

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley N° 25265)



**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
TESIS**

**“NIVELES DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL
CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd.*) EN
COMÚN ERA-ACOBAMBA”**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
PRODUCCIÓN DE CULTIVOS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO
PRESENTADO POR EL BACHILLER:
LUZ MARIBEL ACUÑA CÁRDENAS
ACOBAMBA-HUANCABELICA**

2012

ACTA DE SUSTENTACIÓN O APROBACIÓN DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACIÓN

En la Ciudad Universitaria de "Común Era"; auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, a los 20 días del mes de diciembre del año 2011 a horas 03:00 p.m.; se reunieron; el Jurado Calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente : M. Sc. Ing. Julián Leonardo MANTARI MALLQUI

Secretario : Ing. Efraín David ESTEBAN NOLBERTO

Vocal : Ing. Santiago Oscar PUENTE SEGURA

Designados con **RESOLUCIÓN Nº 036-2011-CF FCA-COG-UNH** del: proyecto de investigación Intitulado:

"NIVELES DE FERTILIZACIÓN QUIMICA EN EL CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN COMUN ERA – ACOBAMBA.

Cuyo autor es la graduada:

BACHILLER: ACUÑA CARDENAS Luz Maribel

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del: proyecto de investigación.

Finalizado la evaluación; se invito al público presente y la sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO **POR : MAYORIA**

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.



M.Sc.Ing. Julián Leonardo MANTARI MALLQUI
Presidente



Ing. Efraín David ESTEBAN NOLBERTO
Secretario



Ing. Santiago Oscar PUENTE SEGURA
Vocal

Asesores

ASESOR : Mg. Sc. GREGORIO JOSÉ, ARONE GASPAR

COASESOR : Ing. CARLOS RAÚL, VERÁSTEGUI ROJAS

A mis padres , hermanos y hermanas por el apoyo moral que me brindan para seguir adelante.

INDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

PROBLEMA

1.1.	Planteamiento del problema.....	1
1.2.	Formulación del problema.....	2
1.3.	Objetivos.....	2
1.4.	Justificación.....	2

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes.....	3
2.2.	Bases teóricas.....	4
	2.2.1. La quinua.....	4
	2.2.2. Valor nutritivo y usos.....	5
	2.2.3. Composición química del grano.....	6
	2.2.4. Variedad de quinua Hualhuas.....	6
	2.2.5. Origen e importancia del cultivo de quinua.....	7
	2.2.6. Clasificación Taxonómica.....	8
	2.2.7. Morfología.....	8
	2.2.8. Ecología y adaptación.....	14
	2.2.9. Fertilización y abonamiento.....	17
2.3.	Hipótesis.....	26
2.4.	Variables en estudio.....	26

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Ámbito de estudio.....	27
3.2	Tipo de investigación.....	27
3.3	Nivel de investigación.....	27
3.4	Método de investigación.....	28
3.5	Diseño de la investigación.....	28
	3.5.1. Diseño experimental.....	28
	3.5.2. Características del campo experimental.....	28
3.6	Población, muestra, muestreo.....	29
	3.6.1. Población.....	29
	3.6.2. Muestra.....	29
	3.6.3. Muestreo.....	29
3.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
	3.7.1. Técnicas bibliográficas y de campo.....	29
3.8	Procedimiento de recolección de datos.....	30
3.9	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	31

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1.	Presentación de resultados.....	32
	4.1.1. Numero de planta/metro lineal en floración.....	32
	4.1.2. Área foliar en floración.....	33
	4.1.3. Altura de planta en floración.....	35

4.1.4.	Longitud de panoja en floración.....	36
4.1.5.	Matera seca en floración.....	37
4.1.6.	Rendimiento.....	39

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

ANEXOS

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro de producción "Común-Era" de la Universidad Nacional de Huancavelica Facultad de Ciencias Agrarias, Provincia de Acobamba Departamento de Huancavelica durante la campaña agrícola 2008-2009, con el objetivo de determinar el nivel de abonamiento de NPK en la producción del cultivo de quinua en las condiciones de Acobamba. Los tratamientos probados fueron: T1 (120-80-40), T2 (100-60-20), T3 (80-40-00), T4 (sin aplicación-testigo 00-00-00). En la investigación se utilizó el diseño experimental de bloques completamente randomizado (BCR) con 4 tratamientos y 3 repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales. Los resultados muestran que, todos los tratamientos se comportaron en forma heterogénea. En las variables evaluadas como longitud de panoja, altura de planta rendimiento y área foliar existen efectos respecto al testigo. Cabe señalar que los resultados conseguidos, bajo las condiciones evaluadas justifican los gastos realizados, dado que existen diferencias estadísticas significativas y altamente significativas, para los diferentes parámetros evaluados,

INTRODUCCIÓN

El cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), se remonta hacia la época precolombina, siendo uno de los principales cultivos en el imperio Inca. Sin embargo, la superficie cultivada fue disminuyendo debido a la actitud de los conquistadores españoles, que consideraron a la quinua como un cultivo asociado a prácticas paganas. La utilización de la quinua puede ser muy variada, La característica nutricional más importante es el contenido de proteína, que es alrededor de 16% base materia seca y su balance, rico en aminoácidos esenciales tales como: histidina, isoleucina, leucina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina y especialmente lisina. Su contenido proteico 12.65 es mayor respecto a otros cereales como son el maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum aestivum*), arroz (*Oryza sativa*) con 9,4%, 8,9 y 8,6%, respectivamente. El principal problema para la utilización de la semilla es el contenido de saponinas, que son triterpenoides glicosídicos y los que normalmente se encuentran en un rango de 0.3% a 2.0%, otorgándole un sabor amargo. Sin embargo, son de fácil remoción por medio de lavado con agua, ya que son hidrosolubles y se encuentran en las capas exteriores de la semilla.

CAPITULO I

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

El cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la provincia de Acobamba es sembrada en áreas pequeñas o en asociación con otros cultivos, cuya producción es empleada en su mayoría para el autoconsumo. El cultivo es muy apreciado por sus cualidades alimenticias y nutricionales, en grano poseen alto contenido de proteínas, calorías y vitaminas; atributos muy requeridos en la dieta alimentaria de niños, adultos y ancianos. Esta potencialidad permite que se tenga una demanda insatisfecha por parte de las familias campesinas y por los programas sociales promovidos por los gobiernos locales, que con el afán de contrarrestar la desnutrición crónica infantil que acarrea nuestra región en ocasiones, incluso adquieren fuera del País (Bolivia). El cultivo es rústico, apropiado para las condiciones edafológicas y climáticas de la región; lo que se desconoce el manejo agronómico en grandes áreas; así como la restitución de la fertilidad del suelo, por ser un cultivo altamente extractante en nutrientes, en especial en el nitrógeno. De allí la necesidad de plantear el presente trabajo con el propósito de contribuir sobre el conocimiento de niveles de fertilización química y su efecto en el rendimiento del cultivo en condiciones de "Común era" Acobamba.

1.2. Formulación del problema

¿En condiciones de Acobamba que nivel de abonamiento con NPK permite obtener mayor producción en grano seco en el cultivo de quinua?

1.3. Objetivos:

General

Determinar el nivel de abonamiento de NPK en la producción del cultivo de quinua en condiciones de Acobamba.

Específicos

1. Evaluar el número de planta por metro lineal del cultivo de quinua al estado de floración.
2. Evaluar el área foliar del cultivo de quinua al estado de floración.
3. Evaluar altura de planta del cultivo de quinua al estado de floración.
4. Evaluar la longitud de panoja del cultivo de quinua al estado de floración.
5. Evaluar la materia seca del cultivo de quinua en estado de floración.
6. Evaluar el rendimiento del cultivo de quinua en la cosecha.

1.4. Justificación

Los agricultores de la Provincia de Acobamba dan mayor importancia a la producción de muchos cultivos sin considerar el costo de producción, que es muy alto. Los cultivos promovidos requieren mayor inversión en mano de obra e insumos, y son de poca demanda y de bajo precio en el mercado local, regional y nacional. Frente a la realidad, el cultivo de quinua se presenta como una alternativa, cuyas bondades que ofrece el cultivo son: tolera bajas temperaturas, sequía, es de bajo costo durante la instalación; sus granos poseen alto valor alimenticio y tiene alta demanda en el mercado regional, permitiendo de este modo obtener mejores ingresos comparado con los cultivos tradicionales de la región. Con el presente trabajo de investigación se pretendió determinar la mejor dosis de abonamiento de NPK para las condiciones de "Común Era" – Acobamba con la variedad Hualhuas, con el objetivo de promover su siembra y mejorar los ingresos económicos de los agricultores.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

ARCOS (1 980) cita que, las formulaciones de N, P₂O₅ y K₂O, que dieron los mayores beneficios económicos, fueron 120-40-30 y 60-80-30 kg/ha bajo el sistema mecanizado con una utilidad neta de 63,835.17 y 59,332.13 soles/ha respectivamente.

BERMÚDEZ (1 970) cita que, el nitrógeno tiene un efecto positivo sobre la producción de grano de quinua; no se presentó respuesta positiva cuando se aplicó fósforo únicamente; con relación al potasio se ha encontrado una respuesta positiva, confirmando su acción favorable sobre la quinua; existe respuesta positiva a la interacción nitrógeno-fósforo, nitrógeno-potasio y fósforo-potasio; desde el punto de vista económico, el tratamiento N° 54 de formulación 120-30-30, con una producción de 4,494 kilogramos de grano por hectárea y un ingreso neto S/. 25,396.00 resultó el más económico.

HUMPIRI (1 982) cita que, los fertilizantes empleados fueron el Nitrato de Amonio (35.5%, de N), Superfosfato Triple de Calcio (46% de P₂O₅) y Cloruro de potasio (60% de K₂O) y utilizándose cuatro formulaciones de N-P₂O₅-K₂O (Alta 120-80-40; Media 100-60-20; Baja 80-40-00 y testigo 00-00-00). Con relación al efecto de las formulaciones se determinó que para todos los casos de variables de respuesta, la formulación alta 120-80-40 de N-P₂O₅-K₂O, es la que dio mejores resultados en rendimiento de: Grano: 5,193.9 kg/ha, biomasa aérea: 10,668.1 kg/ha, broza 5,452.5 kg/ha, altura de planta: 114 cm, longitud de panoja: 36.1 cm y diámetro de panoja 6.1 cm, encontrándose en ellas diferencias altamente significativas.

MENDOZA (1 979) cita que, los fertilizantes usados fueron: Nitrato de Amonio (33.5%), Superfosfato Triple de Calcio (46%) y Cloruro de Potasio (60%). Se han estudiado los efectos de cuatro formulaciones de N-P₂O₅-K₂O (Alta: 120-80-60, Baja: 60-40-30, Testigo: 00-00-00 y Parcela del agricultor: 30-00-00). La formulación que ha dado mejor producción en el rendimiento óptimo del cultivo de quinua, fue la formulación alta (F: 120-80-60), con un rendimiento promedio de 1,656.25 kg/ha respectivamente.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. LA QUINUA

GALWEY (1 993) menciona que, la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) se cultiva en zonas áridas y semiáridas de los Andes; tiene una gran adaptabilidad tanto en latitud como en altitud, encontrándose en el Perú desde Tacna hasta Piura y desde el nivel del mar hasta los 4 000 msnm. Por sus características nutricionales, contenido de proteínas, vitaminas y minerales, constituye una de las bases en la alimentación del poblador altoandino, posee una proteína de alto valor biológico; por su elevado contenido de lisina y su balance de aminoácidos esenciales, resulta comparable a la proteína de origen animal. Se usa ampliamente, tanto en la alimentación humana como animal, empleándose las hojas y tallos tiernos como verdura de hojas, hasta la fase del inicio del panojamiento, luego se consumen las panojas tiernas en reemplazo de verduras de inflorescencia, y el grano maduro, directamente o procesado.

www.peruecologico.com (2 011) la quinua es considerada un cultivo C4, es decir, realiza la fotosíntesis a temperaturas elevadas y fija de manera eficiente el carbono en el suelo. La quinua es un grano nutracéutico por sus cualidades alimenticias y medicinales, y gracias a ello goza de una creciente demanda en el mercado nacional y extranjero; tiene un tiempo de crecimiento de 90 a 220 días, dependiendo de cada variedad, y puede llegar a producir entre 3 y 5 Tm/ha de

grano. También se obtiene cerca de 4 Tm/ha de materia seca con un contenido de 18% de proteínas, que le da un potencial como planta forrajera.

www.inkanat.com (2 011) la quinua es una planta anual cuyo período vegetativo varía de 150 a 240 días y, aunque debido a la altura de cultivo está expuesta a heladas durante su crecimiento, es una planta que se adapta muy bien a las diferentes condiciones ambientales. La quinua como uno de los alimentos con más futuro a nivel mundial y como una fuente de solución a los graves problemas de la nutrición humana.

2.2.2. VALOR NUTRITIVO Y USOS

VALLADOLID (1 993) sostiene que, la quinua ha sido utilizada en la alimentación de la población andina desde hace más de 5,000 años. Así mismo, supera a los cereales como cebada, maíz y arroz en contenido de proteína en base seca, aunque es inferior a las leguminosas como frijol y "chocho". El valor del contenido de la proteína de quinua reside en la composición de sus aminoácidos: contiene más isoleucina, lisina, enilamina, tiroxina y valina por unidad de nitrógeno que los cereales. La lisina es uno de los aminoácidos más escasos en los alimentos de origen vegetal y su proporción en la quinua casi duplica la contenida en los cereales. Esto ha sido la base para considerar la suplementación de las harinas de trigo con quinua a fin de ofrecer un alimento popular con un mejor contenido de este importante aminoácido. Asimismo, el grano se consume en diversas formas: entero, harina, embrión, perisperma y hojuelas en la preparación de sopas, guisos, panes, pasteles, snacks, mazamorras, panes, torrijas y bebidas. Las hojas tiernas se utilizan como hortaliza en ensaladas ("llipcha" o "lliccha").

2.2.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL GRANO DE QUINUA.

Componente	Promedio %	Rango
Humedad	12.65	
Proteína	13.81	22.08 – 7.47
Grasa	5.01	
Cenizas	3.36	
Hidratos de carbono	59.74	71.30 – 38.72
Celulosa	4.38	
Fibra	4.14	

Fuente: Tapia (1 990)

2.2.4. VARIEDAD DE QUINUA HUALHUAS:

Dirección Regional Agraria Huancavelica (2 008), señala que la quinua variedad Hualhuas es:

- **Progenitor:** Rosada de Junín x real púrpura (Segregante selección masal: H-20B).
- **Adaptabilidad:** Desarrolla entre los 3 000 a 3 600 msnm.
- **Características:** Planta de tallo robusto, resistente a vuelco, de color verde, altura promedio que alcanza es de 80 a 160 cm. Las hojas es de color verde claro en ambas caras del limbo. Presenta tipo de panoja amarantiforme y glomerulada; y el grano es de color blanca-crema, con 17% de proteína.
- **Época de siembra:** En el valle del Mantaro entre 15 de noviembre al 15 de diciembre; y en condiciones de Huancavelica de 15 de octubre al 30 de Noviembre.
- **Densidad de siembra:** Distanciamiento de surco de 60 a 70 cm.
- **Cantidad de semilla:** De 10 a 15 kg/ha. Con buena selección.
- **Periodo vegetativo:** Variedad semi tardía que llega a madurar entre los 160 a 170 días.
- Rendimiento en condiciones del valle la producción es 2 500 a 3 000 kg/ha y en condiciones para laderas 1 500 a 2 000 kg/ha.

2.2.5. ORIGEN E IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE QUINUA.

www.monografias.com/trabajos (2 011) la quinua es una planta autóctona de los andes y su origen se remonta alrededor del lago Titicaca. Se lo denomina el “grano de los Incas”, pero se tiene vestigios de la existencia ya miles de años antes de los Incas; que indica que fue cultivada desde la época prehispánica (hace 3 000 a 5 000 años) en los Andes y domesticada en Bolivia, Perú y Ecuador. A raíz de la conquista Española, se introdujo a América entre otros cultivos el trigo por lo cual la quinua fue desplazada hacia tierras más altas y disminuyó su producción al igual que otros cultivos que tradicionalmente habían venido manejando y consumiendo los nativos. Su consumo es ancestral en la dieta de la población campesina. Su cultivo fue artesanal en las zonas altas andinas hasta la década de los años 90 en que se produce una importante posibilidad de exportación a los mercados norteamericano y europeo.

MÚJICA (1 997) sostiene que, el cultivo de quinua es una planta andina, muestra la mayor distribución de formas, diversidad de genotipos y de progenitores silvestres, en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia, encontrándose la mayor diversidad entre Potosí – Bolivia y Sicuani (Cusco) – Perú. Existen pocas evidencias arqueológicas, lingüísticas, etnográficas e históricas sobre la quinua. Sin embargo, existen evidencias claras de la distribución de los parientes silvestres, botánicas y citogenéticas, lo que posiblemente demuestra que su domesticación tomó mucho tiempo, hasta conseguir la planta domesticada y cultivada a partir de la silvestre, proceso que probablemente se inició como planta usada principalmente por sus hojas en la alimentación y luego por las semillas. Actualmente, las especies y parientes silvestres se utilizan localmente como “jataco” o “llipcha” (verdura de hoja) en muchas comunidades del área andina. Posteriormente, la especie fue adaptada a diferentes condiciones agroclimáticas, edáficas y culturales, haciendo que la planta presente una amplia adaptación desde el nivel del mar hasta los 4 000 msnm, y

usos diversos en las diferentes comunidades étnicas de acuerdo a sus necesidades alimentarias.

TAPIA (2 001) reporta que la quinua es muy apreciada por sus cualidades alimenticias y nutricionales en grano poseen alto contenido de proteínas, calorías y vitaminas; atributos muy requeridos en la dieta alimentaria de niños, adultos y ancianos. Esta potencialidad permite que se tenga una demanda insatisfecha por parte de las familias campesinas y por los programas sociales promovidos por los gobiernos locales, que con el afán de contrarrestar la desnutrición crónica infantil que acarrea nuestra región en ocasiones incluso adquieren fuera del País (Bolivia).

2.2.6. CLASIFICACION TAXONÓMICA

Respecto a la clasificación taxonómica, **TAPIA (2 001)** reporta que el cultivo pertenece:

División : Fanerógamas
Clase : Dicotiledóneas
Sub clase : Angiospermas
Familia : Chenopodiáceas
Género : *Chenopodium*
Sección : Chenopodia
Subsección : Cellulata
Especie : *Chenopodium quinoa* Willd.

2.2.7. MORFOLOGÍA

AGUILAR (1 992) reporta que, la capacidad de rendimiento del cultivo de quinua depende principalmente de sus características morfológicas, los hábitos de crecimiento altura de panoja, distanciamiento entre plantas, fertilización, las condiciones ambientales y el manejo agronómico del cultivo, por ello es muy

importante conocer la morfología de la planta de quinua y los estados de desarrollo desde la siembra hasta la cosecha.

www.monografias.com (2 011) la quinua, es una planta anual herbácea de hasta 2 metros de altura. Se la denomina pseudo cereal, porque botánicamente no pertenece a los cereales verdaderos como lo es el trigo, la cebada, maíz y arroz, pero debido a su contenido alto en almidón se lo conoce como un cereal. Según la variedad puede tener diferentes colores que van desde el amarillo al anaranjado, rojo vivo, rojo oscuro y verde.

2.2.7.1. Planta

Según **MÚJICA (1 993)** la planta es erguida, alcanza alturas variables desde 30 a 300 cm, dependiendo del tipo de quinua, de los genotipos, de las condiciones ambientales donde crece, de la fertilidad de los suelos; las de valle tienen mayor altura que las que crecen por encima de los 4 000 msnm, y de zonas frías, en zonas abrigadas y fértiles las plantas alcanzan las mayores alturas, su coloración varía con los genotipos y fases fenológicas, está clasificada como planta C3.

2.2.7.2. Raíz

MÚJICA (1 993) reporta que, la raíz es pivotante, vigorosa, profunda, bastante ramificada y fibrosa, la cual posiblemente le da resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta, se diferencia fácilmente la raíz principal de las secundarias que son en gran número, a pesar de que pareciera ser una gran cabellera, esta se origina del periciclo, variando el color con el tipo de suelo donde crece, al germinar lo primero que se alarga es la radícula, que continúa creciendo y da lugar a la raíz, alcanzando en casos de sequía hasta 1.80 m. de profundidad, y teniendo también alargamiento lateral, sus raicillas o pelos absorbentes nacen a distintas

alturas y en algunos casos son tenues y muy delgadas, muy excepcionalmente se observa vuelco por efecto de vientos, exceso de humedad y mayormente es por el peso de la panoja, la profundidad de la raíz guarda estrecha relación con la altura de la planta.

2.2.7.3. Tallo

MÚJICA et. al, (1 999) sostienen que, el tallo es cilíndrico en el cuello de la planta y anguloso a partir de las ramificaciones, puesto que las hojas son alternas dando una configuración excepcional, el grosor del tallo también es variable siendo mayor en la base que en el ápice, dependiendo de los genotipos y zonas donde se desarrolla, existen genotipos ampliamente ramificados (quinuas de valle) incluso desde la base (quinuas del nivel del mar) y otros de tallo único (quinuas del altiplano), así como genotipos intermedios, dependiendo del genotipo, densidad de siembra y disponibilidad de nutrientes, la coloración del tallo es variable, desde el verde al rojo, muchas veces presenta estrías y también axilas pigmentadas de color rojo, o púrpura. El tallo posee una epidermis cutinizada, corteza firme, compacta con membranas celulósicas, interiormente contiene una medula, que a la madurez desaparece, quedando seca, esponjosa y vacía, este tallo por su riqueza y gran contenido de pectina y celulosa se puede utilizar en la fabricación de papel y cartón. El diámetro del tallo es variable con los genotipos, distanciamiento de siembra, fertilización, condiciones de cultivo, variando de 1 a 8 cm. de diámetro.

www.monografias.com (2011) la quinua, posee un tallo principal con o sin ramas secundarias. Es de forma cilíndrica, a partir de las primeras ramas y termina en una inflorescencia. Alcanza una altura entre 50 a 250 cm.

2.2.7.4. Hojas

MÚJICA et. al, (1 999) las hojas son alternas y están formadas por pecíolo y lámina, los pecíolos son largos, finos y acanalados en su parte superior y de longitud variable dentro de la misma planta, la lámina es polimorfa en la misma planta, de forma romboidal, triangular o lanceolada, plana u ondulada, algo gruesa, carnosa y tierna, cubierta por cristales de oxalato de calcio, de colores rojo, púrpura o cristalino, tanto en el haz como en el envés, las cuales son bastante higroscópicas, 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 sobre calentamiento, presentando bordes dentados, aserrados o lisos, variando el número de dientes con los genotipos, desde unos pocos hasta cerca de 25, el tamaño de la hoja varía, en la parte inferior grandes, romboidales y triangulares y en la superior pequeñas y lanceoladas, que muchas veces sobresalen de la inflorescencia, con apenas 10 mm de largo por 2 mm de ancho. La coloración de la hoja es muy variable: del verde al rojo con diferentes tonalidades y puede medir hasta 15 cm. de largo por 12 cm. de ancho, presenta nervaduras muy pronunciadas y fácilmente visibles, que nacen del pecíolo y que generalmente son en número de tres.

2.2.7.5. Inflorescencia

www.peruecologico.com (2 011) 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 por que el eje principal está más desarrollado que los secundarios, ésta puede ser laxa (Amarantiforme) o compacta (glomerulada), existiendo formas intermedias entre ambas, presentando características de transición entre los dos grupos, es glomerulada cuando las inflorescencias forman grupos compactos y

esféricos con pedicelos cortos y muy juntos, dando un aspecto apretado y compacto (racimo), es amarantiforme cuando los glomérulos son alargados y el eje central tiene numerosas ramas secundarias y terciarias y en ellas se agrupan las flores formando masas bastante laxas, se designan con este nombre por el parecido que tiene con la inflorescencia del género *Amaranthus*. La longitud de la panoja es variable, dependiendo de los genotipos, tipo de quinua, lugar donde se desarrolla y condiciones de fertilidad de los suelos, alcanzando de 30 a 80 cm. de longitud por 5 a 30 cm. de diámetro, el número de glomérulos por panoja varía de 80 a 120 y el número de semillas por panoja de 100 a 3 000, encontrando panojas grandes que rinden hasta 500 gramos de semilla por inflorescencia. La quinua tiene una inflorescencia terminal en punta, que da lugar a una panoja cargada de semillas.

2.2.7.6. Flores

MÚJICA et. al, (1 999) menciona que, las flores son pequeñas, incompletas, sésiles y desprovistas de pétalos, constituida por una corola formada por cinco piezas florales tepaloides, sepaloides, pudiendo ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles, lo que indica que podría tener hábito autógamo como alógamo, faltando determinar con precisión el porcentaje de alogamia en algunos genotipos, en general se indica que tiene 10 % de polinización cruzada.

Por otro lado **CAMPOS (1 998)** indica que, las flores presentan, por lo general un perigonio sepaloide, rodeado de cristales de oxalato de calcio generalmente cristalinas, con cinco sépalos, de color verde, un androceo con cinco estambres cortos, curvos de color amarillo y filamentos cortos y un gineceo con estigma central, plumoso y ramificado con dos a tres ramificaciones estigmáticas, ovario elipsoidal, súpero, unilocular, las flores

hermafroditas , en el glómulo, son apicales y sobresalen a las pistiladas, en los trabajos de cruzamiento se ha observado una gran cantidad de aberraciones florales en quinua, tales como protoandria, pues se observan estambres secos cuando las flores están completamente abiertas y protoginia, observando ramas estigmáticas extendidas sin apertura de las tecas de los estambres. Las flores son muy pequeñas, alcanzan un tamaño máximo de 3 mm en caso de las hermafroditas y las pistiladas son más pequeñas las que dificultan su manejo para efectuar cruzamientos y emasculaciones.

2.2.7.7. Fruto

CAMPOS (1 998) menciona que, el fruto es un aquenio, que se deriva de un ovario supero unilocular y de simetría dorsiventral, tiene forma cilíndrico-lenticular, levemente ensanchado hacia el centro, en la zona ventral del aquenio se observa una cicatriz que es la inserción del fruto en el receptáculo floral, está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo y contiene una sola semilla, de coloración variable, con un diámetro de 1.5 a 4 mm, la cual se desprende con facilidad a la madurez y en algunos casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la trilla dificultando la selección, el contenido de humedad del fruto a la cosecha es de 14.5%. El fruto es seco e indehiscente en la mayoría de los genotipos cultivados, dejando caer las semillas a la madurez en los silvestres y en algunas accesiones del banco de germoplasma.

2.2.7.8. Semilla

Tapia (1 990) reporta que, la semilla constituye el fruto maduro sin el perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas que son: Episperma, embrión y perisperma. El episperma, está constituida por cuatro capas: una externa de superficie

rugosa, quebradiza, la cual se desprende fácilmente al frotarla, en ella se ubica la saponina que le da el sabor amargo al grano y cuya adherencia a la semilla es variable con los genotipos, tiene células de forma alargada con paredes rectas; la segunda capa es muy delgada y lisa, se observa sólo cuando la capa externa es translúcida; la tercera capa es de coloración amarillenta, delgada y opaca y la cuarta capa, translúcida, está constituida por un solo estrato de células.

2.2.8. ECOLOGÍA Y ADAPTACIÓN

Según **MÚJICA et. al, (1 999)** los requerimientos edafoclimáticos más importantes del cultivo para una adecuada producción son suelo, pH del suelo, clima, agua, precipitación, temperatura, radiación y altura.

2.2.8.1. Suelo

Según **MÚJICA et. al, (1 999)** en lo referente al suelo, la quinua prefiere un suelo franco, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, con pendientes moderadas y un contenido medio de nutrientes, puesto que la planta es exigente en nitrógeno y calcio, moderadamente en fósforo y poco de potasio. También puede adaptarse a suelos franco arenosos, arenosos o franco arcillosos, siempre que se le dote de nutrientes y no exista la posibilidad de encharcamiento del agua, puesto que es muy susceptible al exceso de humedad sobre todo en los primeros estados.

2.2.8.2. pH

CALZADA (1 951) sostiene que, 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 (Fuertemente alcalino), en los salares de Bolivia y de Perú, como también en condiciones de suelos ácidos encontrando el extremo de acidez donde prospera la

quinua, equivalente a 4.5 de pH (muy fuertemente ácido), en la zona de Michiquillay en Cajamarca, Perú. Estudios efectuados al respecto indican que pH de 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.

2.2.8.3. Clima

TAPIA (1 990) en cuanto al clima, la quinua por ser una planta muy plástica y tener amplia variabilidad genética, se adapta a diferentes climas desde el desértico, caluroso y seco en la costa hasta el frío y seco de las grandes altiplanicies, pasando por los valles interandinos templados y lluviosos, llegando hasta las cabeceras de la ceja de selva con mayor humedad relativa y a la puna y zonas cordilleranas de grandes altitudes, por ello es necesario conocer que genotipos son adecuados para cada una de las condiciones climáticas.

2.2.8.4. Agua

MÚJICA et. al, (1 999) en cuanto al agua, la quinua es un organismo eficiente en el uso, a pesar de ser una planta C4, puesto que posee mecanismos morfológicos, anatómicos, fenológicos y bioquímicos que le permiten no solo escapar a los déficit de humedad, sino tolerar y resistir la falta de humedad del suelo, a la quinua se le encuentra creciendo y dando producciones aceptables con precipitaciones mínimas de 200 a 250 mm anuales, como es el caso del altiplano sur boliviano (zonas denominadas Salinas de Garci) permiten almacenar agua y utilizarlas en forma eficiente y apropiada así como con genotipos específicos y 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 equivalente 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.

2.2.8.5. Temperatura

MÚJICA et. al, (1 999) la temperatura media adecuada para la quinua está alrededor de 15 a 20° C, sin embargo se ha observado que con temperaturas medias de 10° C se desarrolla perfectamente el cultivo, así mismo ocurre con temperaturas medias y altas de hasta 25° C, prosperando adecuadamente, al respecto se ha determinado que esta planta también posee mecanismos de escape y tolerancia a bajas temperaturas, pudiendo soportar hasta menos 8° C, en determinadas etapas fenológicas, siendo la más tolerante la ramificación y las más susceptibles 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 estomas y estambres, imposibilitando la formación de polen y por lo tanto impide la formación del grano.

2.2.8.6. Radiación

MÚJICA (1 997) la radiación es importante, por que regula la distribución de los cultivos sobre la superficie terrestre y además influye en las posibilidades agrícolas de cada región. La quinua soporta radiaciones extremas de las zonas altas de los andes, sin embargo estas altas radiaciones permiten compensar las horas calor necesarias para cumplir con su período vegetativo y productivo.

2.2.8.7. Precipitación

MÚJICA (1 997) de 300 a 1 000 mm; las condiciones pluviales varían según la especie y/o país de origen. Las variedades del Altiplano de Perú y Bolivia necesitan poca lluvia, mientras que las del sur de Chile abundante. En general, en forma eficiente con un nivel de de lluvias durante su crecimiento y desarrollo, y condiciones de sequedad, especialmente durante su maduración y cosecha.

2.2.9. FERTILIZACIÓN y ABONAMIENTO

MÚJICA (1 997) menciona que, en la práctica, los campesinos no fertilizan la quinua, esta aprovecha los nutrientes aplicados al cultivo anterior que es generalmente la papa. Sin embargo se recomienda aplicar al menos 5 t/ha de estiércol de corral, con mayor razón cuando se la siembra después de un cereal o se repite quinua.

CALZADA (1 951) fue uno de los primeros en estudiar la respuesta de la quinua a la fertilización orgánica y química; en ensayos efectuados en Puno y Huancayo encontró una significativa respuesta sobre todo al aporte del nitrógeno. La quinua responde en forma significativa a niveles de 80 a 120 kg de nitrógeno y 60 a 80 kg de fósforo. La dosis de potasio es hasta 80 kg/ha en suelos deficientes de este elemento, lo que muy rara vez se presenta en los suelos de los Andes. También se ha calculado que por cada kilogramo de nitrógeno por hectárea (hasta un nivel de 120 kg/ha), la producción de quinua se eleva en 16 kg/ha, lo cual, a los actuales precios de los fertilizantes y del grano, hace rentable la fertilización nitrogenada. Se ha encontrado además que existe una buena respuesta a la aplicación fraccionada del nitrógeno, la mitad a la siembra y la mitad al aporque (a los 50 días de emergencia).

Por otro lado **TAPIA (1 990)** menciona que, la fertilización consiste en depositar en el terreno los elementos requeridos en proporción por el cultivo de quinua labor que no se acostumbra en la tecnología tradicional , sin embargo en la tecnología mejorada se recomienda, de acuerdo a los requerimientos las siguientes formulaciones: Baja tecnología (N 50 – P 40 – K 0), Media (N 80 – P 40 – K 40) y Alta (N 100 – P 80 – K 60). Así mismo el nitrógeno deberá ser necesariamente fraccionado en dos partes iguales usar una parte en la siembra juntamente con todo el fósforo y potasio y la otra mitad en el aporque para evitar pérdidas por percolación a capas inferiores del suelo. La aplicación de abonos orgánicos (estiércol) también es beneficiosa, se recomienda de 5 a 10 t/ha.

AZABACHE (2 003) menciona, al nitrógeno (N) como un nutriente vital para la planta y el más deficiente. Las plantas contienen normalmente entre 10 a 40 g/kg. de N en peso de la materia seca. Es absorbido por las plantas como iones amonio y nitrato. El nitrato es frecuentemente una fuente preferencial para el crecimiento de los cultivos. Los cultivos principalmente toman nitrato, aun cuando se aplica NH_4^+ , debido a rápida oxidación microbial de amonio en el suelo. La entrada de NO_3^- a la planta es un proceso activo en contra de un gradiente electroquímico. Indicando también que una diferencia importante entre la absorción de nitrato y amonio está en la sensibilidad del pH, donde la absorción del amonio toma lugar mejor en medio neutro y disminuye conforme aumenta el pH, lo contrario sucede con el nitrato.

VALLADOLID (1 993) menciona que, es conveniente fertilizar aquellas siembras que se realizan en suelos con bajo contenido de nitrógeno y fósforo, lo cual se puede determinar mediante un análisis químico del suelo. El análisis del suelo nos indica el grado de fertilidad y en consecuencia las cantidades necesarias de fertilizante a emplear. Para un buen crecimiento y floración de la planta se necesitan varios minerales. Los más importantes cualitativamente son nitrógeno (N), fósforo (P) en

potasio (K). Es importante que el fertilizante contenga estos y otros minerales en la proporción correcta.

www.biocanna.info/site/about reporta la gran diferencia entre fertilizantes ecológicos y minerales es que los fertilizantes ecológicos están ligados en parte orgánicamente. Esto significa que aparecen en una forma que también se encuentra en la naturaleza. Como en esta forma no son fáciles de medir, los valores de los productos de BIOCANNA difieren de los productos CANNA, mientras que la planta puede absorber la misma cantidad de minerales. El nitrógeno es especialmente necesario para la fase de crecimiento de la planta. El nitrógeno juega un papel importante en la fotosíntesis y consecuentemente en el crecimiento y el desarrollo de las partes verdes de la planta y la gestión de energía de la planta. El nitrógeno orgánico forma nitrato y se distingue del amonio inorgánico porque el nitrógeno está ligado a estructuras orgánicas más complejas. Hace unos años se descubrió que las plantas pueden absorber directamente formas orgánicas de nitrógeno, pero la mayoría de las veces absorben las plantas el nitrógeno después de haberse liberado por procesos naturales de las estructuras orgánicas. La forma orgánica en que se encuentra el nitrógeno en BIOCANNA, se libera prácticamente en el momento cuando es administrado en la planta. El fósforo juega un papel importante en la formación de las raíces y los transportes de energía dentro de la planta y es asimismo importante durante la floración y la maduración. El fósforo y el nitrógeno son antagonistas, es decir, polos opuestos y por ese motivo es muy importante que en todas las fases de la planta se administren en cantidades correctas. El fósforo es especialmente importante para planta en flor. La planta absorbe el fósforo en forma de fosfato. El fosfato en BIOCANNA es lo que se llama bio-fosfato. El bio-fosfato es contrariamente al fosfato natural en sustancias nutritivas absolutamente libre de metales pesados y otras contaminaciones. Al contrario del nitrógeno y fósforo, el potasio no es un elemento constructivo, sino que controla la tensión celular. El potasio es importante para la floración e influye fuertemente la solidez y la calidad de

la planta. La calidad se expresa en un buen rendimiento, conservabilidad, sabor y aroma. Suficiente potasio reduce la sensibilidad a estrés de sequedad y aumenta la resistencia de la planta a enfermedades y plagas.

MÚJICA et. al, (1 999) menciona que, la quinua es una planta exigente en nutrientes, principalmente de nitrógeno, calcio, fosforo, potasio por ello requiere un buen abonamiento y fertilización adecuada, los niveles a utilizar dependerá de la riqueza y contenido de nutrientes de los suelos donde se instalará la quinua, de la rotación utilizada y también del nivel de producción que se desea obtener. En general en la zona andina, cuando se siembra después de la papa, el contenido de materia orgánica y nutrientes es favorable para el cultivo de quinua, por la descomposición lenta del estiércol y preferencia nutricional de la papa, en algunos casos casi está completo sus requerimientos y solo necesita un abonamiento complementario, sin embargo cuando se siembra después de una gramínea (maíz o trigo en la costa), cebada o avena en la sierra, es necesario no solo utilizar materia orgánica en una proporción de tres toneladas por hectárea, sino fertilización equivalente en promedio a la formula 80-40-00, lo que equivaldría a 147 kg/ha de urea del 46 % y 88 kg/ha de superfosfato de calcio triple del 46%, y nada de potasio por la gran disponibilidad en los suelos de los Andes y en general de Sudamérica debido a que a que en el suelo existen arcillas que retienen en grandes cantidades al potasio. En la costa donde la cantidad de materia orgánica es extremadamente escasa y los suelos son arenosos, la cantidad de nutrientes también son escasos, salvo algunas excepciones. Sin embargo, en general se recomienda una formula de fertilización de 240-200-80, equivalente a: 523 kg/ha de urea del 46%, 435 kg/ha de superfosfato triple de calcio de 46% y 134 kg/ha de cloruro de potasio del 60% y aplicación de estiércol, compost, humus o materia orgánica en las cantidades disponibles en la finca. La aplicación de la materia orgánica de efectuarse junto con la de suelos de tal manera que pueda descomponerse y estar disponible para el cultivo. Así mismo esta facilitara la retención de la humedad, mejorara la estructura

del suelo, formando estructuras esferoidales, facilitara la aireación del suelo y favorecerá el desarrollo de la flora microbiana que permitirá la pronta humificación. En el caso de la fertilización, se aplicara la fuente de nitrógeno fraccionado en dos partes en la sierra, la mitad a la siembra y la otra después del deshierbo y junto al aporque y mientras que en la costa será mejor fraccionar en tres partes, una tercera a la siembra, la otra tercera al deshierbo y la ultima tercera parte en la floración. Esto permitirá un mejor aprovechamiento del nitrógeno y evitara perdidas por lixiviación, volatilización por las altas temperaturas y la facilidad de percolación de los suelos, mientras que el fósforo y el potasio todo a la siembra.

Es.wikipedia.org/wiki/Fertilizante (2 011) reporta que, un fertilizante químico es un producto que contiene, por lo menos, un elemento químico que la planta necesita para su ciclo de vida. La característica más importante de cualquier fertilizante es que debe tener una solubilidad minima en agua, para que, de este modo pueda disolverse en el agua de riego, ya que la mayoría de los nutrientes entran en forma pasiva en la planta, a través del flujo del agua. Estos elementos químicos o Nutrientes pueden clasificarse en: macroelementos y microelementos. Los macroelementos son aquellos que se expresan como: % en la planta o g/100 g. Los principales son: N-P-K-Ca-Mg-S; los microelementos se expresan como: ppm (parte por millón) = mg/kg = mg /1 000 g. Los principales son: Fe-Zn-Cu-Mn-Mo-B -Cl.

www.casaactual.com (2 011) reporta que, los fertilizantes están clasificados por su contenido de tres nutrientes importantes: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K). Cada macro nutriente tiene una función:

- * Nitrógeno (N). Ayuda a que las plantas crezcan y estén más verdes.
- * Fósforo (P). Estimula el crecimiento de la planta.
- * Potasio (K). Favorece el vigor de las plantas.

La cantidad de estos ingredientes está especificada en el Análisis Garantizado del producto.

www.isquisa.com (2011) reporta que, el N en las plantas, es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte comportamiento de flores y raíces, de la molécula de clorofila está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. Cantidades adecuadas de Nitrógeno producen hojas de color verde oscuro por su alta concentración de clorofila y esta participa en el proceso de conversión del Carbono, Hidrógeno y Oxígeno en azúcares simples que serán utilizados en el crecimiento y desarrollo de la planta. Las plantas absorben la mayoría del Nitrógeno en forma de iones Amonio (NH^4) o Nitrato (NO^3) y en muy pequeña proporción lo obtienen de aminoácidos solubles en agua. Los cultivos absorben la mayor parte del Nitrógeno como nitratos, sin embargo estudios recientes demuestran que los cultivos usan cantidades importantes de Amonio estando esté presente en el suelo. En el proceso de Nitrificación al convertir (NH^4) en (NO^3), se liberan iones H^+ , este proceso produce acidez en el suelo.

www.textoscientificos.com (2 011) reporta que, la urea se presenta como un sólido cristalino y blanco de forma esférica y granular. Es una sustancia higroscópica, es decir, que tiene la capacidad de absorber agua de la atmosfera y presenta un ligero olor a amoniac. La urea es una sustancia no peligrosa, no tóxica, no cancerígena y tampoco es inflamable aunque si es levemente irritante en contacto con los ojos y piel. La urea como fertilizante presenta la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno, el cual es esencial en el metabolismo de la planta ya que se relaciona directamente con la cantidad de tallos y hojas, las cuales absorben la luz para la fotosíntesis. Además el nitrógeno está presente en las vitaminas y proteínas, y se relaciona con el contenido proteico de los cereales. El grano se aplica al suelo, la aplicación puede hacerse en el momento de la siembra o antes, luego el grano se hidroliza y se descompone, debe tenerse mucho cuidado en

la correcta aplicación de la urea al suelo, si esta es aplicada en la superficie, o no se incorpora al suelo ya sea por correcta aplicación, lluvia o riego, el amonio se vaporiza y las pérdidas son muy importantes. La carencia de nitrógeno en la planta se manifiesta en una disminución del área foliar y una caída de la actividad fotosintética.

www.isquisa.com (2 011) reporta que, el fósforo (P_2O_5) es esencial para el crecimiento de las plantas, desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, y en la división y el crecimiento celular. Promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces, mejora la calidad de la fruta, del follaje de las hortalizas, de los granos y es vital para la formación de las semillas ya que está involucrado en la transferencia de las características genéticas de una generación a otra. El P_2O_5 es un elemento que tiene muy poca movilidad en el suelo, y por consecuencia es un producto muy estable, por lo que las pérdidas por lixiviación son mínimas. Debido a esta característica del Fósforo, es determinante para su máximo aprovechamiento el método y la profundidad de aplicación dependiendo del cultivo, esto es colocarlo dentro del área de desarrollo radical y asegurar con ello la cercanía con el área de absorción de las raíces. El pH es un factor que influye enormemente sobre la solubilidad y disponibilidad del fósforo, éste es más disponible en pH de 6 a 7. Sólo una pequeña cantidad del fósforo del suelo (que proviene de degradación de minerales) es posible disponerlo para las plantas, por lo que hay que mejorarlas con fertilización.

www.petroban.com (2 011) indica que, el fósforo aportado, en un 100 % asimilable por las plantas, del que un porcentaje muy elevado (más del 95 %) es soluble en agua y pasa directamente a la solución de suelo, garantiza un excelente resultado agronómico. Los fosfatos amónicos tienen una reacción residual ácida, aunque inicialmente tienen una reacción alcalina, por lo que son muy adecuados para suelos

neutros o básicos. La fertilización con fósforo es clave, no sólo para restituir los niveles de nutriente en el suelo, sino también para obtener plantas más vigorosas y promover la rápida formación y crecimiento de las raíces, haciéndolas más resistentes a la falta de agua. El fósforo también mejora la calidad de frutas y granos, siendo vital para la formación de las semillas. La deficiencia de fósforo retarda la madurez del cultivo. Los fosfatos de amonio poseen excelentes propiedades físicas, resultando actualmente los fertilizantes fosfatados más populares. Entre otras ventajas son los fertilizantes más concentrados del mercado, entre 62 y 64% de nutrientes. El fósforo de los fosfatos de amonio es totalmente soluble en agua. En condiciones normales sólo del 20 al 30 % del Fósforo aplicado al suelo como fertilizante es absorbido por la planta durante un ciclo de crecimiento. Se obtiene mayor eficiencia aplicando en forma conjunta P y N que por fuentes distintas, debido que al absorber las plantas el nitrógeno en forma de amonio se acidifica el entorno radicular, facilitando de esta manera la disolución y liberación del fosfato del fertilizante. El fosfato diamónico (DAP) es arrancador en los cultivos extensivos, debido a su mayor contenido de nitrógeno, es bueno para los cultivos que requieren dicho nutriente en su etapa inicial. Es un producto con alta solubilidad en agua, lo que asegura una rápida respuesta a la fertilización. El Nitrógeno incluido permite cubrir parte de las necesidades del cultivo durante el primer período de crecimiento de la planta.

www.isquisa.com (2 011) reporta que el fosfato diamónico (DAP) es el fertilizante sólido aplicado directamente al suelo con la más alta concentración de nutrientes primarios 18-46-00, se considera un complejo químico por contar con 2 nutrientes en su formulación. Es una fórmula muy apreciada por los agricultores ya que tiene una relación costo-beneficio muy positiva en cuanto a aporte de nutrientes (64%) y por consiguiente por el costo de la tonelada transportada por concentración de nutrientes. Se clasifica primordialmente como una fuente de fósforo y como complemento secundario de nitrógeno, sin embargo, la presencia del 18% de

nitrógeno en esta fórmula, influye favorablemente en la absorción y aprovechamiento del fósforo, este efecto es debido que el amonio (NH^{+4}) influye significativamente sobre la disponibilidad y absorción del fósforo (P_2O_5). El amonio en altas concentraciones reduce las reacciones de fijación del fósforo, igualmente, la absorción del amonio ayuda a mantener condición de acidez en el contorno de la raíz, condición que mejora la absorción del fósforo, gracias a esta sinergia del N-P, la fórmula del DAP 18-46-00 es de alta eficiencia como fertilizante. Por su alto aporte de nutrientes primarios, el fosfato diamónico (DAP) es un fertilizante complejo ideal para ser aplicado como mono producto en pre siembra o al momento de la siembra. Dado su alto aporte de fósforo (46%), es un componente imprescindible para la elaboración de fórmulas balanceadas de fertilización (mezclas físicas). El (DAP) es compatible con la mayoría de los fertilizantes, pero existe incompatibilidad con superfosfato triple (SPT) y superfosfato simple (SPS) ya que genera reacción húmeda y se apelmaza, en el caso de mezclas de aplicación inmediata es posible combinarlos siempre y cuando la mezcla no se destine a almacenamiento. El fosfato diamónico es un producto muy estable en almacenamientos prolongados, pero es muy importante observar un buen manejo del producto en almacén, preferentemente bajo condiciones adecuadas, es decir en lugares secos, frescos, ventilados y libres de cualquier agente contaminante.

www.fertimicro.com/terminos.htm (2 011) el potasio, es uno de los elementos más importantes en el metabolismo de los vegetales ya que es parte vital en la formación y transportación de los almidones, azúcares y lípidos en solución y de todos los líquidos que llevan en solución los nutrientes y azúcares a toda la planta por lo que es el gran activador de las reacciones enzimáticas que ocurren en los procesos durante todo el ciclo de vida en el reino vegetal. El potasio ayuda a aumentar el tamaño y la calidad de frutas y semillas. La necesidad de potasio en la planta aumenta conforme a su crecimiento, por lo que es indispensable conocer las necesidades durante el desarrollo del ciclo, la aplicación debe ser periódica

incrementando su adición durante la parte final de la fase vegetativa, al inicio de la floración y en la fructificación para lograr un llenado óptimo en los frutos. La forma de compuestos en que el potasio es proporcionado a los cultivos para su asimilación y aprovechamiento de uso común en fertilización.

2.3. HIPÓTESIS:

- Hp.** Los niveles de abonamiento con NPK influyen en rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en "Común Era" – Acobamba.
- Ha.** Los niveles de abonamiento de NPK no influyen en el rendimiento del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en "Común Era" – Acobamba.

2.4. VARIABLES EN ESTUDIO

Parámetros evaluados	Etapas
- Número de plantas/metro lineal	- Floración
- Área foliar	- Floración
- Altura de planta	- Floración
- Longitud de panoja	- Floración
- Materia seca	- Floración
- Rendimiento	- Cosecha

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El presente de trabajo de investigación se realizó durante la Campaña agrícola del 2 008 a 2 009, en el Centro de Investigación y Producción “Común Era” en la Provincia Acobamba Departamento de Huancavelica. El suelo del campo experimental presenta una textura franco arcilloso, con pH 8.24 (fuertemente alcalino), con contenido bajo de materia orgánica (1.05%), bajo en fosforo (11.6 ppm) y bajo en potasio (50.5 ppm). Los cultivos instalados producen con la humedad proporcionada por la lluvia.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación desarrollada fue experimental, porque se ha determinado el nivel óptimo de la fertilización química utilizando NPK para el rendimiento del cultivo de quinua comparado con el testigo sin aplicación de NPK.

Tratamientos	N	P	K
T1	120	80	40
T2	100	60	20
T3	80	40	00
T4	00	00	00

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación efectuada fue aplicada, orientada a probar los diferentes niveles de fertilización de NPK, para incrementar el rendimiento del cultivo de quinua en “Común Era” – Acobamba.

3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se aplicó el Método científico experimental, cuyo procedimiento nos permitió conocer los efectos de los niveles de fertilización química en el rendimiento del cultivo de quinua, frente al testigo sin ninguna aplicación de NPK.

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.5.1. Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue el Diseño en Bloques Completamente Randomizado, con 4 tratamientos y 3 bloques (DBCR).

TRAT.	DESCRIPCION	CLAVE
1	Se utilizó la cantidad de 17 kg de NPK/90 m ²	T1 dosis alta
2	Se utilizó la cantidad de 13,5 kg de NPK/90 m ²	T2 dosis media
3	Se utilizó la cantidad de 8,5 kg de NP/90 m ²	T3 dosis baja
4	Testigo sin ninguna aplicación	T4 (testigo)

3.5.2. Características del campo experimental

Descripción	Unidad de medida
Unidad experimental	
Número de surco	10
Ancho de surco	0.55 cm.
Longitud de surco	6 m.
N° unidades experimentales	12
Bloques	
Número de bloques	03
Ancho del bloque	5 m.
Largo del bloque	24 m.
Longitud del bloque	24 m.
Área total del bloque	120 m.
Campo experimental	
Número de bloques	3
Número de U. E	12
Área neta	360 m ²
Área de calles	162.5 m ²
Área total del campo experimental	522.5 m ²
Densidad de siembra	15 kg/ha

3.6. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO

3.6.1. Población.

La población en estudio estuvo conformada, por una unidad experimental de 30 m², tres bloques experimentales 360 m², un campo experimental total de 522.5 m², y las plantas de quinua variedad Hualhuas.

I	T1	T2	T3	T4	NM ↑
II	T2	T3	T4	T1	
III	T3	T4	T1	T2	

3.6.2. Muestra.

Se utilizó 10 plantas de quinua por cada unidad experimental, de los surcos centrales para cada variable evaluada haciendo un total de 120 plantas por campo experimental.

3.6.3. Muestreo

La evaluación se realizó al azar en cada una de los tratamientos.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1. Técnicas bibliográficas y de campo:

Análisis de contenido.

Es el estudio y análisis de una manera objetiva y sistemática de los documentos leídos sobre el tema de investigación.

Fichaje. Nos permitió recolectar la información bibliográfica para elaborar el marco teórico que sustente la investigación.

Fichas. Para registrar la información producto del análisis del documento en estudio.

Libreta de campo. Se registraron las observaciones realizadas sobre la variable evaluadas, (altura de planta, área foliar, número de plantas por metro lineal, materia seca, longitud de panoja y rendimiento).

3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

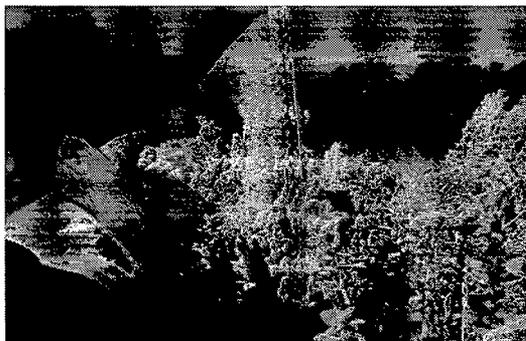
Número de plantas por metro lineal; se evaluaron la cantidad de plantas que existen en un metro lineal con la ayuda de un flexómetro, y se registraron en un cuaderno de campo para luego ser tabuladas en el análisis de varianza utilizando un (DBCR), la prueba múltiple de comparación de medias de DUNCAN 0.05.



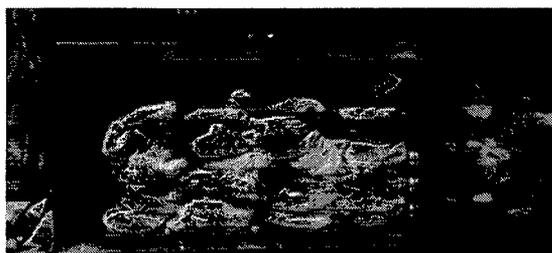
Área Foliar; tomando al azar 10 plantas / U.E se evaluó el área foliar, utilizando el método del sacabocado.

Altura de planta, tomando al azar 10 plantas/U.E para luego medirlos desde el cuello de la planta hasta el final de la panoja, ejecutando con un flexómetro y finalmente se registraron en un cuaderno para luego ser tabuladas (ANVA), con un alfa de 0,05 con un DBCR.

Longitud de panoja; se evaluaron tomando al azar 10 planta y se empezaron a medir desde la base de la panoja hasta el final de la panoja ejecutando con un flexómetro.



Materia seca; se realizó en floración tomándose al azar 10 plantas / U.E y se tomó los datos del peso inicial en húmedo, luego se hizo secar al aire libre por 20 días, en seguida se realizó el secado a la estufa a 80° C y se obtuvo el peso final, y los datos se registraron en un cuaderno para su respectiva tabulación en el (ANVA), con un DBCR.



Rendimiento; para obtener el rendimiento se hizo el corte, secado, trilla, ventilado y finalmente se peso cada uno de los tratamientos en estudio para luego obtener el resultado final que nos muestra cada tratamiento: T4 (testigo) = 26,5 kg/90 m², T3 = 38 kg/90 m², T2 = 40.5 kg/90 m² y T1 = 45 kg/90 m².

3.9. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

En la presente investigación los datos registrados en un cuaderno de campo, se realizó un Análisis de Varianza (ANVA), para cada variable con un Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) y se efectuó la comparación de media de cada tratamiento mediante la prueba múltiple de comparación de media de DUNCAN al 0,05 utilizando una calculadora científica, también se construyen gráficos de barras con los datos obtenidos en Microsoft Excel.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los datos promedios de las observaciones fueron obtenidos, ordenados, procesados y analizados de acuerdo al esquema del análisis de varianza. Los promedios de las observaciones realizadas se presentan en el Anexo. Se efectuó el análisis de varianza para determinar los efectos de los tratamientos y para establecer los efectos de significación de cada fuente de variabilidad, se hizo la prueba de F, en los niveles de 5% de probabilidad. Los límites de las diferencias estadísticas significativas se determinaron por medio de la prueba de Duncan al nivel de significación de 5%; donde todos los tratamientos nos indican que existe significación estadística entre sus promedios.

4.1.1. Número de planta/metro lineal en floración

Los resultados promedios se indican en el Cuadro 1 del Anexo, el Análisis de Varianza (ANVA) y la Prueba de significación de Duncan, en los cuadros siguientes y a continuación la interpretación de los mismos

Cuadro N° 1a. Análisis de varianza para el numero de planta/metro lineal

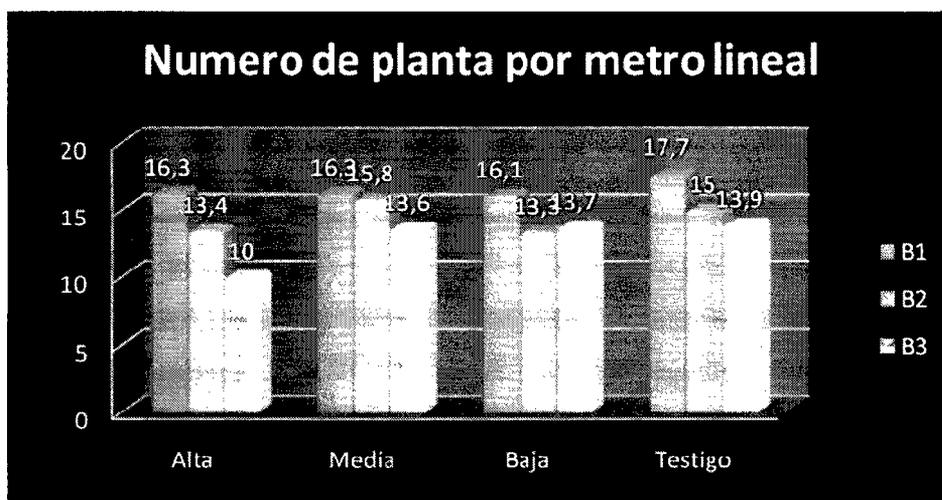
F.V.	G.L.	SC	CM	F.C	Ft		SIG.
					0.05	0.01	
Bloques	2	0.022	0.011	1.20	5.14	10.92	NS
Trat.	3	0.009	0.003	0.35	4.76	9.78	NS
Error	6	0.057	0.009				
Total	11	0.090					

CV = 2.583972

ANVA para el número de planta por metro lineal en floración para fuente de bloques y tratamientos con la aplicación de diferentes dosis de NPK, no existe diferencia significativa a causa de que cada tratamiento y repetición se comportó en forma

homogénea. El C.V es 2,58%, según la escala de calificación es excelente (CALZADA, 1 982).

Grafico N° 1b. Efecto de la aplicación de las diferentes niveles NPK en el numero de planta / metro lineal.



Del Grafico 1b. Para el número de plantas por metro lineal en floración en el cultivo de quinua con la aplicación de NPK en los tratamientos y bloques no se encuentra diferencia respecto al número de plantas. Los tratamientos con la aplicación de NPK no tienen relación directa con la fertilización, no superan al testigo.

Al respecto, para la capacidad de rendimiento del cultivo de quinua depende principalmente del distanciamiento entre plantas, fertilización, las condiciones ambientales y el manejo agronómico del cultivo, entre otros (AGUILAR, 1 992)

4.1.2. Área foliar en floración

Los resultados promedios se indican en el Cuadro 2 del Anexo, el Análisis de Varianza (ANVA) y la Prueba de significación de Duncan, en los cuadros siguientes y a continuación la interpretación de los mismos.

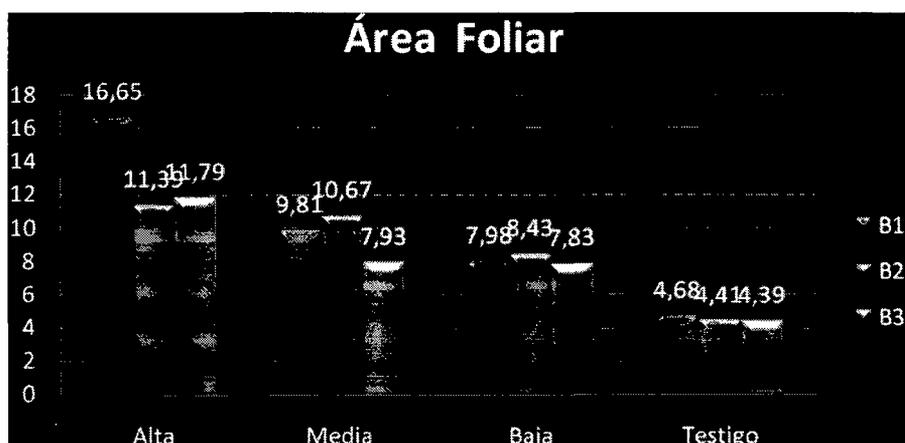
Cuadro N° 2a. Análisis de varianza de la evaluación del área foliar en floración

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F.C	Ft		SIG
					0.05	0.01	
Bloques	2	0.135	0.067	1.41	5.14	10.92	NS
Trat.	3	3.507	1.169	24.29	4.76	9.78	**
Error	6	0.288	0.048				
Total	11	3.931					

CV= 7.526133

Se muestra el ANVA para índice de área foliar, con la aplicación de diferentes niveles de NPK, para fuente de bloques no existe diferencia estadística, a causa de que cada tratamiento se comporto en forma homogénea. Para la fuente de tratamientos si existen diferencias estadísticas altamente significativa, respecto al área foliar de las diferentes dosis de fertilización con NPK, debido a que cada tratamiento se comporto en forma heterogénea. El C.V. es 7,53% según la escala de calificación es excelente (CALZADA, 1 982).

Gráfico N° 2b. Efecto de la aplicación de los diferentes niveles de NPK en el índice del área foliar



Del Grafico 2b. Los tratamientos evaluados con niveles de fertilización de NPK superan al testigo, porque las hojas son más grandes y coriáceas, según los niveles de fertilización.

Al respecto se reporta que, al aplicar fertilización química NPK en el cultivo de quinua, estos aportan nutrientes esenciales para el crecimiento del área foliar de la planta, debido a que es una planta bastante exigente en nutrientes (MÚJICA et. al, 1 999). Se afirma que los fertilizantes químicos influyen en el crecimiento del área foliar de la planta.

4.1.3. Altura de planta en floración

Los resultados promedios se indican en el Cuadro 3 del anexo, el ANVA y la prueba de significación de Duncan en los cuadros siguientes y a continuación la interpretación de los mismos.

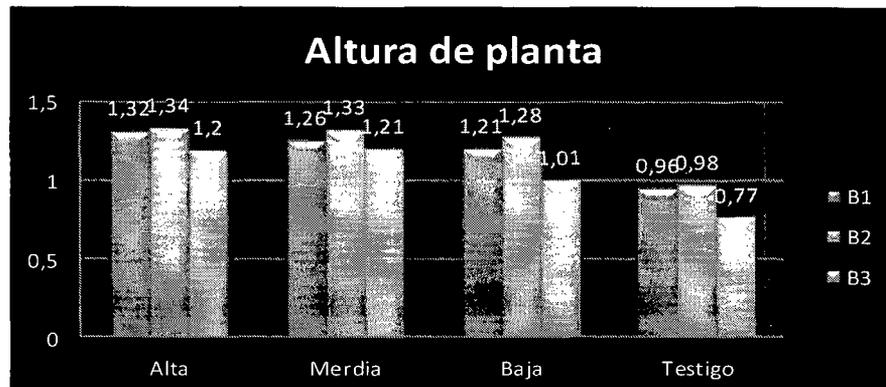
Cuadro 3a. Análisis de Varianza de evaluación de la altura de planta en floración.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F.C	F.T		SIG.
					0.05	0.01	
Bloques	2	0.016	0.008	15.85	5.14	10.92	**
Trat.	3	0.065	0.212	40.94	4.76	9.78	**
Error	6	0.003	0.001				
Total	11	0.085					

CV = 2.149343

El ANVA muestra que, para la altura de planta en floración, en la fuente de bloques y tratamientos, con la aplicación de diferentes niveles de NPK, existen una diferencia estadística altamente significativa, a causa de que cada tratamiento se comporto en forma heterogénea. El C.V. es 2,15%, que según la escala de calificación es excelente (CALZADA, 1 982).

Gráfico N° 3b. Efecto de la aplicación de los diferentes niveles de NPK en la altura de planta



Los tratamientos evaluados con la aplicación química NPK superan al testigo. Al respecto se reporta que, la fertilización con la formulación alta 120-80-40, es la que dio mejores resultados en relación a la altura de las plantas, cuyo promedio es de 114 cm. (UMPIRI, 1982).

4.1.4. Longitud de panoja en floración.

Los resultados promedios se indican en el cuadro 4 del anexo, el ANVA y la prueba de significación de Duncan en los cuadros siguientes y a continuación la interpretación de los mismos.

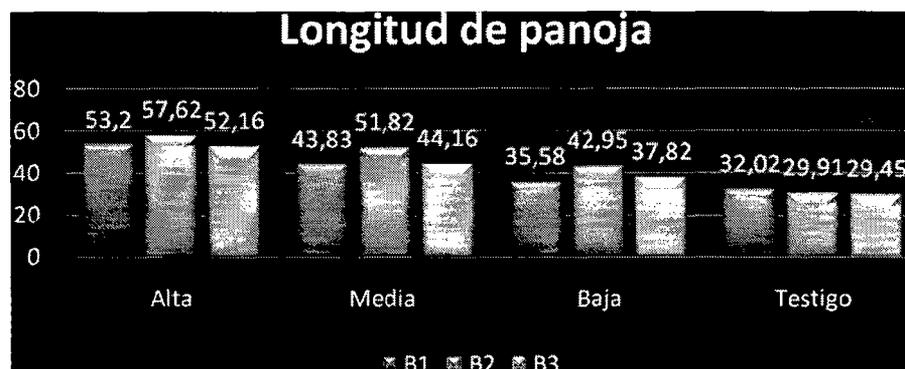
Cuadro 4a. Análisis de varianza de evaluación de la longitud de panoja en floración

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T		SIG.
					0.05	0.01	
Bloques	2	0.291	0.145	4.14	5.14	10.92	NS
Trat.	3	5.679	1.893	53.85	4.76	9.78	**
Error	6	0.210	0.035				
Total	11	0.090					

CV = 2.892374

Se muestra el ANVA para longitud de panoja/U.E, para fuente de bloques no existe diferencia estadística, a causa de que cada tratamiento se comporta en forma homogénea. Para la fuente de tratamientos si existe diferencias altamente significativas respecto a la longitud de panoja en floración de las diferentes dosis de fertilización con NPK; debido a que cada tratamiento se comporta en forma heterogénea. El C.V. es 2,89%, que según la escala de calificación es excelente (CALZADA, 1 982)

Grafico N° 4b. Efecto de la aplicación de los diferentes niveles de fertilización con NPK en la longitud de panoja en floración



Del Grafico N° 4b. Los tratamientos con aplicación de diferentes niveles de NPK superan al testigo. Al respecto reporta que, la quinua es una planta exigente en nutrientes, principalmente de nitrógeno, calcio, fósforo y potasio; por ello requiere un buen abonamiento y fertilización adecuada (MÚJICA et. al, 1 999)

4.1.5. Materia seca en floración

Los resultados promedios se indican en el Cuadro 5 del anexo, el ANVA y la prueba de significación de Duncan en los cuadros siguientes y a continuación la interpretación de los mismos.

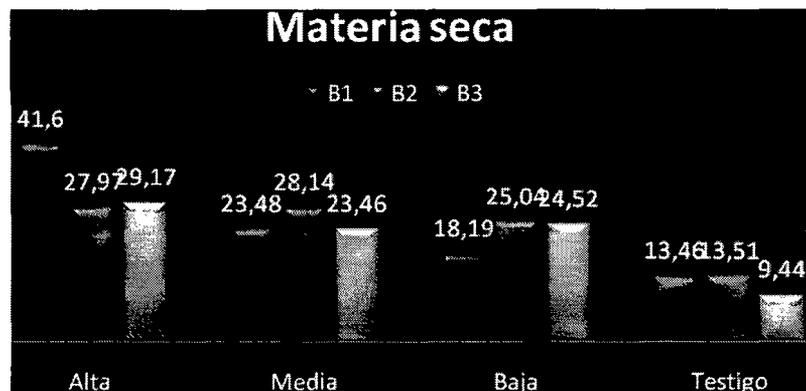
Cuadro 5a. Análisis de Varianza de evaluación de la materia seca en floración del cultivo de quinua para materia seca en floración.

F.V.	G.L.	SC	CM	FC	FT		SIG
					0.05	0.01	
Bloques	2	0.142	0.713	0.29	5.14	10.92	NS
Trat.	3	8.003	2.667	10.79	4.76	9.78	**
Error	6	1.483	0.247				
Total	11	9.630					

CV = 10.70976

Muestra el ANVA para materia seca /U.E, para fuente de bloques no existe diferencia estadística, a causa de que cada tratamiento se comporto en forma homogénea. Para la fuente de tratamientos si existe diferencias altamente significativas respecto a la materia seca en floración de las diferentes dosis de fertilización con NPK; debido a que cada tratamiento se comporto en forma heterogénea. El C.V. es 10.71%, que según la escala de calificación es excelente (CALZADA, 1 982).

Grafico 5b. Efecto de la aplicación de los diferentes niveles de fertilización con NPK en materia seca



Del Grafico 5b. Los tratamientos con aplicación de diferentes niveles de NPK superan al testigo. Al respecto reporta que, con la aplicación de las formulaciones

de fertilización, hacen que el peso seco en kilogramos por planta difiere entre los tratamientos. (MÚJICA et. al, 1999).

4.1.6. Rendimiento

Los resultados promedios se indican en el Cuadro 6 del anexo, el ANVA y la prueba de significación de Duncan en los cuadros siguientes y a continuación la interpretación de los mismos.

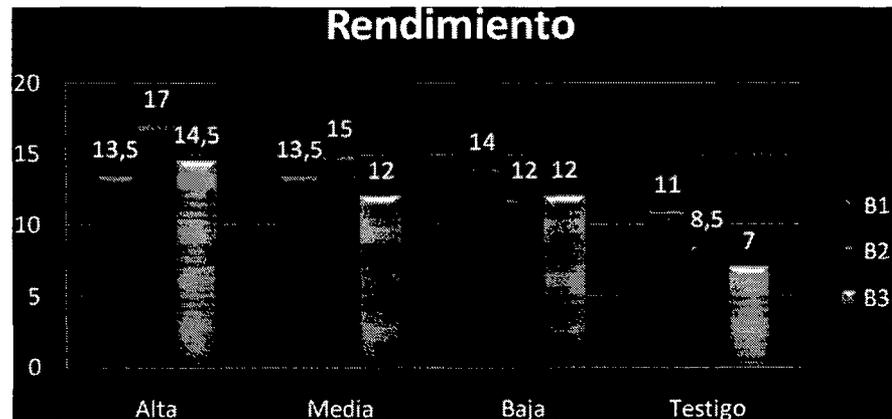
Cuadro 6a. Análisis de Varianza evaluación del rendimiento peso seco por tratamiento de la semilla de quinua en la cosecha

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	Ft		SIG
					0.05	0.01	
Bloques	2	0.168	0.084	1.68	5.14	10.92	NS
Trat.	3	1.357	0.452	9.01	4.76	9.78	*
Error	6	0.301	0.050				
Total	11	1.827					

CV = 6.378926

En el cuadro se muestra el ANVA para rendimiento por U.E, para fuente de bloques y tratamientos, con la aplicación de diferentes niveles de fertilización química, existe diferencia estadística, a causa de que cada tratamiento se comporta en forma heterogénea. El C.V. es 6,37%, que según la escala de calificación es excelente (CALZADA, 1 982).

Grafico 6b. Efecto de la aplicación de los diferentes niveles de fertilización con NPK en el rendimiento del cultivo de quinua



Del Grafico 6b. Los tratamientos evaluados con niveles de fertilización química con NPK superan al testigo.

Los resultados obtenidos son:

T1 = 45 kg/90m²/ha 5 000 kg/ha.

T2 = 40.5 kg/90m²/ha 4 500 kg/ha,

T3 = 38 kg/90m²/ha 4 200kg, y

T4 = 26.5 kg/90m²/ha 2 944kg.

Con relación al efecto de las formulaciones de NPK con la formula alta 120-80-40 se obtuvo mayores resultados en rendimiento de cultivo de quinua.

CONCLUSIONES

- El rendimiento de los tres tratamientos fertilizados con NPK dieron resultados variados de acuerdo a la fertilización realizada frente al testigo sin aplicación.
- La fertilización con NPK de la dosis alta tratamiento T1 (120-80-40 /ha) en el rendimiento tienen efectos positivos frente al testigo donde nos muestra el resultado de 5 000 kg/ha.
- Los resultados obtenidos en el rendimiento del tratamiento T4 (Testigo) nos muestra un resultado de 2 900 kg/ha. Donde se observa que hay una diferencia considerable frente al T1.
- Los resultados investigados con las dosis de fertilización de NPK en el cultivo de Quinoa, bajo las condiciones evaluadas si justifican los gastos realizados, dado que los rendimientos obtenidos varían según la fertilización realizada.
- La dosis recomendada, se convierte en 509.37 kg/ha, de los fertilizantes mezclados, que en el mundo comercial hacen un total de 10 sacos de fertilizantes de 50 kg.

RECOMENDACIONES

- En la instalación del cultivo de quinua es necesario la aplicación de fertilizantes en dosis altas, dependiendo del análisis de suelos, debido a que la planta lo necesita para obtener buenos resultados y mejores rendimientos.
- Continuar con las investigaciones en relación a la fertilización del cultivo de quinua.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda utilizar el tratamiento N° 1, cuya formula de abonamiento es de 120-80-40 de NPK.
- Continuar con pruebas similares en distintos lugares de nuestro país y en condiciones medio ambientales variados.

Referencia Bibliográfica

ARCOS PINEDA Jesús H. (1980) **“Comparativo de 9 formulaciones de N, P₂O₅ y K₂O en el cultivo de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd)”** Puno – Perú.

AZABACHE L. Andrés. (2 003). **“Fertilidad de suelos”** 1era Ed. Edit. Huancayo –Perú.

AGUILAR P, (1 992). **“Principios básicos para contrarrestar los riesgos de producción andina. En: Principios Técnicos Para La Reconstrucción y Producción Agrícola en Waru Waru”**. Proyecto PIWA. Convenio: PELT/INADE-IC/COTESU. Puno, Perú.

BERMÚDEZ ANCÓ Aurelio (1970) **“Efecto del nitrógeno, Fosforo y Potasio sobre el cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd)”** Puno – Perú.

CALZADA J, (1 951). **“Variedades de quinua recomendadas para los Sembríos de la Sierra”**. Boletín N° 30 MINAG Lima – Perú.

Dirección Regional Agraria Huancavelica. (2006- 2008). **“Fortalecimiento y Desarrollo de la Cadena Productiva Quinoa en el Departamento de Huancavelica”**.

GALWEY N. W. (1 993). **“The potential of quinoa as a multipurpose crop for agricultural diversification, a review. Industrial Crops and Products”**. 1:101-106.

HUMPIRI RAMOS Isaac (1982) **“cuatro formulaciones N, P₂O₅ y K₂O en dos variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd)”**. Puno – Perú.

MENDOZA COAQUIRI Julio E. (1979) **“Comparativo de cuatro formulaciones de N, P₂O₅ y K₂O en cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd) Var. Sajama en tres localidades.”** Puno – Perú.

MUJICA SÁNCHEZ Ángel (1 993). **“Cultivo de Quinoa”** Editorial Lima – Perú.

Mujica A. (1 997). Cultivo de Quinoa. INIA. **“Serie Manual RI, No. 1-97. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Dirección General de Investigación Agraria.”** Lima, Perú. 130 p.

MUJICA A, AGUILAR J. y Jacobsen E. (1 999). **“Resúmenes de investigaciones en Quinoa (Chenopodium quinoa Willd) de la Universidad Nacional del Altiplano 1962 – 1999”** Puno – Perú.

TAPIA Mario (1 990). **“Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la Alimentación INIA y Agroindustria.”**

TAPIA Mario (2001). **“Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la Alimentación INIA y Agroindustria”**.

VALLADOLID A. (1 993). **“Manual de fertilización de cultivos anuales”**. Edición – Serie Manual N° 17-93 del (INIA) Lima – Perú.

ZEVALLOS D. (1 998). **“Manual de fertilización”** Ediciones Manfer S.A. Barcelona – España.

Fuentes bibliográficas de internet

http://www.peruecologico.com.pe/flo_quinoa_1.htm quinoa (Visitado 7 de junio de 2011).

http://www.inkanat.com/es/alimentacionnatural/quinoa_quinoa.html (Visitado 16 junio de 2011).

<http://www.monografias.com/trabajos58/quinoa/quinoa.shtml> (Visitado 6 de julio de 2 011)

http://www.biocanna.info/site/about_npk.php?langmanual=es (Visitado 6 julio de 2 011).

<http://es.wikipedia.org/wiki/Fertilizante> (Visitado 8 de agosto de 2 011)

[http://www.isquisa.com/site/files/productos/Fosfato_Diamonico_\(DAP\)](http://www.isquisa.com/site/files/productos/Fosfato_Diamonico_(DAP)). (Visitado 8 agosto de 2 011).

<http://www.casaactual.com/articulo.asp?id=196> (Visitado 8 agosto de 2 011).

<http://www.petroban.com.ar/docs/CTFertilizantes/DAP.pdf> (Visitado 12 agosto de 2011).

<http://www.textoscientificos.com/quimica/urea> (Visitado 12 de agosto de 2011).

<http://www.fertimicro.com/terminos.htm> (visitado 20 de agosto de 2011)

ANEXOS

1. Número de planta por metro lineal

REP	T1	T2	T3	T4	SUMA
I	15,12	15,01	14,1	14,89	59,12
II	14,12	14,65	13,3	14,23	56,3
III	14,54	13,6	14,97	13,12	56,23
SUMA	43,78	43,26	42,37	42,24	171,65
PROMEDIO	14,59	14,42	14,12	14,08	14,30

2. Índice de área foliar

REP	T1	T2	T3	T4	SUMA
I	16,65	9,81	7,98	4,68	39,12
II	11,39	10,67	8,43	4,41	34,9
III	11,79	7,93	7,83	4,39	31,94
SUMA	39,83	28,41	24,24	13,48	105,96
PROMEDIO	13,28	9,47	8,08	4,49	8,83

3. Altura de planta

REP	T1	T2	T3	T4	SUMA
I	1,32	1,26	1,21	0,96	4,75
II	1,34	1,33	1,28	0,98	4,93
III	1,2	1,21	1,01	0,77	4,19
SUMA	3,86	3,8	3,5	2,71	13,87
PROMEDIO	1,29	1,27	1,17	0,90	1,16

4. Longitud de panoja

REP	T1	T2	T3	T4	SUMA
I	53,2	43,83	35,58	32,02	164,63
II	57,62	51,82	42,95	29,91	182,3
III	52,16	44,16	37,82	29,45	163,59
SUMA	162,98	139,81	116,35	91,38	510,52
PROMEDIO	54,33	46,60	38,78	30,46	42,54

5. materia seca

REP	T1	T2	T3	T4	SUMA
I	41,06	23,48	18,19	13,46	96,19
II	27,97	28,14	25,04	13,51	94,66
III	29,17	23,46	24,52	9,44	86,59
SUMA	98,2	75,08	67,75	36,41	277,44
PROMEDIO	32,73	25,03	22,58	12,14	23,12

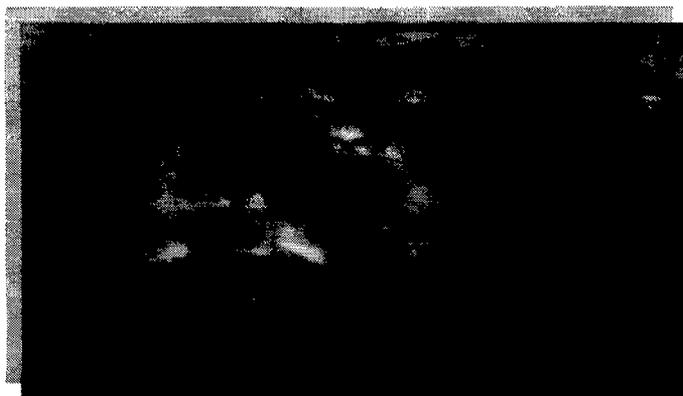
6. Rendimiento

REP	T1	T2	T3	T4	SUMA
I	13,5	13,5	14	11	52
II	17	15	12	8,5	52,5
III	14,5	12	12	7	45,5
SUMA	45	40,5	38	26,5	150
PROMEDIO	15,00	13,50	12,67	8,83	12,50

Peso y mezcla de los fertilizantes



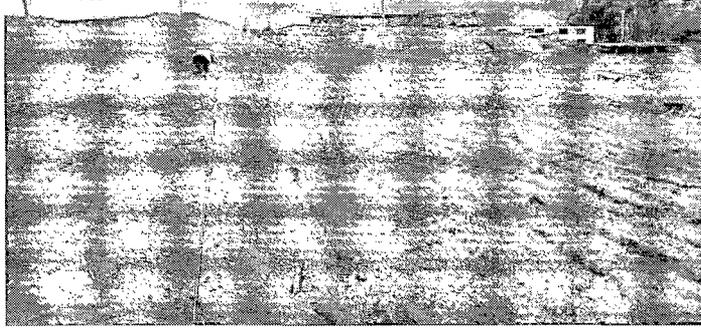
Peso de los fertilizantes por tratamientos y unidad experimental



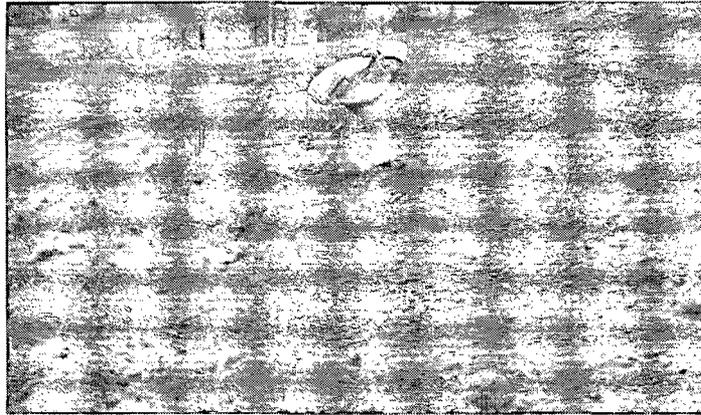
Delimitación del terreno



Surcado del terreno



Siembra y tapado de las semillas de quinua



Aporque y desmalezado



Floración



Macollamiento



Número de plantas por metro lineal



Longitud de panoja



Corte de la quinua por tratamientos



Corte



Trilla



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS,
PLANTAS Y AGUAS

Región : HUANCAVELICA
Provincia : ACOBAMBA
Distrito : ACOBAMBA
Lugar : F. C. A. "Común Era"
Solicitante : Sra. Luz Maribel Acuña Cárdenas
Propietario :

ANALISIS DE SUELOS

CLAVE Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase Textural	pH H ₂ O	M.O. %	Nt %	Elementos disp. (ppm)			Cationes cambiabiles (meq/100g.)						%CaCO ₃
	Arena	Limo	Arcilla					P	K	S	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺	
01	-	-	-	-.-	8.24	1.05	0.05	11.6	50.5	-	-	-	-	-	-	-	3.6

Ayacucho, 21 de abril del 2009

LABORATORIO DE ANALISIS DE
SUELOS, PLANTAS Y AGUAS
RESPONSABLE
Juan D. Girón Molina
G.L.P. 7/126 - Cel. 966942996

MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 ó en el extracto de la pasta de saturación (es).
3. pH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo; agua relación 1:2.5 ó en suspensión suelo: KCl IN, relación 1:2.5
4. Calcareao total (CaCO_3): método volumétrico o gaso-volumétrico utilizando un calcimetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. $\%M.O = \%C \times 1.724$.
6. Nitrógeno total: método del semi micro- kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método Bray Kurtz I y método del Olsen modificado, extracción con $\text{NaHCO}_3 = 0.5M$, pH: 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{-COONH}_4$)N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{-COONH}_4$)N; pH: 4.8
10. Ca^{+2} , Mg^{+2} , cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{-COONH}_4$)N; pH:7.0, cuantificación por complexometría EDTA.
11. $\text{AL}^{+3} + \text{H}^{+}$: método de Yuan. Extracción con KCl N
12. Iones solubles:
 - a) Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} , Na^{+} solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
 - b) Cl^{-} , CO_3^{-} , HCO_3^{-} , NO_3^{-} solubles: volumetría y colorimetría, SO_4^{-} turbidimetría con Cloruro de Bario.
 - c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
 - d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

1ppm = 1mg/kilogramo

1 milimho/cm (munho/cm) = 1 deciSemens/metro

1 miliequivalente/ 100g = 1 cmol(+)/kg

Salas solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes

CE (1:1) munho/cm x 2 = CE (es) munho/cm

TABLA DE INTERPRETACIÓN

Salinidad	
Clasificación del Suelo	CE (es)
* muy ligeramente salino	< 2
* ligeramente salino	2 - 4
* moderadamente salino	4 - 8
* fuertemente salino	> 8

Reacción o pH	
Clasificación del Suelo	pH
* Fuertemente ácido	< 5.5
* Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
* Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
* Neutro	7.0
* Ligeramente alcalino	7.1 - 7.8
* Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
* Fuertemente alcalino	>8.4

	Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible
Clasificación	%	ppm P	ppm K
* bajo	< 2.0	< 12.0	< 100
* medio	2 - 4	12.0 - 18.0	100 - 240
* alto	> 4.0	> 18.0	> 240

Relaciones Catiónicas			
Clasificación	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
* Normal	5 - 8	14 - 16	1.8 - 2.5
* defc. Ca	< 5	< 14	
* defc. K		> 16	> 2.5
* defc. Mg	> 8		< 1.8

Distribución de Cationes %	
Ca^{+2}	60 - 75
Mg^{+2}	15 - 20
K^{+}	3 - 7
Na^{+}	< 15