 3900 msnm y en los salares del sur de Bolivia. (TAPIA, 2001)

Las precipitaciones a que están sometidos los diferentes grupos de quinua varía entre aquellas adaptadas a las condiciones más secas en los salares de Bolivia con menos de 250 mm de precipitaciones y las quinuas de las Yungas que soportan más de 2000 mm de precipitación o las que crecen en condiciones del sur de Chile donde las precipitaciones superan los 2000 mm anuales. (MUJICA, 2000)

En cuanto a la humedad relativa prospera sin mayores restricciones desde el 40% en el altiplano, hasta el 100% de humedad relativa en la costa. (TAPIA, 2001).

pH

La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo, se ha observado que da producciones buenas en suelos alcalinos de hasta 9 de pH, en los salares de Bolivia y Perú, como también en condiciones de suelos ácidos

encontrando el extremo de acidez donde prospera la quinua, equivalente a 4,5 de pH.

Estudios efectuados al respecto indican que pH del suelo alrededor de la neutralidad son ideales para la quinua, sin embargo, es conveniente recalcar que existen genotipos adecuados para cada una de las condiciones extremas de salinidad o alcalinidad, por ello, se recomienda utilizar el genotipo más adecuado para cada condición de pH, y esto se debe también a la amplia variabilidad genética de esta planta.

Investigaciones recientes han demostrado que la quinua puede germinar en concentraciones salinas extremas de hasta 52 mmhos/cm, y que cuando se encuentra en estas condiciones extremas de concentración salina el periodo de germinación se puede retrasar hasta 25 días. (MUJICA, 1997).

Agua

En cuanto al agua, la quinua es un organismo eficiente en el uso, a pesar de ser una planta C3, puesto que, posee mecanismos morfológicos, anatómicos, fenológicos y bioquímicos que le permiten no solo escapar de los déficit de humedad, si no de tolerar y resistir a la falta de humedad del suelo, a la quinua se le

encuentra creciendo y dando producciones aceptables con precipitaciones mínimas de 200 – 250 mm anuales, como es el caso del altiplano sur boliviano, lógicamente con tecnologías que permitan almacenar agua y utilizarlas en forma eficiente y apropiada, así como con fenotipos específicos adecuados a dichas condiciones de déficit de humedad, sin embargo, de acuerdo a las últimas investigaciones efectuadas, se ha determinado que la humedad del suelo equivale a capacidad de campo, constituye exceso de agua para el normal crecimiento y producción de la quinua, siendo suficiente solo $\frac{3}{4}$ de capacidad de campo ideal para su producción.

En suelos desérticos y arenosos como el de la costa peruana la capacidad de campo de los suelos están alrededor de 9%, mientras que, en el altiplano peruano los suelos franco arcillosos alcanzan la capacidad de campo con el 22% de humedad.

En lo referente a la humedad relativa, la quinua crece sin mayores inconvenientes desde el 40% en el altiplano, hasta el 100% de la humedad relativa en la costa. (MUJICA, 1997).

Temperatura

La temperatura media adecuada para el cultivo de la quinua está alrededor de 15 – 20 °C sin embargo, se ha observado que con temperaturas medias y altas de hasta 25 °C prospera adecuadamente. Al respecto, se ha determinado que esta planta también posee mecanismos de escape y tolerancia a bajas temperaturas pudiendo soportar hasta menos de 8 °C en determinadas etapas fenológicas, siendo más tolerante la ramificación y las más susceptible, la floración y llenado de grano.

Respecto a las temperaturas extremas altas, se ha observado que temperaturas por encima de los 38 °C produce aborto de flores y muerte de estigmas y estambres, imposibilitando la formación de grano. (MUJICA, 1997).

Fotoperiodo

La quinua por su amplia variabilidad genética y gran plasticidad, presenta genotipo de días cortos, de días largos e incluso indiferentes al fotoperiodo, adaptándose fácilmente a estas condiciones de luminosidad; este cultivo prospera adecuadamente con tan solo 12 horas diarias en el hemisferio sur sobre todo en los andes de sud América, mientras que, en el hemisferio norte y

zonas australes con días de hasta 14 horas luz, prospera en forma adecuada, como lo que ocurre en áreas nórdicas de Europa.

En la latitud a 15°, alrededor del cual se tiene las zonas de mayor producción de quinua, el promedio de horas luz diaria es de 12,19 con un acumulado de 146,3 horas al año (Free, *et al.*, 1975). (MUJICA, 1997).

Altitud

La quinua crece y se adapta desde el nivel del mar hasta cerca de los 4000 metros sobre el nivel del mar; quinuas sembradas a nivel del mar disminuyen su periodo vegetativo, comparado con la zona andina, observándose que, el mayor potencial productivo se tienen a nivel del mar, habiéndose obtenido 6000 Kg/ha, con riego y buena fertilización. (MUJICA, 1997).

2.1.7 Factores abióticos adversos del cultivo de la quinua

Los factores bióticos adversos revisten gran importancia en el proceso productivo de la quinua, puesto que en muchos casos son determinantes para la obtención de buenas cosechas, por ello su estudio, identificación de sus mecanismos y mejoramiento para obtener resistencia son fundamentales. (CLADES, 1998)

Las características agro climáticas de las zonas de producción de la quinua en el área andina, hacen que ésta sea una actividad permanentemente de alto riesgo. Entre los factores adversos abióticos más nocivos que afectan al cultivo de la quinua, tenemos sequía, helada, salinidad de suelos, granizada, nevada, viento, inundaciones y exceso de calor. Los tres últimos son más localizados y menos frecuentes. (MUJICA, 2000)

Estos factores adversos afectan a la producción de la quinua en diferentes proporciones, desde pequeños daños con relativa disminución de la producción, hasta una pérdida total de las cosechas. (TAPIA, 2001)

Los suelos son de muy baja fertilidad natural, por su bajo contenido de materia orgánica y presencia de sales, altamente susceptibles a un rápido deterioro en condiciones de manejo inadecuado. (TICONA, 2001)

La salinidad es otro factor limitante de la producción de la quinua, la cual causa disminución de la producción debido a una reducción del área foliar, como consecuencia de la inhibición de la división y crecimiento celular, disminución del crecimiento de los tejidos, raíces, tallos y hojas. Finalmente ocasiona muerte de la

planta, por imposibilidad de absorción del agua, perjudicando la nutrición y metabolismo de la misma, y por intoxicación. (TICONA, 2001)

La salinidad causa imposibilidad de cultivar algunos genotipos en muchas zonas áridas y semiáridas ya existentes, sin embargo el problema de salinización secundaria es más serio, puesto que en el mundo va aumentando a una tasa de 400 km² por año, debido al mal manejo del agua y el suelo. (MENGUEL y KIRKBY, 1978)

Se han encontrado plantas de las familia de las Chenopodiaceas que pueden producir buenos rendimientos en presencia de altas concentraciones de sal como *Atriplex vesicaria* (700 mM de NaCl), debido a que las células presentan un ajuste osmótico en respuesta a la sal, así como acumulación de estos iones en sus células. (LOOMIS y CONNOR, 2003)

Se ha observado que semillas de la variedad de quinua “Kcancolla” con concentraciones de 57 mS cm⁻¹, producen una germinación del 75% a los siete días de la siembra. (FIGUEROA, 1983)

En México se ha observado que la reducción del área foliar, tamaño de la planta y disminución del rendimiento de grano e

incluso muerte de la planta, es la reacción más notoria del efecto de las sales en quinua (Pérez *et al.*, 1990). Las principales sales que se encuentran en exceso en suelos salinos son: cloro, sulfato, bicarbonato, sodio, calcio, magnesio, siendo menos frecuentes el potasio y nitratos. (FIGUEROA, 1983)

El calor excesivo y las altas temperaturas también son factores abióticos que afectan a la quinua, sobre todo cuando ésta es demasiado elevada, produciendo aborto de flores y muerte del polen. Se ha observado este fenómeno cuando se cultiva en los desiertos y zonas calurosas, llegando incluso a anular por completo la producción de grano, o en su defecto producir grano vano por falta de polinización. (MUJICA, 2000)

En dichas condiciones extremas (sequía, heladas, salinidad, granizadas, nevadas, exceso de agua, vientos y calor), la quinua se siembra en grandes extensiones, y no existe otro cultivo que resista esta combinación de factores adversos. (MUJICA, 2000)

El agro ecosistema de la quinua es sumamente interesante, puesto que se dispone de una tecnología ancestral propia y eficiente para el manejo del cultivo en las condiciones sumamente

hostiles para el hombre y para la producción de cultivos. (KOHNE y FRANZEMIR, 1995).

Como podemos apreciar en el cuadro 1 la producción de quinua en nuestro país ha ido incrementando en los últimos años, de mismo modo las exportaciones también se incrementaron, podemos ver que en el año 2008 las exportaciones alcanzaron su mayor valor, lo que nos dice que el cultivo ha tomado cada vez más importancia y se ha convertido en una opción atractiva para los productores

Cuadro 2. Exportación de quinua

Año	Producción Nacional (T)	Exportación Nacional (T)	Exportación (Valor FOB US\$)
2005	32.590	595	735.641
2006	30.428	1.305	1.588.194
2007	31.824	1.577	2.039.269
2008	29.867	2.186	52.291.973
2009	39.397	2.832	7.544.526
2010	41.079	4.938	13.419.255
2011	41.200	8.224	25.700.923

Fuente: MINAG. Promperu (2011)

2.2 ENFOQUE TEORICO TECNICOS

2.2.1 La fertilización orgánica

La fertilización orgánica, protege y desarrolla la vida de los microorganismos, tiende a aumentar el contenido en humus del suelo y mejorar sus características físicas, químicas y biológicas. Esta práctica permite completar un ciclo: el suelo alimenta las plantas, estas a los animales y al hombre y este la suelo. (CLADES, 1998)

Entre abonos orgánicos más difundidos se mencionan a los estiércoles, guano de isla, abonos verdes, compost, rastrojos, humus de lombriz, follaje de árboles, musgo o turba, aguas residuales y materias fecales, bio-abonos y mulch (BRAVO, 1975)

De acuerdo a Silguy (1994) los abonos orgánicos pueden ser clasificados de la siguiente manera:

De evolución lenta: estiércoles, compost, que proporcionan un humus estable, mejorar la estructura del suelo y que en general no liberan más de la mitad de su nitrógeno el primer año.

De evolución más rápida: orines, purines, abonos verdes.

De complemento: fertilizantes orgánicos de mineralización rápida como el guano de isla, el 90% del nitrógeno puede mineralizarse en dos meses. La mineralización es más lenta cuando se trata de excrementos de aves de corral, de la harina de pescado, de pluma o de carne, la sangre en polvo que demoran, la sangre en polvo que demoran 3 ó 4 meses. (CROVETTO, 1999).

2.2.2 La biofertilización

El termino biofertilizante puede definirse como preparados que contiene células microbianas vivas o latentes que se usan para mejorar la fertilidad del suelo como las bacterias fijadoras de nitrógeno solubilizadores de fósforo, potencializa doras de diversos nutrientes o productos de sustancias activas. (PEÑA y TORRES, 1992)

Estos biopreparados son capaces de suministrar a los cultivos en que se aplican entre 15 y 50% de sus necesidades de nitrógeno mediante su capacidad de captación del nitrógeno atmosférico; además, su capacidad para sintetizar sustancias biológicamente activas permiten acortar los ciclos de cultivos y estimular los rendimientos entre 30 – 50%. (PEÑA y TORRES, 1992)

Entre las bacterias no simbióticas que pueden fijar nitrógeno se encuentra especies aeróbicas como *Azotobacter sp.* Esta bacteria en concentraciones adecuadas puede sustituir al nitrógeno químico (úrea, amoníaco, etc) sin mermar la producción y a menor costo, otras ventajas del uso de estas bacterias como biofertilizantes son:

Es una fuente de nitrógeno natural y favorece la solubilización de fosfatos: fija el nitrógeno presente en la atmósfera, de manera que quede accesible para la planta y favorece la solubilización de fosfatos y oligoelementos. Permite ahorro en fertilizantes nitrogenados.

Se ha comprobado que fertilizando los cultivos con estas bacterias y con nitrógeno químico en un porcentaje entre 20 y 50% de lo utilizado, se consigue un aumento de producción sobre las cosechas obtenidas únicamente con fertilizante químico al 100%.

Acelera el crecimiento de la planta y raíces: permite la liberación de citoquininas, auxinas y giberelinas como producto del metabolismo del *Azotobacter sp.* Estas fitohormonas son potenciadoras de la germinación.

Es un suplemento vitamínico para las plantas: El grupo de las vitaminas C y B juegan un papel importante en la salud de las

plantas. *Azotobacter sp.* fabrica y provee suplementos de estas vitaminas en la zona de las raíces.

Actúa como método de protección contra enfermedades: *Azotobacter sp.* produce antibióticos, que pueden ayudar a prevenir el establecimiento de patógenos, durante el periodo más vulnerable de la planta.

Se ha comprobado que resisten mejor las sequías y zonas áridas.

Producen enzimas que solubilizan los oligoelementos, ya que se forman alginatos en las raíces de la planta.

También se ha comprobado un mayor índice de germinación de semillas que con otro sistema de abonado.

Como consecuencia de todo lo anterior hay un mayor desarrollo de las raíces de las plantas, con el consiguiente beneficio general para esta, así como en el peso de los frutos.

Estos microorganismos (*Azotobacter sp.*, *Azospirillum sp.* y *Rhizobium*) se pueden inocular o aplicar al suelo para facilitar su multiplicación en el medio, acelerando los procesos microbianos que consumen escasa energía no renovable y que son limpios; es

decir, no contamines del ambiente de tal forma que aumente las cantidades de nutrientes para que puedan ser asimilados por las plantas y se estimule con mayor rapidez los procesos fisiológicos que influyen sobre el desarrollo y el rendimiento de los cultivos. (RAAA, 2005).

2.2.3 El abono orgánico mejora la eficiencia de los fertilizantes

El abono orgánico es muy valioso porque mejora las condiciones del suelo en general. La materia orgánica mejora la estructura del suelo, reduce la erosión del mismo, tiene un efecto regulador en la temperatura del suelo y le ayuda a almacenar su fertilidad. Además la materia orgánica es un alimento necesario para los microorganismos del suelo como hongos y bacterias que tienen una acción beneficiosa en la asimilación de nutrientes. (FAO, 1991)

El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso y disminución de los fertilizantes minerales. La combinación de abono orgánico, materia orgánica y fertilizantes minerales (Sistema Integrado de Nutrición de las Plantas, SINP) ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo y los microorganismos que actúan en la rizósfera de la planta, cuando el abono orgánico, la

materia orgánica mejora las propiedades del suelo y el suministro mesurado de los fertilizantes minerales provee y facilita la asimilación de los nutrientes que las plantas necesitan. (FAO, 1991)

2.2.4 Los estiércoles

Se da esta denominación, a los excrementos de animales, que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen y que generalmente están mezclados con restos de alimentos y cama de los dormideros. (FIGUEROA, 1983)

Representan un recurso valioso en el manejo de la fertilidad del suelo, como una alternativa para reducir drásticamente el empleo de fertilizante químicos sintéticos y mejorar el ciclo de los nutrientes (CLADES, 1998)

El valor del estiércol en el mantenimiento de la materia orgánica del suelo, ha sido ampliamente utilizado desde el pasado. Es una práctica que se usa frecuentemente en la sierra del Perú, su empleo también se ha difundido a nivel de la costa (ZABALAETA, 1992)

El estiércol puede contribuir en forma significativa a suplir las necesidades de nitrógeno, fósforo, potasio y otros nutrientes. La disponibilidad total, sin embargo dependerá del tamaño y tipo de

explotación animal y los métodos utilizados para guardar y esparcir el estiércol (CLADES, 1998)

De acuerdo con el estado de descomposición que presentan sus constituyentes, se consideran los siguientes tipos:

Estiércoles frescos, aquellos en que la fermentación no ha hecho más que empezar y aún pueden identificarse en él las camas y las deyecciones.

Estiércoles semihechos, presentan un estado intermedio de descomposición y, aunque aún es posible distinguir sus componentes, ya que se encuentran porciones en que esta identificación no puede hacerse con facilidad.

Estiércoles maduros, muy fermentados, las camas no pueden identificarse, debido a que se han descompuesto totalmente. (ZABALETA, 1992)

Calidad del estiércol

La calidad del estiércol de corral depende de varios factores siendo los más importantes

Producto empleado para las camas. El producto más empleado es la paja de cereales, pero también se emplean otros (serrín), estos productos deben presentar buena capacidad para absorber líquidos.

La especie de ganado alojado. La especie animal y su régimen de alimentación influyen en la calidad del estiércol, una alimentación a base de forrajes da lugar a deyecciones ricas en nitrógeno.

Las pérdidas producidas durante la elaboración. Durante el proceso de transformación se pueden producir pérdidas importantes de nitrógeno, que pasa a la atmosfera en forma de amoníaco. Para reducir estas pérdidas en el dormitorio se extiende sobre la cama superfosfato de calcio, a razón de 5 a 8% del peso de la cama; de esta forma, además de reducir las pérdidas, el estiércol queda reducido en fósforo.

También se producen pérdidas cuando los elementos nutritivos son arrastrados por los líquidos que escurren del dormitorio y del estercolero. Estos líquidos se deben utilizar para regar el montón de estiércol, que conviene se mantenga húmedo. (LOOMIS y CONNOR, 2003)

Las conclusiones de Vargas que al estudiar tres fuentes de materia orgánicas sobre las propiedades del suelo, encontró que el estiércol de vacuno eleva entre otras propiedades el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, así como la población de microorganismos (VARGAS, 2005)

2.2.5 El biol

El biol es un efluente líquido que se descarga de un digestor, el cual hemos denominado así con la aceptación de la Red Latinoamericana de energías alternas (MEDINA. 1990), Es la fase líquida producto de la degradación anaeróbica de la materia orgánica compleja en elementos simples por acción de diversos microorganismos que se lleva a cabo en los digestores (Guerrero, 1993; citado por Mendizabal, 2003), el cual aplicado a las planta como fertilizante favorece al enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), actúa sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas (GOMERO, 2005). Es considerado un fitoestimulante complejo, que se obtiene de la descomposición de los desechos

orgánicos a través de la técnica de los biodigestores. (RESTREPO, 2001)

Ventajas en el uso del biol

El biol tiene las siguientes ventajas

Permite incrementar el rendimiento de los cultivos (maíz, papa, coliflor, lechugas) cuando es utilizado como fertilizante.

El bio – abono es un mejorador de las propiedades físicas del suelo, contribuye a mejorar la estructura de los suelos al favorecer el proceso de agregación (unión de partículas) y estabilidad de agregados, modificando la porosidad del suelo, además mejora también su capacidad de retención de humedad.

El bio – abono modifica las propiedades las propiedades químicas del suelo, incrementando el pH del suelo disminuyendo la toxicidad del aluminio e incrementando el contenido de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. (GUERRERO, 1993)

El bio – abono o biol presenta las siguientes características

Activa los microorganismos del suelo.

Estimula y fortalece el crecimiento de tallos y hojas, la floración y la fructificación.

Actúa como repelente y adherente.

Aumenta la resistencia a heladas y plagas y enfermedades.
(GOMERO, 2005)

El biol en la eficiencia fotosintética

El biol se emplea por vía foliar mediante pulverizaciones manuales o mediante riego por aspersion, o que se haga por vía radicular a través de riegos mantiformes por gravedad, aquel trae consigo un incremento notable en el sistema radicular por efecto de la tiamina entre otros componentes que se hallan en su composición.

También el índice de área foliar (IAF), la clorofila y la tasa de asimilación neta (TAN) se incrementa sustancialmente cuando a la solución de biol que se ha de asperjarse foliarmente, se le añade un producto que contenga adeninas, tal como el Agrispon.

El aparato reproductivo de la zona trofogenica de un cultivo se halla en la parte superior del mismo, por tener cloroplastos muy

activos y ser la región de mayor captación de energía radiante en la fotosíntesis. (MENA, 2001)

Efectos fisiológicos del biol en la planta

En todo caso no es recomendable la aplicación de biol puro al follaje, ni tampoco a la semilla antes de la siembra por el efecto depresivo que puede ofrecer la presencia de metionina como precursor del etileno.

Sea que el biol se emplee por vía foliar mediante riego por aspersión, o que se haga por vía radicular a través de riegos por gravedad, aquel trae consigo un incremento notable en el sistema radicular por efecto de la tiamina, entre otros componentes que se hallan en su composición. (SUQUILANDA, 1995)

El biol al ser aplicado a las semillas en, concentraciones de 12,5%, o al follaje, en concentraciones de 50-75%, permite aumentar la capacidad fotosintética de la plantas mejorando así sustancialmente la producción de las cosechas, por cuanto es un biofactor que promueve el crecimiento de la zona trofогénica de los vegetales por un incremento apreciable del área foliar efectiva. (SUQUILANDA, 1995)

El biol en su composición química cuenta con principios bioactivos derivados esencialmente de metabolitos secundarios, como consecuencia del metabolismo vegetal y animal que al parecer quedan libres en el biol luego de las fermentaciones acidogénicas y metanogénicas. (RESTREPO, 2001)

Aplicaciones de biol a la planta

Las soluciones de biol al follaje deben aplicarse en los tramos críticos del cultivo, mojando bien las hojas con unos 400 a 800 litros por hectárea. El biol no debe aplicarse puro, sino en disoluciones con una concentración del 50 al 75% (RESTREPO, 2001).

Utilización en la agricultura

El biol está siendo cada vez más utilizado en labores agrícolas como aplicaciones a la semilla, al suelo y al follaje aunque en formulaciones y concentraciones variables. Por eso una de las mayores dificultades encontradas en su utilización, es la concentración, el nivel y forma de aplicación (foliar o la suelo) la que difiere mucho de acuerdo al cultivo, los materiales utilizados en la elaboración de biol y el tiempo de fermentación entre otros. (BARRIOS, 2001)

Las soluciones de biol al follaje debe aplicarse en los tramos críticos del cultivo, mojando bien las hojas con unos 400 a 800 litros por hectárea (Medina 1992; Citado por Mena, 2001), el biol no debe aplicarse puro al follaje de las plantas, ni tampoco a la semilla antes de la siembra, por efecto depresivo que puede ofrecer la presencia de la metionina como precursor del etileno. (SALISBURY, 2000)

El biol debe utilizarse diluido en agua y aplicar al follaje en proporciones que pueden variar desde un 25 a un 75%, las aplicaciones de tres a cinco veces durante el desarrollo vegetativo de las planta, principalmente en las etapas críticas de este. Para proceder a la aplicación de los abonos líquidos los mejores horarios son las primeras horas de la mañana hasta las 10 y en las tardes después de las 4, para aprovechar que en estos horarios hay una mayor asimilación de abonos porque hay una mayor apertura de los estomas. (SUQUILANDA (1995), MEDINA (1990) y GOMERO (2005).

El biol favorece al enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), actúa sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todos esto en un aumento significativo de las

cosechas, debe utilizarse diluido en agua en proporciones que puedan variar desde un 25 a 75%. Las aplicaciones deben realizarse de 3 a 5 veces durante el ciclo vegetativo de la planta.

También se puede aplicar biol junto al agua de riego para permitir una mejor distribución de las hormonas y los precursores hormonales que contiene. Con ello se mejora el desarrollo radicular de las plantas, así como la actividad de los microorganismos del suelo. De igual manera se puede remojar la semilla en una solución de biol para activar su germinación. El tiempo de remojo depende del tipo de semilla; se recomienda de 2 a 6 horas para semillas de hortalizas, de 12 a 24 horas para semillas de gramíneas y de 24 a 72 horas para especies de gramíneas y frutales de cubierta gruesa. (SUQUILANDA (1995), MEDINA (1990) Y GOMERO (2005).

2.2.6 Generalidades del genero azotobacter

La clasificación para la bacteria Azotobacter Según Dibut B. (1990) considera la siguiente:

Reino: Procariota

Grupo: Protista

Clase: Esquizomicetes- Bacterias

Orden: Eubacteriales

Familia: Azotobacteriaceae

Género: Azotobacter

Especie: Azotobacter chroococum

Características de Azotobacter

Algunos investigadores afirman que el aporte de nitrógeno al suelo es modesto, pero si las condiciones físicas y químicas del suelo son favorables para el desarrollo de Azotobacter, el beneficio que brindan a los cultivos (papa, trigo, cebada, avena, hortalizas, etc.) es de gran importancia por su aporte de nitrógeno y el control de enfermedades de las plantas originadas en el suelo (MACKIE y ESQUIVEL, 2002)

Las bacterias del género *Azotobacter* son Gam – negativas que tienen una pared celular compleja que consiste de una membrana externa y una capa interna de peptidoglucano que contiene ácido murámico y murcina, se reproducen por fisión binaria, habitan en suelos rizosféricos (alrededor de las raíces) y aguas frescas. (DIBUT y MARTINEZ, 1990)

Azotobacter no forma endosporas, pero en condiciones ambientales adversas forman quistes de resistencia a la desecación y en laboratorio puede inducirse variando el cultivo en medio de glucosa a uno con B- hidroxibutirato como única fuente de carbono. (PEÑA S. TORRES E. 1992)

Según los conocimientos modernos *Azotobacter chroococcum* presenta tres formas diferenciales, de acuerdo con la edad de la célula:

Células jóvenes: comprenden bastoncitos móviles peritricos, de 2 a 4 μ de largo.

Células adultas: comprenden formas esféricas grandes y pequeñas inmóviles, de 2 a 4 μ de diámetro, las cuales presentan granulaciones correspondientes a cuerpos matacromáticos, lipóide, glicógeno, etc.

Células envejecidas: se presentan enquistadas formando células cocoideas de tamaño, las cuales, pueden germinar y regenerar las formas jóvenes, la presencia de ciertas sustancias carbonadas forman células gigantes.

Además de estos estados celulares, se conocen otros fenómenos reproductivos (macronidias inmóviles y macronidias móviles), que son formaciones intracelulares que, una vez libres, regeneran la forma normal. (DIBUT y MARTINEZ, 1990).

Azotobacter y la asimilación de nutrimentos

La capacidad de fijación de la bacteria *Azotobacter* varía considerablemente en dependencia de la composición del medio nutritivo, de su acidez, la temperatura y aireación, de la presencia de fuentes de nitrógeno combinado, de la naturaleza de la fuente de carbono y los microelementos. (IDEMA, 2000)

Al estudiar el efecto de diferentes fuentes de carbono sobre la fijación del nitrógeno por el género *Azotobacter*, se encontró que la productividad de la fijación dependía de la estructura de la sustancia orgánica, y de las reservas de energía química utilizable que contiene, siendo también importante los procesos de oxidación de la materia orgánica durante la respiración. (PEREZ, 1997)

Varias sustancias pueden actuar como fuente de carbono, entre ellos los carbohidratos (monosacáridos, disacáridos y algunos polisacáridos), ácidos alifáticos y aromáticos, alcoholes, compuestos volátiles, etc. Las distintas especies y aun cepas dentro de una misma especie, difieren especies y aun cepas dentro de una misma especie, difieren en cuanto a las fuentes de carbono que utilizan (PEREZ, 1997)

En el suelo, estas bacterias utilizan una amplia gama de compuestos orgánicos y de productos de descomposición de plantas y animales, en particular, se ha observado una intensa propagación de estos microorganismos en suelos donde hay mucha paja o compost que contienen celulosa. Esto se explica por la capacidad que tienen estas bacterias para asimilar las sustancias formadas en el sustrato durante la descomposición de la celulosa. Se ha comprobado que en suelos ricos en humus, cuando no hay residuos orgánicos frescos, la población de azotobacter es pobre. (PEREZ, 1997)

Viven en forma libre en el suelo y tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, cuando estas bacterias mueren se descomponen hasta nitrato, siendo esta forma como las plantas

absorben y metabolizan el nitrógeno fijado por la bacteria.
(MACKIE, 1999)

Algunos microorganismos de fijación biológica de N₂ atmosférico

La capacidad de fijación de nitrógeno se encuentra en diversos grupos fisiológicos. Estos tienen en común el hecho de ser procariota. La población BFN incluye a los siguientes, microorganismos asimbióticas o de vida libre y simbiótica.

De vida libre: Bacterias aerobias; Azotobacter, Azotomonas, Azotococcus, Beijerinckia, Derxia, Pseudomonas, Rhizobium, Xanthobacter.

Asociativas: Bacterias aerobias; Rhizobium, Bradyrhizobium, Frankia (actinomiceto), y Nosioc (cianobacteria). Bacterias anaerobias; Agrobacterium, Azospirillum, Bacillus, Beijerinckia.

Bacterias fotosintéticas: Rhodopseudomonas, Rhodomicrobium, Rhodopirillum, Chromatium y Chorobium. Estos microorganismos viven intensamente en la rizósfera y en los suelos desérticos solo se han encontrado en la rizosfera (BERGEYS, 1994)

Caracteres morfológicos y fisiológicos

Son células grandes y ovides de 1,5 a 2,0 μm que varían de la forma bacilar a cocoide, pleomórficas, solas en pares o agrupados de manera irregular algunas veces en cadenas de un tamaño variable. (BERGEYS, 1994)

Azotobacter no forma endosporas, pero en condiciones ambientales adversas forman quistes de resistencia a la desecación y en laboratorio puede inducirse variando el medio de glucosa a uno c B- hidroxibutiriano como única fuente de carbono. (PARAMO, 1999)

Requieren molibdeno para fijar nitrógeno que puede ser parcialmente reemplazado por el vanadio. El rango de pH en el que crecen en presencia de nitrógeno combinado es de 4,8 a 8,5 el pH óptimo para crecer cuando fijan nitrógeno es de 7,0 a 7,5 son mesófilos y su temperatura óptimo para el crecimiento y fijación de nitrógeno se sitúa entre 28 – 30 ° C. (BERGEYS, 1994)

Factores de crecimiento y desarrollo de Azotobacter sp.

El tipo de suelo que estimula las mayores poblaciones, son los suelos francos o francos arcillosos, el pH óptimo para el desarrollo

de la bacteria varia con la especie, así algunas se inhiben con la acidez o alcalinidad, mientras otras presentan gran tolerancia a los puntos extremos tal es el caso de *Azotobacter beijerinckii*, que a pH 6 o ligeramente bajo favorece su crecimiento, en cambio *Azotobacter chroococcum* prefiere suelos neutros y ligeramente alcalinos. (PEÑA y TORRES, 1992)

La humedad del suelo también determina la tasa de crecimiento y por ende la tasa de fijación, así las ganancias son insignificantes cuando hay poco agua disponible, pero la tasa y magnitud del proceso se incrementa conforme la humedad empieza a ser más abundante, hasta valores cercanos a la capacidad de campo, en donde la fijación es óptima. Además cabe añadir que muchas especies de este género, han sido hallados en suelos inundados, en cursos de agua, en manantiales y también algunas de ellas son consideradas como netamente acuáticas. (MARTINEZ, 1994)

La temperatura del suelo también una gran influencia en su crecimiento, desarrollo y fijación del nitrógeno, a temperaturas bajas hay muy poca actividad, el aumento de temperatura estimula la captación microbiana del gas. Así el proceso se lleva a cabo a temperaturas moderadas, pero cesa a pocos grados por encima de

la temperatura óptima que oscila entre los 25 - 35° C. (PARAMO, 1999)

Para el desarrollo de *Azotobacter sp.* Es indispensable la presencia en el suelo de muchos nutrientes inorgánicos o metálicos. Así tenemos que el molibdeno, hierro, calcio, fósforo y potasio son elementos críticos para la relación de fijación de nitrógeno. (BERGEYS, 1994)

Mecanismos bioquímicos del a fijación de nitrógeno por *Azotobacter sp.*

Desde el punto de vista bioquímico la fijación biológica de nitrógeno o reducción de N_2 a NH_4 , es un proceso que pueden llevar a cabo las azotobacterias gracias a que poseen el complejo de enzimático conocido como la “nitrogenasa” la cual está conformada por dos componentes o metalproteínas solubles; la proteína molibdoférrica (Mo Fe- prot con un peso molecular de 200,000 Da) es una dinitrogenasa conocida también como componente I y la proteína del hierro (Fe- prot con 60,000 Da) es una dinitrogenasa conocida como componente II. (MARTINEZ, 1994)

Las bacterias del género *Azotobacter* muestran la doble función de fijar nitrógeno atmosférico y producir sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal. Se calcula que estas bacterias pueden fijar 40 Kg de N/ha, lo que equivale a 200 kg de sulfato de amonio aunque parte de este es lixiviado por el agua de lluvia y pasa al suelo. (MARTINEZ, 1994)

Producción de sustancias de crecimiento por *Azotobacter chroococcum*

Las sustancias de crecimiento, hormonas vegetales son producidas por plantas e igualmente por microorganismos, ellos tienen efectos estimulatorios o inhibitorios en ciertos procesos fisiológicos de las plantas.

Azotobacter produjo ácido 3 indol acético (AIA) cuando se adicionó triptófano en el medio, posteriormente se encontraron tres sustancias parecidas a las giberelinas producidas por una cepa de *Azotobacter chroococcum*, las cantidades encontradas en los cultivos de 14 días promediaban entre 0,01 – 0,1 µg equivalentes de ácido giberélico (GA) / ml *Azotobacter chroococcum* giberelinas, auxinas y citoquininas. Reliev en 1989 obtuvo de 9,6 a 19,8 mg equivalentes de ácido giberélico (GA) / ml posteriormente cinco

tipos de giberelinas fueron identificados en un filtrado de cultivo de *Azotobacter chroococcum*. Mrkovacki citado por Anco (2007).

2.3 MARCO REFERENCIAL

Algunas investigaciones realizadas con biol nos dicen que en la aplicación del abono foliar orgánico en el rendimiento de grano del sorgo forrajero se encontró más respuesta significativa en el rendimiento (253.75 kg/ha) con la dosis de biol al 75%. Igual respuesta presentaron cuando se aplicó en forma foliar al 75% y al suelo al 100% el peso de grano/panoja, altura de planta y materia seca. (ZAPATA Y CUPEN 1997).

En el efecto del abono líquido foliar orgánico en el cultivo de brócoli asociado con culantro en Manchay. Se encontraron resultados en altura (54 cm) y un mayor rendimiento promedio por parcela (64kg). (QUISPE, 1997).

Del Castillo y Montes de Oca (1994) estudiaron el efecto del uso de bacterias solubilizadoras de fósforo (Fosforina) y fijadores de Nitrógeno (*Azotobacter* sp.) sobre el rendimiento del cultivo de papa en las variedades de papa Atlantic y Desirée, obteniendo los mejores rendimientos al combinar el 100% del fertilizante mineral con ambos biopreparados, con incrementos entre 4 y 5 t ha. En estudios en los cultivos de papa, trigo, maíz y hortalizas, se encontraron incrementos en

el rendimiento entre 15-30% y un ahorro entre 15-20% de los fertilizantes nitrogenados y fosforados, usando biopreparados de Rhizobium, Azotobacter, Micorrizas, Azolla, entre otros (GOMERO Y VELÁSQUEZ, 1999).

Al investigar la influencia de tres fuentes de materia orgánica sobre las propiedades del suelo bajo cultivo de melón, en la zona agro ecológica costa templada cálida a 558 m.s.n.m. encontró que el estiércol de vacuno eleva la capacidad de campo, la capacidad de intercambio catiónico, así como el contenido de N, P y K del suelo; y consecuentemente el rendimiento de melón fue de 33,85 toneladas por hectárea. (FIGUEROA. 1993)

CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 HIPOTESIS GENERAL

El rendimiento de grano de quinua variara de acuerdo a las características de las fuentes de fertilización bioórganica.

3.2 DIMENSIONES Y VARIABLES

3.2.1 Variables Independientes

Fuentes de fertilización bioórganica

3.2.2 Variables Dependientes

Altura de planta

Longitud de panoja

Longitud de raíces

Peso de biomasa aérea fresca

Peso de biomasa aérea seca

Rendimiento

3.3 OPERALIZACION DE VARIABLES

Cuadro 3. Operalización de variables de investigación

Variables	Dimensiones	indicador
Variables dependientes	Altura de planta	cm
	Peso fresco	g
	Peso seco	g
	Rendimiento	t/ha
	Longitud de panoja	cm
	Longitud de raíces	cm
Variables Independientes	T 1 estiércol (36 t/ha)	36 t/ha
	T 2 biol (600 l/ha)	600 l/ha
	T 3 bacterias 10 ⁸ UFC	10 ⁸ UFC
	T 4 estiércol (36 t/ha) + biol (600 l/ha)	36 t/ha - 600 l/ha
	T 5 estiércol (36 t/ha) + biol (600 l/ha) + bacterias 10 ⁸ UFC	36 t/ha - 600 l/ha - 10 ⁸ UFC
	T 6 estiércol (36 t/ha) + bacterias 10 ⁸ UFC	36 t/ha - 10 ⁸ UFC
	T 7 biol (600 l/ha) + bacterias 10 ⁸ UFC	600 l/ha - 10 ⁸ UFC
	T 8 testigo absoluto	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 TIPO DE INVESTIGACION

La presente investigación es de tipo experimental.

4.2 POBLACION Y MUESTRA

La población estuvo constituida por plantas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

4.3 MATERIALES Y METODOS

4.3.1 Ubicación del experimento

El presente estudio se realizó en el fundo del Señor Miguel Linares en la Yarada sector 5 y 6. Cuya ubicación geográfica es la siguiente:

Departamento:	Tacna
Provincia:	Tacna
Distrito:	Tacna
Altitud:	58 m.s.n.m.

Latitud norte: 18° 13' 45''

Longitud este: 70° 31' 59''

4.3.2 Historial del campo experimental

Cultivo de alfalfa (2010)

Cultivo de papa (2011)

4.3.3 Material experimental

El material genético para el presente trabajo, estuvo constituido por la variedad Salcedo, proveniente del banco de germoplasma del INIA Puno. Planta.

Variedad Salcedo INIA, plantas con 1.65 m de altura, de panoja glomerulada que alcanza una longitud de 70 cm, grano de color blanco y con bajo contenido de saponinas.

4.3.4 Fuentes bioorgánicas de fertilización

Otro componente utilizado en el trabajo de investigación es el estiércol de vacuno cuyas características se aprecian a continuación:

Cuadro 4. Composición Química del Estiércol de Vacuno

N %	P %	K %	pH	CE. dS/m
1,62	1,28	0,58	7,25	4,11

Fuente: Vargas, G. 2005

En términos de P_2O_5 el estiércol tiene una riqueza de 2,94 %, y 0,69 % de K_2O . Se puede considerar de un nivel de riqueza aceptable.

El pH es neutro y la conductividad eléctrica no representa peligro real para el suelo ni la planta.

El biol también fue utilizado para el trabajo de investigación, a continuación algunas de sus características.

Cuadro 5. Composición química del biol

N	4%
P disponible	68 ppm
K disponible	480 ppm
pH	6.10
C.E	2 mmhos/cm

Fuente: Barrios, F. 2000

Biofertilizante a base de cepas a *Azotobacter chroococcum*, el producto comercial que se utilizo fue Oiko-Bac-Nitrobio.

4.4 Análisis de suelo

Cuadro 6. Características físico – químicas del suelo.

ANÁLISIS FÍSICOS	RESULTADOS
Arena Arcilla Limo Clase textural	79 % 13 % 8 % Arena franca
ANÁLISIS QUÍMICO	RESULTADOS
CO ₃ Ca pH C.E. Materia orgánica Nitrógeno Fósforo Potasio	0,21 7,46 2,12 mS/cm 0,45 0,028 % 8,02 ppm 810 ppm
Ca ⁺⁺ Mg ⁺⁺ K ⁺ Na ⁺ CIC PSI Saturación de bases	5,17 meq/100gs 1,04 meq/100gs 1,43 meq/100gs 0,26 meq/100gs 7,90 meq/100gs 3,29 % 100 %

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios Arequipa – Perú (2012)

En el cuadro 6, se presenta el análisis de suelo del campo experimental, los resultados del análisis indican que el suelo es de textura arena franca, el contenido de materia orgánica es muy bajo, el pH es de 7,46 o sea ligeramente alcalino con una conductividad eléctrica de 2.12 mS/cm lo cual nos dice que es un suelo salino pero no representa problema para el desarrollo del cultivo debido a que la quinua es un planta rustica y tolerante a condiciones de salinidad del suelo. La capacidad de intercambio catiónico es de 7.90 meq/100gs lo cual es valor bajo que era de esperarse ya que el contenido de arcilla y materia orgánica es muy bajo.

El nitrógeno se encuentra en nivel bajo, el fosforo disponible se encuentra en un nivel medio 8.02 ppm y el potasio se encuentra en un nivel alto 810 ppm.

4.5 Características climáticas

Las temperaturas máxima media durante el periodo de ejecución del experimento vario entre 28,4 °C en enero del 2012 a 26,4 °C en abril de 2012; con un promedio de 28.1 °C, por otra parte la temperatura mínima media fluctúa entre 16,7 °C en enero del 2011 a 16 °C en abril del 2012, con un promedio de 17,6 °C. La temperatura ideal para el cultivo va de 15 a 20 °C, pero también

puede prosperar hasta temperaturas de 32 °C sucedió en este experimento. Temperaturas por encima de los 35 °C ocasionan muerte del polen y no permiten la formación de grano.

Estos valores están dentro del rango en que la quinua puede desarrollarse sin mayores complicaciones (MUJICA, 1997).

Cuadro 7. Datos meteorológicos

Meses	Temperatura máxima C°	Temperatura mínima C°	Precipitación mm	Humedad relativa %
Enero	28.4	17.6	0.2	868
Febrero	29.4	19	0.0	86
Marzo	29.2	19	0.0	84
Abril	26.4	16	0.0	84

Fuente: Senamhi, 2012

4.6 Diseño experimental

El diseño utilizado fue el de Bloques Completos Aleatorizados (DBCA); con 4 tratamientos y 4 repeticiones.

4.7 Análisis estadístico

Se realizó utilizando la técnica de análisis de varianza, usando la prueba en F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01.

El modelo aditivo lineal usado es:

$$X_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + e_{ij}$$

X_{ij} = Observación

μ = media general

t_i = efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = efecto del j-ésimo bloque

e_{ij} = efector aleatorio del error

Para la comparación de promedios entre los tratamientos se utilizó la prueba de significación de Duncan al 95%.

4.8 Características del campo experimental

Largo de la unidad experimental:	4,0 m
Ancho de la unidad experimental:	4,0 m
Área de la unidad experimental:	16,0 m ²
Largo de bloque:	9,0 m
Ancho de bloque:	8,0 m
Área de bloque:	72,0 m ²
Distancia entre bloque:	1,0 m
Ancho del campo experimental:	16,0 m
Largo del campo experimental:	39,0 m
Área del campo experimental:	624,0 m ²

Croquis del campo experimental



B lock I	T3	T1	T4	T6
	T5	T7	T2	T8
B lock II	T2	T7	T3	T8
	T6	T4	T1	T5
B lock III	T2	T5	T7	T1
	T4	T6	T8	T3
B lock IV	T1	T7	T3	T2
	T5	T6	T8	T4

Grafico 1: Aleatorización de los tratamientos

Fuente: Elaboración propia

4.9 Metodología

Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó en forma mecanizada, la roturación del terreno se hizo con arado de discos, posteriormente se pasó la rastra de discos en forma cruzada y se hizo la nivelación correspondiente. En los días siguientes se hizo el trazado de los surcos, la instalación de las cintas de riego y la marcación del campo experimental, se demarcaron bloques y unidades experimentales.

Incorporación de estiércol

El estiércol de vacuno se aplicó solo en las unidades experimentales que habían sido asignadas a ese tratamiento u otros que también incluían estiércol, se aplicó estiércol a razón de 20 T ha⁻¹ y se hizo 30 días antes de la siembra para favorecer su descomposición y obtener una mejor asimilación de nutrientes por las plantas.

Siembra

La siembra se realizó en forma manual, se hizo a chorro continuo a una profundidad de 2 cm a un lado de la cinta de riego y luego se procedió a tapar ligeramente con un poco arena. Luego de la siembra se hizo una fumigación para evitar el ataque de los gusanos de tierra y

gusanos cortadores. Después de 2 semanas de la emergencia de las plantas se procedió a hacer un raleo de plantas dejando una distancia de 10 cm entre plantas.

Deshierbo

Los deshierbos se hicieron cuantas veces fuera necesario, el primer deshierbo que se hizo fue a la semana siguiente de la siembra, las malezas que más se presentaron fueron: yuyo *Amaranthus spp*, grama dulce *Cynodon dactylon*, malva *Malva parviflora*.

Riegos

Se utilizó el riego presurizado por goteo, la frecuencia de riego fue de 48 horas tratando de mantener el suelo en su capacidad de campo con especial énfasis en la fase fenológica de floración que es en la cual el cultivo se encuentra susceptible ante cualquier tipo de estrés. El cultivo tuvo una demanda total de 4500 m³/campaña.

Control fitosanitario

Las plagas que se presentaron con mayor frecuencia fueron los gusanos de tierra (*Agrotis sp*), gusanos comedores de hojas (*Spodoptera sp*), gusanos medidores (*Pseudoplusia includens*) y ya en la fase final del cultivo hubo ataque de pulgones (*Aphis spp*) y de pseudococcidos. El ataque de los gusanos se controló con clorpirifos a una dosis de 50 ml por

mochila de 20L. No se presentó ataque de enfermedades durante el ciclo del cultivo.

Aplicación de los tratamientos

- El estiércol se aplicó al momento de la preparación del terreno (20 Tn/ha) que resultó 32 kilos por unidad experimental (16 m²).
- El biol se aplicó a razón de 600 lts/ha que está dividido en 4 etapas, 0,96 Lt de biol por unidad que se repartieron en dosis de 0,24 Lt para 4 aplicaciones que se diluirán en 75% de volumen de agua que se aplicara directamente a las raíces.

La primera aplicación de biol se hizo el día el día 26 de enero, se realizó después de 3 horas de haber concluido el riego cuando el suelo está en capacidad de campo. Las demás aplicaciones se hicieron los días 7, 13 de febrero y 1 de marzo.

- La concentración para la inoculación de bacterias fijadoras será de 10⁸ UFC (1Lt/ha), 0,0016 Lt/ unidad experimental diluido en 1Lt de agua que se aplicara directamente a las raíces. La primera aplicación se hizo el día 2 de febrero y la segunda aplicación el 15 de febrero, para la preparación de la solución se añadió azúcar como adherente y alimento para las bacterias.

Cosecha

La cosecha se realizó cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica lo cual ocurre a los 100 días después de la siembra. Se cosecharon las unidades experimentales mediante siega manual y luego se pusieron a secar para su posterior trilla. Después de realizar la trilla se separó la broza del grano mediante el venteado y una vez obtenido solo el grano se procedió a pesar para determinar el rendimiento por tratamientos.

4.10 Variables respuesta

- Altura de planta

La altura de la planta se obtuvo al finalizar la fase de llenado de grano, la medición se efectuó desde la base del tallo de la planta hasta el ápice de la panoja principal y se expresó en centímetros, considerando 10 plantas al azar por unidad experimental.

- Longitud de panoja principal

Se midió a la madurez fisiológica, desde la base de la panoja hasta el ápice de la misma, se consideraron 10 plantas al azar por unidad experimental.

- Peso seco de biomasa aérea

Se tomaron 10 plantas al azar, de los surcos centrales de las unidades experimentales, luego se procedió a separar las hojas, tallos y panojas para registrar sus pesos por separado y luego en su totalidad. Después de pesarlos fueron sometidos a secado en una estufa a 85° C por 24 horas. Se pesaron independientemente tallos, hojas, panojas y finalmente en conjunto.

- Peso fresco de biomasa aérea

Se tomaron 10 plantas al azar, de los surcos centrales de las unidades experimentales, luego se procedió a separar las hojas, tallos y panojas para registrar sus pesos por separado y luego en su totalidad.

- Longitud de raíz

Se midió la raíz principal desde el cuello hasta el final de los pelos radiculares, se tomaron 10 plantas al azar de la unidad experimental.

- Rendimiento de grano

Se pesara el grano limpio y seco que se obtuvo de las unidades experimentales que luego se expresara en kilogramos por hectárea.

CAPITULO V: TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1. TÉCNICAS APLICADAS EN LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

En la investigación realizada se procedió a obtener toda la información necesaria de cómo se lleva a cabo todos los procesos en la investigación experimental; recolectando la información durante el desarrollo y crecimiento del material experimental.

5.1.1. Observación directa:

Esta técnica de la observación directa se utilizó para las observaciones desarrolladas en campo durante la ejecución del experimento.

5.2. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

- Fichas de observación.
- Cámara fotográfica.
- Material de escritorio.
- Balanza.

- Cuaderno de apuntes.
- Regla milimétrica.

5.3 RESULTADOS

5.3.1 Altura de planta

Cuadro 8. Análisis de varianza altura de planta (cm)

F de V	GL	SC	CM	FC	F tabular
Boques	3	181.37844	60.4594792	4.6570569	2.84/4.37 *
Tratamientos	7	2098.5422	299.791741	23.09228	2.49/3.65 **
Error experimental	21	272.62906	12.9826363		
total	27	2552.5497			

C.V = 2.16%

Fuente: elaboración propia

El análisis estadístico nos indica que existen diferencias tanto entre bloques como en tratamientos por lo que podemos inferir que alguno de los tratamientos si tuvo diferencia con los demás, por lo que se realizó una prueba de significación de Duncan para conocer las diferencias entre los tratamientos.

Cuadro 9. Prueba de significación de Duncan para variable altura de planta

O.M	Tratamiento	Promedio (cm)	Significación
1	T5	182.025	a
2	T6	172.3	ab
3	T4	167.825	abc
4	T7	165.525	bc
5	T3	165.225	bc
6	T2	164.3	c
7	T1	160.075	d
8	T8	152.35	e

Fuente: elaboración propia

El tratamiento 5 fue el que alcanzo el mayor promedio 182.025 cm diferenciándose de los demás tratamientos, mientras que el tratamiento 8 fue el que alcanzo el menor promedio con 152.35 cm.

5.3.2 Longitud de raíces

Cuadro 10. Análisis de varianza longitud de raíces (cm)

F de V	GL	SC	CM	FC	F tabular
Bloques	3	6.6417625	2.21392083	0.90055638	3.07/4.87
Tratamientos	7	689.437187	98.4910268	40.0631861	2.49/3.65 **
Error experimental	21	51.6262375	2.45839226		
total	31	747.705187			

C.V= 7.16 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis estadístico nos indica que no existen diferencias entre bloques pero si fue altamente significativa entre tratamientos, por lo que realizaremos una prueba de significación de Duncan para conocer las diferencias entre los tratamientos.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para la variable longitud de raíces

O.M	Tratamiento	Promedio (cm)	Significación
1	T5	30.29	a
2	T2	25.05	b
3	T7	24.22	b
4	T4	23.72	b
5	T6	20.24	c
6	T1	20.16	c
7	T3	16.65	d
8	T8	14.81	d

Fuente: Elaboración propia

El tratamiento 5 fue el que alcanzo el mayor promedio de 30.29 cm, resultando ser estadísticamente superior a los demás tratamientos, los tratamientos t2 (25.05), t7 (24.22) y t4 (23.72) no presentaron diferencias significativas por lo que son estadísticamente iguales, los tratamientos t6 (20.24) y t1 (20.16) con promedios inferiores a los demás también demostraron ser estadísticamente iguales y por último los tratamientos t3 (16.65) y t (14.81) fueron los tratamientos con los promedios más bajos siendo también estadísticamente similares.

5.3.3 Longitud de panoja

Cuadro 12. Análisis de varianza longitud de panoja (cm)

F de V	GL	SC	CM	FC	F tabular
Bloques	3	20.91375	6.97125	0.34893116	3.07/4.87
Tratamientos	7	707.85875	101.12269	5.06148162	2.49/3.65 *
Error experimental	21	419.55625	19.978869		
Total	31	1148.32875			

C.V= 7.66 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis estadístico nos indica que no hay diferencia entre bloques pero si entre tratamientos, por lo que se realizó una prueba de significación de Duncan para conocer las diferencias entre los tratamientos

Cuadro 13. Prueba de Duncan para variable longitud de panoja

O.M	Tratamiento	Promedio (cm)	Significación
1	T5	67.625	a
2	T6	61.7	ab
3	T2	60.27	bc
4	T4	59.1	bc
5	T7	56.35	bcd
6	T3	55.25	bcd
7	T1	54.12	cd
8	T8	51.62	d

Fuente: Elaboración propia

El tratamiento 5 fue el que obtuvo el mayor promedio (67.625) siendo diferente estadísticamente a los demás tratamientos excepto por el tratamiento 6, el tratamiento t6 (61.7) presento diferencias con el t5 y similitud con los tratamientos t2 (60.27), t4 (59.1), t7 (56.35) y t3 (55.25). Los tratamientos t2 (60.27), t4 (59.1), t7 (56.35), t3 (55.25), t1 (54.12) no tuvieron diferencias significativas entre ellos y por consiguiente son estadísticamente similares, los tratamientos t1 (54.12) y t8 (51.62) resultaron con los promedios más bajos.

5.3.4 Rendimiento

Cuadro 14. Análisis de varianza rendimiento (kg/ha)

F de V	GL	SC	CM	FC	F tabular
Bloques	3	1045989.99	348663.33	8.11736644	3.07/4.87 **
Tratamientos	7	9913543.7	1416220.53	32.9715803	2.49/3.65 **
Error experimental	21	902008.057	42952.7646		
Total	31	11861542			

C.V= 14.36 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza muestra que hay diferencias entre los bloques y que también hay diferencias entre tratamientos por lo que se procederá a realizar la prueba de significación de Duncan para conocer las diferencias entre los tratamientos.

Cuadro 15. Prueba de Duncan para variable rendimiento

O.M	Tratamiento	Promedio (kg)	Significación
1	T5	2445.31	a
2	T6	1773.43	b
3	T2	1625	bc
4	T3	1539.06	bcd
5	T1	1406.25	cd
6	T7	1304.68	de
7	T4	1085.93	e
8	T8	359.37	f

Fuente: Elaboración propia

El tratamiento 5 (2445.31) alcanzo el mayor promedio siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos, los tratamientos t6 (1773.43), t2 (1625), t3 (1539.06) no tuvieron diferencias significativas entre ellos y por eso son estadísticamente similares. Los demás tratamientos no presentaron diferencias siendo el t8 (359.37) el que alcanzo el menor promedio.

El tratamiento 5 obtuvo un rendimiento de 2445.31 Kg/ha lo que representa 2085.94 kg más que el tratamiento testigo, al igual que el tratamiento 6 y 2 que fueron los que se diferenciaron del resto de

tratamientos obtuvieron 1414.06 kg y 1265.63 kg más que el tratamiento testigo respectivamente.

5.3.5 Peso de biomasa fresca

Cuadro 16. Análisis de varianza peso fresco (g/planta)

F de V	GL	SC	CM	FC	F tabular
Bloques	3	1943,71594	647,905313	0,08187512	3,07/4,87
Tratamientos	7	229446,302	32778,0432	49,4375888	2,49/3,65 **
Error experimental	21	13923,3916	663,018646		
Total	31	245313,41	7913,3358		

C.V: 7.72%

Fuente: elaboración propia

El análisis de varianza nos indica que no hubo significación en cuanto a los bloques pero si hubo significación entre los tratamientos, para conocer las diferencias entre los tratamientos se realizó una prueba de Duncan.

Cuadro 17. Prueba de Duncan para la variable peso fresco

O.M	Tratamiento	Promedio (gr)	Significación
1	T5	500,325	a
2	T6	411,775	b
3	T3	388,45	c
4	T2	302,05	d
5	T1	287,325	d
6	T7	268,425	e
7	T4	265,325	e
8	T8	241,95	e

Fuente: elaboración propia

La prueba demostró que el tratamiento 5 fue el que alcanzó el mayor promedio (500.325) seguido del t6 (411.775) y t3 (388.45) que tuvieron diferencias significativas con los demás tratamientos. Los demás tratamientos no tuvieron diferencias significativas entre ellos siendo el t8 (241.95) el que tuvo el promedio más bajo.

5.3.6 Peso seco

Cuadro 18. Análisis de varianza peso seco (g/planta)

F de V	GL	SC	CM	FC	F tabular
Bloques	3	171,263284	57,0877615	1,17713342	3,07/4,87
Tratamientos	7	17453,3733	2493,33905	51,4119429	2,49/3,65 **
Error experimental	21	1018,44274	48,4972734		
Total	31	18643,0794	601,389657		

C.V=7,20 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza nos indica que no hubo significación en cuanto a los bloques pero si hubo significación entre los tratamientos, para conocer las diferencias entre los tratamientos se realizó una prueba de Duncan.

Cuadro 19. Prueba de Duncan para variable peso seco

O.M	Tratamientos	Promedio (gr)	Significación
1	T5	142,52	a
2	T6	126,21	b
3	T2	99,055	c
4	T3	90,885	cd
5	T1	84,71	d
6	T7	79,0075	d
7	T4	77,6675	d
8	T8	73,5775	e

Fuente: Elaboración propia

La prueba de Duncan nos indica que el tratamiento 5 (142.52) fue el que alcanzo mayor promedio siendo superior a los demás tratamientos, los tratamientos t6 (126.21), y el tratamiento t2 (99.055) mostraron diferencias con los demás tratamientos y entre sí mismos. No hubo diferencias significativas entre los demás tratamientos siendo el t8 (73.5775) el que alcanzo el promedio más bajo.

5.4 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

No existen otros experimentos parecidos a este por lo que no podemos hacer comparaciones que sean lo suficientemente confiables. Sin embargo, a manera de referencia podemos mencionar a Vargas (2005) que en su trabajo de fertilización orgánica de 2 variedades (Pandela y Real boliviana) señala que la altura de planta 117.5 cm (Pandela) y 108.81 cm (Real Boliviana) fue superior al promedio que normalmente presentan estas variedades al igual como ocurrió en este experimento, la explicación a todo esto podría deberse a que los experimentos fueron realizados en condiciones de la costa y en época de verano.

Al realizar un comparativo de rendimiento de 10 cultivares en siembra de invierno primavera en condiciones de costa la Yarada encontró que el cultivar Amarilla de Marangani alcanzo un promedio de biomasa fresca de 447,41 g, siendo inferior al promedio alcanzado por la variedad utilizada en este estudio que obtuvo un promedio de 500,32 g SARMIENTO (2011).

A mayor tasa fotosintética mayor es la biomasa, lo que se da en zonas con días largos donde la hojas están en mayor tiempo en contacto con la

radiación solar, lo cual genera energía para activar los mecanismos de multiplicación celular expresada en el crecimiento foliar. BERTERO (1999)

Al realizar un comparativo de rendimiento de 10 cultivares en siembra de invierno primavera en condiciones de costa la Yarada encontró que el cultivar ecuatoriano Tunkahuan acumulo mayor cantidad de materia seca con un promedio de 139.14 g/planta, siendo inferior al promedio alcanzado por la variedad utilizada en este estudio que obtuvo un promedio de 42.52 g/planta. SARMIENTO (2011)

Al estudiar cultivares de quinua de valles interandinos del altiplano peruano, boliviano, chileno y de nivel del mar encontró que las plantas con mayor biomasa fueron aquellas con mayores valores de área foliar y tasa de fotosíntesis. Las tasas altas de fotosíntesis se asocian a un mayor contenido de clorofila, hojas más pequeñas y mayor peso foliar específico. BERTERO (2001)

De otra parte los factores medioambientales influyen en la producción de materia seca mediante sus efectos sobre el intercambio y balanza de CO₂, la producción es mayor bajo condiciones de buena radiación solar, la producción de materia seca requiere también de una temperatura óptima. El incremento en acumulación de materia seca también depende de la distribución de asimilados y el patrón de crecimiento también juega un rol

determinante (LARCHER, 1977); estos conceptos permiten inferir que las condiciones ambientales bajo las cuales se condujo el experimento habrían favorecido la acumulación de materia seca.

Los resultados del presente experimento muestran que el rango de variación de los tratamientos para la longitud de panoja se encuentra entre 51.62 cm (t8) hasta 67.62 cm (t5); lo que significa que las distintas fuentes de fertilización bioórganica no tuvieron mayor influencia sobre esta variable siendo solo el t5 el único tratamiento que se diferenció de los demás.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos llegamos a las siguientes conclusiones

1. La variable altura de planta no tuvo mayor diferencia entre los tratamientos siendo los mayores promedios el tratamiento 5 (estiércol, biol y bacterias nitrificantes) (172.275 cm), tratamiento 6 (estiércol y bacterias) (169.55) y el tratamiento 4 (Estiercol + Biol) (167.825).
2. El tratamiento 5 (estiércol, biol y bacterias nitrificantes) fue el que obtuvo el mayor promedio 30.29 cm en cuanto a longitud de raíces siendo superior a los demás promedios.
3. Los tratamientos 5 (estiércol, biol y bacterias nitrificantes) 67.625 cm y el t6 (estiércol y bacterias) 61.7 cm son los que obtuvieron mayores promedios en longitud de panoja y fueron estadísticamente superiores a los demás tratamientos.
4. En rendimiento el tratamiento 5 (estiércol, biol y bacterias nitrificantes) (2445.31 kg/ha) fue el que alcanzo el mayor promedio siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos y también

alcanzando el rendimiento promedio de la variedad utilizada para este experimento.

5. El tratamiento 5 (estiércol, biol y bacterias nitrificantes) fue el que alcanzo el mayor promedio en peso de biomasa fresca (500,325 g/planta) diferenciándose de los demás tratamientos, seguido por el tratamiento 6 (411,775 g/planta), mientras que en la variable peso seco el tratamiento 5 (estiércol, biol y bacterias nitrificantes) 142,52 g/planta obtuvo el mayor promedio y fue estadísticamente superior a los demás promedios seguido del tratamiento 6 (estiércol y Bacterias) con un promedio 126.21 g/planta.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de los biofertilizantes *Azotobacter chroococcum* + biol + estiércol debido a que obtuvieron buenos resultados.
2. Se recomienda realizar este tipo de investigaciones en otras variedades de quinua y complementar el estudio con otros fertilizantes orgánicos.
3. Realizar ensayos en cuanto a nuevas formas de inoculación de *Azotobacter chroococcum* a fin de tener mayor eficiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANCO, I. (2007). Evaluación de la fertilización con *Azotobacter chroococcum*, compost y fertilizante químico en la productividad y calidad del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Var. Rio grande en condiciones de campo. Tesis Maestría en gestión ambiental y Desarrollo Sostenible UNJBG. 136 pp.

BARRIOS MASÍAS F. (2001). Efecto de diferentes concentraciones de biol aplicada al suelo y foliarmente en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis Ing. Agrónomo, UNALM Lima- Perú 70 pp.

BRAVO, R. (1975). Análisis bibliográfico de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y cañihua (*Chenopodium pallidicaulle* Aellen) en: resúmenes de investigaciones en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de la Universidad Nacional del Altiplano 1962 – 1999. Puno. 105 pp.

BERGEYS. (1994). Manual of determinative bacteriology th. Edit. Jhon Hollth. Baltimore USA 173 pp.

- CLADES. (1998). Manual de producción orgánica. Universidad Católica de Temuco- Chile. 142 pp.
- CROVETTO C. (1999). Agricultura de conservación. Editorial Eumedia. Madrid, España. 200 pp.
- DIBUT B. MARTÍNEZ V. (1990). Evaluación de cepas de azotobacter *Chroococcum* de los suelos de Cuba. Revista Ciencias de la Agricultura. La Habana Cuba. 85 pp.
- FAO, (1991). Manejo de suelo, producción y uso del compostaje en ambientes tropicales y subtropicales. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma. 177 pp.
- FIGUEROA H. (1983). Efectos del estiércol y formulaciones de fertilización en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en resúmenes de investigaciones en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de la Universidad Nacional del Altiplano 1962 – 1999. Puno, Perú. 88 pp.
- GANDARILLAS, H. (1979). Botánica en: cultivos andinos. Libros y materiales educativos CIID – IICA. Bogota, Colombia. 24 pp.
- GUERRERO J. (1991). Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico de suelos. 110 pp.

- GOMERO OSORIO L. (2005). Los biodigestores campesinos LEISA
Revista de agroecología Vol 21, Num 1, junio 2005. Lima – Perú
30pp.
- IDEMA. (2000). Los fertilizantes biológicos nitrogenados. Instituto de
defensa del medio ambiente. Arequipa – Perú. 35 pp.
- KOHHNKE H. y FRANZMEIR D. P. (1995). Soil science simplified.
Waveland press, INC. Illinois, USA. 59 pp.
- LOOMIS y CONNOR D. J. (2003). Ecología de los cultivos. Productividad
y manejo en sistemas agrarios. Ediciones Mundi Prensa. 212 pp.
- MACKIE F. (1999). Efecto de inoculantes a base de Azotobacter y hongos
micorríticos en maíz y cebada bajo invernadero en Ayacucho.
Manejo integral de suelos. Perú. 97 pp.
- MACKIE M. ESQUIVEL R. (2002). Efecto de inoculantes a base de
Azotobacter y hongos micorríticos en maíz y cebada bajo
invernadero en Ayacucho – Perú. 10 pp.
- MARTINEZ, R. (1994). Efecto económico de las aplicaciones de
biofertilizantes a base de azotobacter en la agricultura cubana.
Reunión latinoamericana rhizobiología. 12 pp.

- MEDINA VARGAS A. (1990). El biol: fuente de fitoestimulantes en el desarrollo agrícola. Programa especial de energías UMSS. GTZ. Chabamba – Bolivia. 79 pp.
- MENA, Y. (2001). “Influencia del biol en el rendimiento de ajo (*Allium Sativum L.*) var. “Napuri”, en la localidad de Ilabaya” Tesis Ingeniero Agrónomo UNJBG. Perú. 110 pp.
- MENGUEL K. y KIRKBY E. A. (1978). Principles of plant nutrition. Editurs, International potash institute. Swinterland. 129 pp.
- MUJICA A. IZQUIERDO J. MARETHEE J.P. (2000). Origen y descripción de quinua en: quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*). Ancestral cultivo andino, alimento del presente y del futuro: FAO, UNA. Santiago, Chile. 29 pp.
- PARAMO, L. (1999). “Prueba a nivel de campo y escalado a planta piloto del proceso de producción de biofertilizante” Tesis – Nicaragua. 135 pp.
- PEÑA S. TORRES E. (1992). La biofertilización: alternativa para el desarrollo rural. Lima: Red de acción en alternativas al uso de agroquímicos. Perú. 145 pp.

PÉREZ S. (1997). Producción de biofertilizante a partir de *Azotobacter Chroococcum*. Trabajo de diploma. Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua. 70 pp.

RAAA, (2005); “Abonos orgánicos líquidos” disponible en línea <http://www.raaa.org/biol.html>

RESTREPO J. (2001). Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes orgánicos, experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. Cori. Sna José, Brasil. 49 pp.

SARMIENTO C. (2011). Comparativo de rendimiento de 10 cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en siembra de invierno primavera, en la Yarada. Tesis Ing. Agrónomo UNJBG Perú. 112 pp.

SUQUILANDA V. M. B. (1996). Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. Editorial Universidad Politécnica Salesiana, FUNDAGRO Quito, Ecuador. 654 pp.

TAPIA M. E. (2001). Zonificación Agro ecológica del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en: Primer taller internacional sobre quinua. La Molina, Perú. 27 pp.

- TICONA P. W. (2001) Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de Brócoli (*Brassica oleracea* Var. Itálica Plenck) C.V. Legacy, en condiciones del valle de Tacna. Tesis Ing. Agrónomo. 78 pp.
- VARGAS R. (2005) Influencia de cinco niveles de estiércol en el rendimiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) Real Boliviana y Pandela de la localidad de la yarada. Tesis Ing. Agrónomo. 90 pp
- VITORINO FLOREZ, Braulio. (1989). Fertilidad de suelos y fertilizantes con énfasis en los suelos de Perú. Cusco: UNSAAC Perú. 139 pp.
- ZABALETA A. (1992). Edafología. El suelo en relación con la producción. CONCTEC. Lima, Perú. 141 pp.

ANEXOS

Anexo 1: Datos originales de altura de planta (cm)

	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T1	155,4	158,8	168	158,1
T2	165,2	165	160,2	166,8
T3	163,8	167,1	159,8	170,2
T4	166,2	169,3	163,9	171,9
T5	181,3	183,7	175,4	187,7
T6	172,6	171,4	168,1	177,1
T7	163,3	165,5	159,8	173,5
T8	155,2	153,5	149,1	151,6

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Datos originales de longitud de raíces (cm)

	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T1	15,85	17,38	16,25	17,12
T2	25,63	24,22	23,37	26,8
T3	20,06	22,1	20,46	18,02
T4	25,38	21,66	24,05	23,82
T5	29,34	32,98	28,49	30,35
T6	22,36	18,02	19,79	20,8
T7	24,61	23,59	22,06	26,65
T8	13,73	15,22	14,8	15,5

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Datos originales de longitud de panoja (cm)

	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T1	57	55,9	48,3	55,3
T2	62,9	67,3	59,8	56,8
T3	53,8	49,7	61,1	57,2
T4	60,1	55,6	55,3	65,4
T5	62,6	69,1	68,1	70,7
T6	66,5	55,9	60	58,7
T7	56,7	50,8	63,2	54,7
T8	51,2	50,9	55	49,4

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Datos originales de rendimiento (kg/ha)

	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
t1	1906.25	1312.5	1062.5	1343.75
t2	1625	1500	1312.5	2062.5
t3	1312.5	1875	1125	1843.75
t4	1000	1250	906.25	1187.5
t5	2562.5	2468.75	2062.5	2687.5
t6	1531.25	1875	1437.5	2250
t7	1218.75	1375	1093.75	1531.25
t8	250	406.25	343.75	437.5

Fuente: elaboración propia

Anexo 5. Datos originales de peso biomasa fresca (gr)

	bloque I	bloque II	bloque III	bloque IV
t1	277,1	298,6	271,4	302,2
t2	317,4	292,3	308,6	289,9
t3	379,2	373,7	394,4	406,5
t4	239,3	247,8	269,5	304,7
t5	485,9	443,6	500,9	570,9
t6	388,9	404	417,8	436,4
t7	262,8	248,7	268,3	293,9
t8	245,6	224,7	236,3	261,4

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Datos originales de peso biomasa seca

	bloque I	bloque II	bloque III	bloque IV
t1	89,42	97,77	79,75	91,9
t2	106,15	112,9	97,25	120,92
t3	96,07	90,31	104,53	98,63
t4	94,77	78,44	72,22	85,24
t5	143,19	154,93	147,68	144,28
t6	133,56	128,28	122,88	137,12
t7	74,06	82,73	91,19	88,05
t8	71,59	75,72	80,46	85,54

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Datos Meteorológicos

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DIRECCION REGIONAL TACNA - MOQUEGUA

ESTACION : CP-LA YARADA.

LAT.: 18° 12' 40.3"

DPTO. : TACNA

PARAMETRO : TEMPERATURA MAXIMA

LONG. : 70° 31' 24.9"

PROV.: TACNA

MEDIA (°C)

ALT. : 58 msnm.

DIST. : TACNA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2011	27,2	28,9	27,5	26,2	23,2	21,5	20,1	20,3	21,3	23,2	25,2	27,2
2012	28,4	29,4	29,2	26,4	25,0	22,8						

PARAMETRO : TEMPERATURA MINIMA MEDIA (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2011	13,7	17,7	14,2	14,4	13,1	14,3	14,5	13,1	14,5	12,5	16,6	16,7
2012	17,6	19,0	19,0	16,0	14,4	15,5						

PARAMETRO : HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2011	86	85	86	87	89	90	89	87	87	86	87	86
2012	86	86	84	84	85	85						

PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm.)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2011	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,9	1,0	0,5	2,4	0,0	0,0	0,0
2012	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						



Fuente: SENAMHI TACNA

Anexo 8: Análisis de suelo

ANALISIS DE SUELOS

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : JOSE NEYRA DIAZ
DIRECCION : TACNA
PRODUCTO : SUELO
SERVICIO SOLICITADO : ANALISIS DE CARACTERIZACION
PROCEDENCIA : LA YARADA ASENTAMIENTO 5 y 6 FUNDO LINARES
CULTIVO ANTERIOR : PAPA
CULTIVO A INSTALAR : S/referencia
FECHA DE MUESTREO : 17 de Enero del 2012
CODIGO REGISTR. LABORATORIO : M-1 010
PRESENTACION : 01 Bolsa de plástico con 500g. de muestra aprox.
FECHA DE RECEPCION : 21 de Enero del 2012
FECHA ENTREGA RESULTADO : 26 de Enero del 2012

II.- RESULTADO ANALISIS DE CARACTERIZACION EN SUELOS

Cod. Lab.	ANALISIS MECANICO				ANALISIS QUIMICO					ELEMENTOS DISPONIBLES	
	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	CO ₃ Ca %	pH	C.E. mS/cm	Mat. Org. %	Nitróg. % N.	Fósforo ppm P	Potasio ppm K
010	79	8	13	Areno Francoso	0.21	7.46	2.12	0.45	0.028	8.02	810

C.E.= Conductividad Eléctrica mS/cm=milisiemens por cm=mmho por cm %=Porcentaje ppm=partes por millón pH y C.E = extracto/ suelo 1 : 2.5
CO₃Ca = Carbonato de Calcio

Cod. Lab.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gs	PSI Porcentaje de Sodio Intercambiable %	Saturación de Bases %
	Ca ⁺⁺ meq/100gs	Mg ⁺⁺ meq/100gs	K ⁺ meq/100gs	Na ⁺ meq/100gs			
010	5.17	1.04	1.43	0.26	7.90	3.29	100

CIC= Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gs= miliequivalentes x 100gs de suelo PSI=Porcentaje de Sodio Intercambiable

III. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION

Cod. Lab.	CO ₃ Ca	pH	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO
010	Deficiente	Moderadamente Alcalino	Alto	Deficiente	Deficiente	Normal	Muy Alto
Cod. Lab.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES				CIC	PSI	
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺			
010	Medio	Bajo	Muy Alto	Bajo	Bajo	No Sódico	

Fuente: Laboratorio de análisis químicos & servicios Arequipa-Perú 2012