

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



EFFECTO DE SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA PRODUCCIÓN DE AJO (*Allium sativum* L.) EN CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA – CUSCO

Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias **LISSET KAREN TUNQUI SANCHES** para optar al Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

Asesor:

Mgt. Juan Wilbert Mendoza Abarca

Patrocinador:

CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS -- CISA

CUSCO - PERÚ

2019

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a nuestro padre todopoderoso por guiarme por esta linda trayectoria.

A mis queridos padres: Euquerio Tunqui Yupanqui y Lucrecia Sanches Sea por todo lo ofrecido en toda mi vida, por sus sacrificios, comprensión y su apoyo constante en la elaboración de mi trabajo.

A mis queridos abuelos: Margarita Zea Merma, Francisco y Exaltación por sus sabios consejos y estar allí siempre junto a mí en todos mis anhelos.

A mis hermanos: Eddy, Royer y Sindy por su colaboración constante y la fe que ellos tuvieron en mí y compartir conmigo cada uno de mis logros.

A mi compañero Alexander Hurtado Condori por su apoyo incondicional en toda mi formación profesional.

A mis queridos tíos y tías que estuvieron en todos los obstáculos que se presentaron.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento eterno a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias y a todos mis docentes que fueron parte de mi formación profesional.

Del mismo modo el agradecimiento a mí asesor Mgt. Juan Wilbert Mendoza Abarca por su apoyo incondicional para la realización del presente trabajo de investigación.

Mi profundo agradecimiento al Mgt. Arcadio Calderón Choquechambi, por su apoyo y orientación en todo momento que ha sido fundamental durante la realización del presente trabajo de tesis.

Un reconocimiento al Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA), por brindarme facilidades en el uso de infraestructura y campo experimental donde se llevó a cabo la presente investigación.

A mis queridas amigas: Marcela, Daniela, Lisbeth, Margot por su amistad incondicional.

ÍNDICE

	Pág.
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS	i
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA	i
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN	vi
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	7
1.1. Identificación del problema objeto de investigación	7
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
2.3 Justificación	4
III. HIPÓTESIS	5
3.1. Hipótesis general	5
3.2. Hipótesis específicos	5
IV. MARCO TEÓRICO	6
4.1. Antecedentes	6
4.2. Origen	8
4.3. Posición sistemática	8
4.4. Importancia económica del cultivo del ajo	8
4.5. Botánica del ajo	8
4.6. Variedades	12
4.7. Composición bioquímica y nutritiva del ajo	13
4.8. Exigencias en clima y suelo	15
4.9. Propagación	17
4.10. Fertilización de fondo	17
4.11. Producción de ajos	18
4.11.1. Deshierbo	19
4.11.2. Cosecha y conservación	19

4.11.3.	Rendimiento.....	20
4.12.	Nutrición de las plantas.....	20
4.13.	Micronutrientes	23
4.14.	Función de los micronutrientes en los cultivos	23
4.15.	Solución hidropónica La Molina.....	23
4.16.	Preparación de la solución nutritiva La Molina	26
4.17.	Aplicación de fertilizantes	26
4.18.	Costo de producción	28
V.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	32
5.1.	Tipo de investigación	32
5.2.	Ubicación	32
5.3.	Materiales y métodos	33
5.3.1.	Materiales	33
5.4.	Métodos	33
5.4.1.	Diseño experimental.....	33
5.4.2.	Factores de estudio.....	33
5.4.3.	Tratamientos	34
5.4.4.	Variables e indicadores	34
5.4.4.1.	Variables	34
5.4.5.	Características del campo experimental.....	35
5.4.6.	Croquis de distribución de parcelas experimentales.....	36
5.4.7.	Conducción de la investigación.....	37
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
VII.	CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	73
7.1.	Conclusiones	73
7.2.	Sugerencias.....	74
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	78

RESUMEN

El trabajo de investigación intitulado “EFECTO DE OCHO DOSIS DE SOLUCIONES NUTRITIVAS HIDROPÓNICAS EN LA PRODUCCIÓN DE AJO ANDINO (*Allium sativum* L.) EN EL CENTRO AGRONÓMICO K’AYRA – CUSCO”; se llevó a cabo en el periodo del 2017 – 2018; se realizó en el campo de investigación que se ubicó en los terrenos de la Unidad de Lombricultura del Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cuyos objetivos fueron: Determinar el rendimiento: peso fresco del bulbo, número de dientes por bulbo, peso fresco de dientes y peso fresco de hojas de ajo y establecer un análisis de costos de producción del cultivo de ajo.

Se adoptó un análisis estadístico de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), factorial 4Ax2B, 8 tratamientos, 4 repeticiones y un total 32 unidades experimentales.

Las conclusiones a que se llegaron son:

- El tratamiento 5 ml A/1 l agua * 2 ml B/1 l agua, con 60.00 (t/ha) fue superior en peso fresco del bulbo.
- La dosis de 7ml Sol. A / litro de agua, 9.00 dientes/bulbo fue superior en número de dientes/bulbo.
- Todos los tratamientos incluyendo el testigo desde 33.50 g/diente hasta 27.75 g/diente fueron superiores en peso fresco del diente.
- El tratamiento 7 ml A/1 l agua * 2 ml B/1 l agua, con 17.70 (t/ha) fue superior en peso fresco de hoja.
- La dosis de 5ml Solución nutritiva A / litro de agua * 2ml B / litro agua representa una rentabilidad de 70.84 %; mientras que el tratamiento 7ml Solución nutritiva A / litro de agua * 2ml B / litro agua muestra una rentabilidad de 63.57 %. Más no así, con el tratamiento sin nutrientes o testigo, representa una pérdida económica de -S/ 4.21 del total del capital invertido.

INTRODUCCIÓN

El ajo andino (*Allium sativum* L.) es considerado en la actualidad como un cultivo hortícola de suma importancia para la mesa familiar del poblador cusqueño.

El “ajo andino” es conocido como una especie propio de las zonas andinas del Cusco, caracterizado por su corto periodo vegetativo, por su fuerte olor como condimento, resistente a las plagas y enfermedades a diferencia de otros conocidos como “ajo arequipeño o de la costa”.

En general, el ajo es una hortaliza con bulbo en la base de las hojas, tiene amplio uso culinario y medicinal, pues se consume como condimento y va acompañando a las comidas para darle un sabor exquisito.

De la planta se aprovechan los bulbos y las hojas como condimento o como ingredientes en recetas de medicina rural.

El ajo interviene en la formación del colágeno por su alto contenido de azufre. Para lograr una cosecha altamente productiva y sana se consigue en lo posible a través de un manejo adecuado complementado con dosis de macro y micronutrientes por la vía radicular directamente.

En los últimos años la producción de los diferentes cultivos especialmente del cultivo del ajo está siendo afectado por la erosión de los suelos porque los nutrientes del suelo se ven afectados por diferentes factores ambientales, antrópicos es por ello que es necesario la aplicación de macro y micronutrientes para obtener una producción altamente rentable en la región de Cusco y sea un cultivo alternativo para aquellos agricultores que se dedican por años a un solo cultivo y no es rentable.

Para obtener un costo de producción en el cultivo del ajo en topografías o zonas accidentadas como es el Cusco sin mecanización agrícola es necesario tener en cuenta todos los gastos que se realizan desde el primer momento hasta el momento de la venta o comercialización en los mercados.

La autora.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

Como el ajo es una de las hortalizas de primer orden en la alimentación del poblador en el mundo y muy particularmente en la región Cusco, su cultivo es de gran importancia, que requiere alcanzar en su producción altos rendimientos en cuanto al bulbo, esto a través de tecnologías de cultivo empleando dosis de abonos disueltos que contenga macro y micro nutrientes suministrados por vía radicular.

En la actualidad los bulbos de ajo que en gran proporción se oferta en los mercados del Cusco son de procedencia arequipeña o conocidos como “ajos de la costa”, y esto hace que las variedades locales adaptadas a la zona cada vez se van extinguiendo en su cultivo.

De ahí que, el problema principal se resume en el sentido de que en la zona no existe información ni resultados respecto al efecto de los elementos mayores (macronutrientes) y menores (micronutrientes) en este cultivo; es decir, no existe resultados del efecto en la producción: peso fresco del bulbo, número de dientes por bulbo, peso fresco de dientes y peso fresco de hojas, por efecto de macro y micro nutrientes cuando estas se aplican al suelo en forma de soluciones disueltas; además que no hay resultados que explique la rentabilidad económica.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de ocho dosis de soluciones nutritivas hidropónicas en la producción del cultivo de ajo andino (*Allium sativum* L.) en condiciones de campo del Centro Agronómico K'ayra - Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuánto es el rendimiento: peso fresco del bulbo, número de dientes por bulbo, peso fresco de dientes y peso fresco de hojas de ajo, al efecto de dosis de soluciones nutritivas de macro y micronutrientes?
2. ¿Cuál es el costo de producción del cultivo de ajo, con aplicación de dosis de soluciones nutritivas de macro y micronutrientes en condiciones de campo?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de ocho dosis de soluciones nutritivas hidropónicas en la producción de ajo andino (*Allium sativum* L.) en condiciones de campo del Centro Agronómico K'ayra - Cusco.

2.2 Objetivos específicos

1. Determinar el rendimiento: peso fresco del bulbo, número de dientes por bulbo, peso fresco de dientes y peso fresco de hojas de ajo, al efecto de dosis de soluciones nutritivas.
2. Establecer un análisis de costos de producción del cultivo de ajo en condiciones de campo del Centro Agronómico K'ayra – Cusco, al efecto de dosis de soluciones nutritivas.

2.3 Justificación

Conocer el rendimiento del ajo es de suma importancia, ya que el productor de esta hortaliza tiene en la zona la disposición el uso de soluciones nutritivas con elementos esenciales existentes, los que permitieron lograr cosechas libres de contaminantes y de una productividad alta, para un mejor destino por el gusto al paladar y dieta alimenticia de los consumidores, así como por tener un valor medicinal. Ventajas que permite al agricultor contar con mayores ingresos económicos familiares.

En los vegetales la nutrición al ser incorporados por vía radicular a través de diversos tipos de abonos más disponibles, tiene especial importancia en el desarrollo; puesto que el ajo requiere de elementos esenciales como macro y micronutrientes, mayormente suministrados a través de las raíces, a fin de lograr mejores resultados en calidad y presentación del producto final como son los bulbos principalmente. Sin embargo, a fin de utilizar insumos existentes en la zona, también la tendencia fue buscar alternativas que permita mejorar la producción y productividad del cultivo del ajo en pequeños espacios sean en zonas urbanas o rurales de mayor adaptación o ubicación en la zona. Esta actividad permite extender sus funciones sociales entre ellos a mujeres, niños y personas mayores, de toda condición social, quienes con mucha facilidad pueden conducir este tipo de cultivo.

Además, los resultados obtenidos sirven como base de datos para otros trabajos de investigación relacionados al cultivo del ajo.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

La producción de ajo andino (*Allium sativum* L.) en condiciones de campo, es superior cuando las dosis son altas disueltos conteniendo macro y micronutrientes.

3.2. Hipótesis específicos

1. El rendimiento: peso fresco del bulbo, número de dientes por bulbo, peso fresco de dientes y peso fresco de hojas de ajo al efecto de dosis de soluciones nutritivas de macro y micronutrientes en condiciones de campo, es superior con dosis balanceadas.
2. Existe variabilidad en el costo de producción del cultivo de ajo, cuando se aplican dosis de soluciones nutritivas de macro y micronutrientes en condiciones de campo.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes

Carbajal, J. (2017), indica en su trabajo de investigación “Efecto de dosis de soluciones nutritivas en la producción de ajo (*Allium sativum L.*) mediante la técnica de cultivo acolchado plástico – Kayra- Cusco”, concluye:

- En peso fresco del bulbo, el tratamiento 7 ml A/1 l agua * 2 ml B/1 l agua, con 102.66 t/ha fue superior.
- En número de dientes por bulbo, el tratamiento 7 ml A/1 l agua * 2 ml B/1 l agua, con 11.00 dientes por bulbo ocupó el primer lugar.
- En peso fresco de dientes, aritméticamente fue superior la dosis de 5 ml de A* 0 ml B/l de agua con 32.00 g/diente.
- En peso fresco de hojas, el tratamiento 7 ml A/1 l agua * 2 ml B/1 l agua, con 34.66 t/ha ocupó el primer lugar.

Blanco, F. (1998), menciona en su trabajo de investigación “Niveles de fertilización orgánica e inorgánica en el ajo (*Allium sativum L.*) variedad napuri”, resume:

En cuanto al análisis de varianza que son altamente significativos para los tratamientos, para los diferentes factores evaluados en los resultados de los efectos de humus de lombriz y estiércol de vacuno.

El mejor tratamiento fue el humus de lombriz más inorgánico al nivel alto 170-160-120 con un rendimiento de bulbo de 12.50 tn/ha.

En cuanto al análisis de costo la que tiene buena rentabilidad fue el nivel alto de fertilización.

Condori, A. (1993), indica en su trabajo de investigación “Comparativo de tres herbicidas en el cultivo de ajo (*Allium sativum L.*)”, resume:

El tratamiento que dieron buenos resultados al control de malezas fue el herbicida tribunal y lorox ambos con aplicación de 1.5 kg/ha, con 667 litros de agua por hectárea de igual modo en el cuadro de rendimiento económico ambos herbicidas dieron buen resultado, siguiéndole en orden de meritos los tratamientos tribunal a dosis de 1.0 kg/ha, alafòn a dosis de 1.5 kg/ha, lorox a dosis de 1.0 kg/ha y alafòn a dosis de 1.0 kg/ha.

Choque, E. (1976), menciona en su trabajo de investigación “Comparativo de rendimiento en tres variedades de ajo a cuatro densidades de siembra (*Allium sativum L.*)”, resume:

El análisis de varianza, se hizo con el peso de los cuatro surcos parcelarios de los bulbos por variedad, dando como resultado que las tres variedades son estadísticamente iguales, lo que quiere decir que tiene posibilidades de adaptación pudiendo ensayarse cualquier de las tres, con los distanciamientos 0.10, 0,12 y 0.14 entre plantas que han dado buenos resultados satisfactorios.

Robles, A. (1969), detalla en su trabajo de investigación “Abonamiento en ajo”, resume:

Que la fórmula de abonamiento de mayor rendimiento fue (160 – 200 – 160), como también la de mayor rentabilidad (s/ 68,849.50).

Huez – López, M., et al. (2011), indica en su trabajo de investigación “Fertilización nitrogenada en el cultivo de ajo (*Allium sativum L.*) bajo riego por goteo en la costa de Hermosillo”, resume:

El peso y diámetro de bulbo tuvieron significancia, pero no el número de dientes. El peso y diámetro de bulbo promediaron 68.5 g y 57.7 mm, mientras que el número y peso de dientes promediaron 14.4 y 4.8 g respectivamente. El rendimiento más alto fue logrado con 180 kg N ha⁻¹, 22 t ha⁻¹, comparado a 15.8 y 21.8 t ha⁻¹ obtenidas con 30 y 300 kg N ha⁻¹, respectivamente.

Saluzzo, J. (1995), menciona en el trabajo de investigación “Nutrición nitrogenada, crecimiento y rendimiento de ajo (*Allium sativum L.*) en respuesta a la fertilización nitrogenada en la sede Buenos Aires, resume que en cosecha el N total del cultivo fue afectado por las dosis de N, y presentó distinto valor máximo en 1994 (80 kg/ha) respecto de 1995 (93 kg/ha). La fertilización nitrogenada también modificó las concentraciones de N de la hoja y del bulbo cuyas respuestas fueron diferentes en cada ciclo de cultivo. El rendimiento de ajo respondió a la aplicación de N de forma similar en ambos años de la experiencia (con 100 kg N/ha produjo aproximadamente 6800 kg/ha).

4.2. Origen

García, C. (1998), indica diversos centros de diversidad genética, Vavilov en 1951, señaló Asia Central (noroeste de la India, Punjab, Cachemira, Afganistán, etc.) y el Mediterráneo (toda la cuenca).

Existen evidencias sobre su cultivo por parte de los babilonios en el siglo VIII a. C. Los antiguos griegos denominaron a la planta de ajo como “Rosa pestosa” debido a su intenso aroma.

4.3. Posición sistemática

Según A. Cronquist (1993), indica lo siguiente:

División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Lilidae
Orden	Liliales
Familia	Liliaceae
Genero	<i>Allium</i>
Especie	<i>Allium sativum L.</i>

4.4. Importancia económica del cultivo del ajo

García, C. (1998), indica que el cultivo del ajo se encuentra muy extendido por todo el mundo. Muy apreciado en los países asiáticos y latinos como condimento y por sus propiedades medicinales. Los países tropicales, tradicionalmente importadores, han continuado adaptando variedades con poca exigencia en fotoperiodo (duración de horas de luz). Nuevos mercados, como los africanos, siguen siendo parte del futuro de este cultivo.

4.5. Botánica del ajo

García, C. (1998), refiere que el ajo (*Allium sativum L.*) es una planta vivaz, bianual y resistente al frío cuyas raíces son blancas, fasciculadas, muy numerosas y con escasa ramificaciones.

El enraizamiento, es superficial con un 100% por encima de los 40 cm y un 80% por encima de los 30 cm del terreno de cultivo.

El tallo o “disco”, como el resto del género, está representado por una masa cónica que en la madurez forma un callo muy duro. Las yemas vegetativas axilares de las hojas se hipertrofian durante la fase de tuberización formando los “dientes” del ajo por acumulación de sustancia nutritivas, que se encuentran rodeadas de túnicas (coloreadas o no) restos de vainas foliares. En concreto, dos hojas con vainas abortadas siendo la más externa rígida y seca.

La yema terminal del disco, dependiendo de las variedades, puede generar el escapo o tallo floral carnoso en cuyo ápice se localiza la inflorescencia en forma de umbela. La altura que puede alcanzar esta estructura es de 60 cm con facilidad.

Las hojas del ajo son planas y algo acanaladas, característica que lo diferencia de la cebolla que las tiene cilíndricas y huecas en su interior. Morfológicamente la anchura de las mismas oscila sobre los 3 cm, terminan en punta y se distribuyen de forma alterna. La inserción de las hojas basales se modifica para formar las túnicas, con coloración diversa, de protección de los dientes y del bulbo.

El conjunto del disco, dientes (en calidad muy variable) y túnicas se denomina “bulbo” del ajo. Este elemento es el comercialmente aprovechable, con la denominación vulgar de “cabeza”.

Las flores, poco numerosas, dispuestas en umbela están compuestas por seis pétalos (rosados en muchos casos), seis estambres y un ovario coronado por un estilo filiforme y estigma; los órganos sexuales se proyectan fuera del perianto. El pedicelo es largo. La umbela está recubierta por una espata compuesta por brácteas, que puede alcanzar entre los 7 y los 10 cm de largo.

Las flores raramente son fértiles, en la umbela se mezclan con bulbillos florales cuya morfología recuerda a los dientes del bulbo. Estas estructuras pueden propagar a la planta de forma negativa, aunque no diferencian dientes al año. El fruto, cuando se forma, es una cápsula con 1 ó 2 semillas por lóculo en número de tres.

En la actualidad existen más de 300 cultivares de ajo repartidos por todo el orbe diferenciándose tras conservar vegetativamente las mutaciones locales.

Salunkhe, D. y Kadam, S. (2004), mencionan que no se conocen verdaderas especies silvestres de ajo (*A. sativum* L.), pero el *A. longicuspis* Rgl. se considera como la especie más relacionada con el cultivo y como el antecesor silvestre del ajo. Como el *A. longicuspis* es originario del Asia se cree que el ajo es originario de allí dentro del *A. sativum*, estas son el *A. sativum* L. var. *Sativum*, *A. sativum* L. var. *Ophioscorodon* (Link) Doll, *A. sativum* L. var. *pekinense* (Prokh) Maekawa y la *A. sativum* L. var. *nipponincum* Kitamura.

Raíz

López, (1995), indica que la raíz es de origen adventicio, es decir que se origina del tallo o disco, son fasciculadas, blancas. Son muy numerosas de pocas ramificaciones. La masa radicular es superficial 100% por encima de los 40 cm, o 80% por encima de los 30 cm.

Tallo

Reveles, (2009), menciona que el verdadero tallo mide cerca de 30 milímetros de diámetro y 5 milímetros de altura y tiene forma de plato, del cual nacen las hojas y raíces, las hojas miden de uno a tres centímetros de ancho y de 20 a 50 centímetros de largo, están formadas por una vaina y un limbo aplanado, estrecho, largo y fistuloso, con una nervadura central bien desarrollada y con terminación en punta; el falso tallo es corto y erecto y está constituido por las vainas de las hojas. En la base de las vainas de las hojas no se acumulan sustancias nutritivas y al morir se convierten en túnicas protectoras llamadas catáfilas del bulbo.

Hojas

Burba, (2003), refiere que las hojas con sus láminas planas, son responsables de la arquitectura de la planta, que a su vez determina su comportamiento en el manejo agronómico del cultivo, apoyadas sobre el disco se encuentran hojas estériles aquellas que envuelven el bulbo y no poseen “dientes” en sus axilas, denominadas vulgarmente como “chalias”, y hojas fértiles que poseen “dientes” en sus axilas, Las hojas envolventes del

bulbo son generalmente blancas o violáceas cuando secas. Tanto estos pigmentos como los de los “dientes” son responsables de la denominación comercial de los ajos (ajos rosados, blancos, colorados, castaños,). Cada “diente” es un bulbo en potencia, y está formado desde afuera hacia adentro por diferentes tipos de hojas como la hoja de protección que por lo general está coloreada, la hoja de reserva que presenta más del 85 % del peso del bulbo, hoja de brotación la cual es responsable de proteger al nuevo brote durante la emergencia y las hojas verdaderas que poseen lámina, y que pueden ser estériles o fértiles, todas estas hojas están apoyadas sobre su propio disco, del cual emergen raíces en forma de cabellera. Existen variedades de “rama corta y hojas anchas abiertas” como así también de “rama larga y hojas angostas erectas” 5 con toda la variación intermedia, lo que regula de una u otra manera la intercepción de la luz y por lo tanto su modo de crecimiento.

Escapo floral

Reveles, (2009), indica que la planta de ajo puede producir un tallo con escapo floral en cuya parte superior aparece la inflorescencia en forma de umbela esferoidal cubierta por una bráctea grande, membranosa. La umbela está constituida por flores pequeñas con seis sépalos y pétalos de color blanco o rosado, así como seis estambres y un pistilo que al madurar dan origen a un fruto con tres cavidades, cada una con dos semillas, que rara vez se producen.

Bulbo

Monardes, (2009), aclara que el bulbo del ajo está compuesto por bulbillos blancos, rosados o morados, conocidos como “dientes”, generalmente en número de 8 a 12, los cuales están envueltos en una membrana bulbosa blanquecina o rosada, Estos bulbillos son los órganos de acumulación de reservas de la planta y su medio de propagación; Los bulbillos son las yemas axilares de las hojas y están constituidos por dos hojas verdaderas y una yema vegetativa. La hoja exterior forma una funda protectora y tiene una superficie fibrosa, la que se adelgaza y muere en la madurez. Al interior de la funda protectora se encuentra la hoja de acumulación de reservas y, al interior de ésta y en su base, se encuentra la yema que crecerá en la temporada siguiente. Las raíces son fibrosas y su volumen más activo se

ubica entre los 20 cm y 30 cm de profundidad. Las hojas son planas, y de sección longitudinal en forma de "v". Hojas y bulbillos están unidos por su base al tallo subterráneo que tiene forma de disco. En la madurez, el tallo principal, las raíces y el follaje se secan y mueren. El tallo floral, si existe, asoma por el centro de las hojas. Es hueco, muy rollizo y crece entre 40 cm a 55 cm terminando en las flores.

Semilla

Burba, (2003), menciona que el ajo carece en la práctica de semilla verdadera, y por tanto se utilizan los "dientes" de los bulbos como órgano de multiplicación.

4.6. Variedades

Ortega, M. (1993), indica que se cultiva en la campaña de Arequipa y no se adapta por debajo de los 2000 msnm. Este ajo es conocido como el ajo serrano en el comercio interno, denominándose al resto de clones comúnmente como ajos criollos o costeños

Balvin, E. (1985), Su periodo vegetativo es aproximadamente de 7 meses; por su color morado y de buena conservación, es el que tienen mejor acogida en el mercado nacional y buena aceptación en el mercado internacional por su excelente calidad. Los dientes son recubiertos por una envoltura morada, rosada o ligeramente blanca que reciben el nombre de túnica la que sirve para adherir a los dientes impidiendo que se desgranen los dientes, factor importante para la exportación del producto.

Está compuesto por un número de "dientes", entre 8 y 10, destaca su color morado, y aparece protegido por una túnica de color blanco que forman las "cabezas de ajo". Presenta fuerte olor y un gusto picante.

Proyecto UE – Perú/penx. (2004), indica que:

Las variedades sembradas de acuerdo con las regiones naturales destacan en la sierra, el ajo variedad morado que se siembra en Arequipa, Cajamarca, Ancash y Huánuco, teniendo un bulbo de 20 dientes con un diámetro promedio de 50 milímetros y un periodo vegetativo de 6 meses. En la costa, el Napuri color violáceo y el Massone tiene cascara blanca que se cultiva en Arequipa y Lima. Sus bulbos tienen menos de 20 dientes con un diámetro de promedio de 40 milímetros y un periodo vegetativo de 5 meses.

El ajo morado es de tamaño entre mediano y grande. Está compuesto por un número de dientes, entre 8 y 10, destaca su color morado y aparece protegido por una túnica de color blanco que forma las cabezas de ajo. Presenta fuerte olor y un gusto picante.

El ajo criollo o Napuri posee un bulbo grande de color marfil, que tiene entre 11 y 15 dientes. Además, es uno de los más vendidos del mercado, ya que tiene buena calidad industrial y su producción es abundante.

El ajo barranquino tiene un aforma de bulbo desuniforme , el periodo vegetativo de esta variedad es de 5.5 – 6 meses y el rendimiento por hectarea sembrada es de 8-10 toneladas por hectarea.

4.7. Composición bioquímica y nutritiva del ajo

García, C. (1998), refiere que la composición bioquímica característica del ajo viene representada por glúcidos condensados del tipo de los fructosanos, y los glutamil dipéptidos con radicales de azufre. Entre estos últimos es formado por el ácido glutámico y el sulfóxido de alicisteina que se denomina aliina. Este compuesto proporciona el sabor al ajo crudo y sus propiedades antibióticas lo hacen muy apreciado. Un medio de cultivo con un 5% de extracto de ajo crudo permanece estéril durante, por lo menos, 15 días.

El aroma característico de la planta del ajo se debe a un aceite esencial (0.1 – 0.2% de esencia en peso) que en su composición incluye el disulfuro de alilo y el disulfuro de propilo. El origen de este producto se debe a la oxidación, por calentamiento o al aire libre, del principio activo fundamental la *alicina*, que también es inestable en agua.

La enzima responsable de la transformación bioquímica se denomina aliinasa que se activa al romperse los tejidos del diente. En el proceso se descompone una molécula de aliina dando lugar a una de alicina más dos de ácido pirúvico y dos de amoníaco. Los productos resultantes todavía mantienen una interesante acción vermífuga e insecticida, aunque pierden su acción antibiótica en gran medida.

Todas las especies de género *Allium* poseen principios activos volátiles que las confieren un aroma y sabor especiales, por lo que son tan apreciadas

como condimentos. Las diferencias gustativas entre ellas dependen de la cantidad de radicales *metilo* o *alilo*. El ajo posee gran cantidad de radicales del segundo tipo complementados con cierta proporción de radicales metil – alil. Por ello, los dientes de ajo no generan cantidad suficiente de principios lacrimales (*Tiopropánil sulfóxido*), al contrario que la cebolla.

Los dientes de ajo y sus transformados, se utilizan como condimento en su mayor parte. La composición nutritiva difiere dependiendo de la variedad elegida para el análisis, de las condiciones y de las circunstancias del cultivo, como se puede observar de los siguientes resultados.

Cuadro 01. Composición nutritiva del ajo (por 100 g de producto Comestible).

Componentes	(1)	(2)	(3)	(4)	Uds.
Desperdicios	-	20	-	-	G
Agua	61	61	63	-	G
Proteínas	4	6.4	6	3.33	G
Lípidos o grasas	0.5	0.5	0.1-0.2	0.167	G
Glúcidos o hidratos de carbono	20	2.9	28	16.67	G
Celulosa o fibra	-	-	1	0.83	G
Vitamina B, o tiamina	0.20	0.20	0.18-0.21	-	Mg
Vitamina B ₂ , o riboflavina	0.11	0.11	0.08	-	Mg
Vitamina C	9-18	15	9-18	-	Mg
Niacina o ácido nicotínico	0.7	0.7	0.6	-	Mg
Calcio	10-24	24	-	-	Mg
Hierro	1.7-2.3	1.7	2.3	-	Mg
Magnesio pesa 6 g.	-	32	-	-	Mg
Fósforo	40-195	195	-	-	Mg
Potasio	540	-	-	-	Mg
Selenio	-	-	-	9	Ppm
Valor energético	98-39	100-139	-	-	Cal

Fuente: (1) Fersini, 1976, y Gorini, 1977. (2) Yamaguchi, 1983. (3) Japón Quintero, 1984. (4) Fulder S., Blackwood J. adaptado sobre un diente medio que según los autores.

García, C. (1998), menciona que el ajo tiene en su composición una importante cantidad de principios azufrados, que puede oscilar entre 500 y 3,700 mg/Kg de producto en función de las mismas características y circunstancias mencionadas anteriormente. Parece existir una relación directa entre la cantidad de estos principios y la capacidad del bulbo para generar *alicina*.

Las vitaminas del ajo fresco se caracterizan por ser rápidamente asimilables por el organismo. Por otro lado, en su composición se observan muchos e importantes azúcares como la *fructosa*, *la glucosa*, *la inulina* y *la arabinosa*, así como una notable cantidad de *adenosina*, *ácido nucleico* indispensable en la formación del material genético – DNA y RNA – de cualquier ser vivo.

4.8. Exigencias en clima y suelo

- Clima

Monardes, (2009), indica que es una planta de clima frío, no tiene exigencias climáticas marcadas, pero adquiere un sabor más pungente en climas fríos. El cero vegetativo del ajo corresponde a 0 °C. A partir de esta temperatura se inicia el desarrollo vegetativo de la planta. Hasta que la planta tiene 2-3 hojas soporta bien las bajas temperaturas. En pleno desarrollo vegetativo tolera altas temperaturas por encima de los 40 °C, siempre que tenga suficiente humedad en el suelo.

García, C. (1998), menciona que la planta de ajo es bastante rústica por lo que resiste bien en condiciones climatológicas adversas. Su desarrollo vegetativo y productivo óptimos, no obstante, se consiguen en clima templado o templado – cálido, idénticos a los de las zonas de su supuesto origen botánico. De ahí la especial dificultad que entraña su cultivo en países tropicales o subtropicales y su óptima adaptación a los climas mediterráneos.

Es una planta que soporta muy bien el frío, aunque son de temer las heladas tardías. Durante la fase de reposo vegetativo puede soportar incluso hasta -10°C manifestando sólo un leve decaimiento. Sin embargo, una vez movilizada la planta se hiela a partir de los -5°C.

La brotación óptima se realiza entre 20 y los 22°C, y se interrumpe con temperaturas inferiores a 5°C y superiores a 30°C. De igual forma, la parte vegetativa se sitúa en el umbral de los 5°C.

Para que el desarrollo vegetativo sea máximo es necesario que la temperatura nocturna no descienda de los 16°C. Aunque es capaz de hacerlo vigorosamente entre los 8 y 20°C, con el óptimo situado en esta última cifra. Este crecimiento se detiene por debajo de 5°C y por encima de los 35°C.

Respecto a la humedad el ajo es también una planta rústica que, aunque prefiere una humedad relativa elevada se adapta a otras condiciones. No es muy exigente desde el punto de vista hídrico por lo que en gran medida se cultiva en secano (con algo de apoyo de auxilio); pero sí que es muy sensible a la asfixia radicular.

Es ajo, es una planta muy exigente en iluminación, lo que condiciona en gran medida los marcos de plantación.

- **Suelo**

García, C. (1998), refiere que la planta del ajo se adapta a multitud de tipos de suelo de cultivo siempre y cuando estén bien drenados. Por este motivo, los suelos excesivamente arcillosos pueden tener ciertas limitaciones en ciertos ecotipos que necesitan suelos sin tendencia a compactación para formar un bulbo normal.

Terrenos ligeros y bien drenados, con un pH entre 6 y 7, son los óptimos para su cultivo. Prefiere los ricos en materia orgánica siempre que esté muy descompuesta.

Antes de emprender una plantación de ajos, al igual que con otro cultivo cualesquiera, es muy recomendable realizar un análisis completo del suelo, como mínimo cuatro meses antes. Se consideran suelos bien provistos de fósforo a partir de 9 ppm (textura media, francos) y de potasio con más de 60 ppm).

Armas, (1956), indica que la planta del ajo prefiere suelos sueltos y ligeros, pero sustanciosas y saneados, porque no tolera la humedad

excesiva ni el abuso de riegos, que pudren las plantaciones y sin embargo, se cultiva en buenas condiciones en tierras fuertes, a condición de que sean de moderada humedad y ricos en materia orgánica.

4.9. Propagación

Blanco, F. (1998), indica que existe dos tipos de propagación de las plantas de ajo por semilla de procedencia sexual y por dientes o bulbillos de procedencia vegetativa. Las flores del ajo rara vez son fértiles y por ello la obtención de semillas es anecdótica y se utiliza para la mejora genética a través de cruzamiento y para la obtención de plantas exentas de virus.

La multiplicación vegetativa es la única generalizada los bulbillos florales no se produce en cantidades suficientes para su utilización, además poseen las desventajas de la multiplicación vegetativa, sin la cantidad de sustancias nutritivas que poseen los dientes. Estos garantizan mejor la brotación debido sobre todo a que mantienen a planta durante los momentos más críticos de su crecimiento.

Una vez más se debe insistir sobre la gran importancia que tiene la selección de bulbillos partidos para la plantación, que deben ser homogéneas varietalmente sancadas y en perfecto estado de conservación. Siempre es preferible la utilización de bulbos exceptos de virus y nematodos, aunque sean más caros.

4.10. Fertilización de fondo

García, C. (1998), menciona que para determinar la fertilización correcta es necesario conocer primero las exigencias del cultivo. Es decir, las extracciones de elementos nutritivos que éste realiza del suelo explorado por las raíces por unidad de producto conseguido, en este caso: cabeza de ajo. Las exigencias del cultivo del ajo respecto al contenido de materia orgánica del suelo merecen consideración aparte. Se le considera exigente, pero la mineralización de la misma debe estar avanzada.

No son, en absoluto, recomendables las estercoladuras previas a su plantación a menos que el estiércol esté muy deshecho. Responde muy bien,

sin embargo, a las aportaciones realizadas al cultivo anterior (20 y 25 t/ha son muy adecuadas).

La materia orgánica es necesaria en todo tipo de suelos de cultivo. Los beneficios que proporciona van más lejos del simple efecto nutricional, ya que mejora y conserva la estructura del suelo, incrementa la capacidad de cambio de elementos minerales, potencia el desarrollo de microorganismos beneficiosos, etc.

4.11. Producción de ajos

Brewster, J. (2001), refiere que los bulbos de ajo se separan en dientes justo antes de ser plantados. Los dientes utilizados para plantar varían en peso de 1 a 9 g, siendo los más comunes de 4 a 5 g. El tamaño de la planta y el peso final del bulbo tienden a aumentar con el peso del diente en el momento de la plantación. Los dientes se plantan con sus bases a 2-3 cm de profundidad, normalmente con una densidad de unas 40 plantas por m² en cultivos de regadío. Pueden obtenerse rendimientos finales mayores con densidades más altas, pero los bulbos pueden hacerse demasiado pequeños.

Deben utilizarse suelos bien drenados, porque los suelos apelmazados crean dificultades en la recolección mecánica. Los fertilizantes fosfatados suelen aplicarse como una banda por debajo y a los lados de los dientes en el momento de plantarlos. Las aplicaciones de los fertilizantes nitrogenados suelen dividirse y son típicamente del 50% en el momento de plantar, seguido de una aplicación en primavera a las plantas en crecimiento. El nitrógeno de la materia seca necesario para que el rendimiento sea máximo, disminuye desde un 6% poco después de la emergencia hasta el 1.5% cerca del momento de la cosecha.

El ajo es una planta con un sistema radicular superficial. Para conseguir rendimientos máximos, la humedad en los 30 cm superiores del suelo debe mantenerse próxima a la capacidad del campo durante la mayor parte de la temporada de crecimiento.

Malezas

Cerna, L. (1994), indica que la maleza como cualquier planta fuera de lugar, de modo que las plantas que se cultivan también al estar en un lugar que no se les desea, son malezas. Agronómicamente, se considera una planta como maleza cuando es inoportuna o limita el crecimiento de las plantas deseables. También hay especies que cuando están presentes en los cultivos causan problemas, pero que en casos especiales pueden ser útiles.

4.11.1. Deshierbo

Centro de Investigación y Producción Agrícola XIII (1975), reporta que el cultivo de ajo requiere deshierbo frecuente, para evitar la competencia con la mala hierba, pudiéndose realizar esta labor en forma mecánica y química.

Bullon, O. (1975), menciona que un conjunto de malezas anuales de hojas anchas y angostas compiten con el ajo por agua, radiación solar y fertilidad del suelo, reduciéndole significativamente el rendimiento, aún con deshierbo mecánico.

4.11.2. Cosecha y conservación

Zevallos, O. (1985), reporta que el periodo vegetativo del ajo es de 5 meses. La cosecha se hace una vez que toda la planta se haya secado. A fin de activar la maduración de los bulbos se recomienda cortar o doblar la parte aérea para que se seque más fácilmente.

Tiscornia, R. (1960), informa que cuando la cabeza del ajo empieza a desarrollarse, se retuercen las hojas para concentrar la energía de la savia en los bulbos. Para la cosecha conviene esperar a que la tierra esté bien seca. Luego se dejan secar algunos días sobre el terreno. El marchitamiento de la parte aérea de la planta pone en evidencia la maduración de los bulbos. Esto se produce alrededor de los 150 días de la siembra.

Centro de Investigación y Producción Agrícola XIII (1975), indica que la cosecha de ajo se realice a mano, ya sea arrancando la planta o tirando de las hojas, en las tierras sueltas, o bien con palas de dientes chatos. Cuando

los bulbos son cosechados se amontonan en hileras, procurando que los follajes cubran los bulbos área evitar daños por insolación. Los bulbos blancos necesitan este tipo de protección contra los rayos solares, pues tienden a verdearse fácilmente si son expuestos a luminosidad alta. La selección se hace por tamaño de cabeza.

4.11.3. Rendimiento

Tiscornia, R. (1960), informa que para plantar una hectárea de ajo se necesita 30,000 cabezas, las que producen 200,000 bulbos en la misma superficie, es decir, siete veces la semilla.

Valadez, A. (1994), señala que el rendimiento de bulbos secos puede oscilar de 4,000 a 8,000 kg.ha⁻¹ para condiciones de secano fresco, siendo mayores en regadío.

Camasca, A. (1998), menciona que, en un ensayo preliminar de cultivo de ajo en bancal de área profunda, con la variedad napurí obtuvo rendimientos desde 16,380 hasta 34,986 Kg/ha, con una alta densidad de población de plantas.

Campos, L. (1965), encontró que el rendimiento del ajo por unidad de áreas disminuía, mientras el tamaño de bulbo se incrementaba según la densidad de siembra sea menor, recomendando distanciamientos de 40cm entre hileras y de 12.5 cm entre plantas.

4.12. Nutrición de las plantas

Reveles, (2009), indica que los suelos de manera natural contienen casi todos los elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, aunque en cantidades insuficientes para obtener rendimientos satisfactorios. Lo que hace necesario la adición de esos nutrientes a través de la aplicación de fertilizantes, para lograr cosechas en calidad y cantidad que hagan rentable el sistema de producción. Sin duda la respuesta del cultivo al uso de fertilizantes va a cambiar de acuerdo al tipo de suelo, al manejo del cultivo, a las condiciones de clima durante el ciclo del cultivo, a las condiciones de clima durante el ciclo del cultivo y a la variedad utilizada.

Proyecto UE – Perú/penx. (2004), indica que la fertilización: 220-115-220 de (N-P-K) fosforo (P) y potasio (K) aplicar a la siembra: el nitrógeno puede

fraccionarse 2-3 veces durante el cultivo, también puede fraccionarse el potasio: complementar con aplicaciones foliares de micronutrientes.

Manual de Abonamiento con Guano de las Islas. (2018), indica que el cultivo de ajo tiene una escasa demanda de nutrientes durante los primeros 40-60 días desde la brotación, debido a que en esta etapa se alimenta de las reservas provenientes de la semilla. En este periodo la absorción es muy baja a nula. Luego comienza un período de altísima demanda de Nitrógeno, Potasio y en menor medida Calcio, Magnesio, Fósforo, Azufre y micronutrientes, que coincide con la etapa de mayor crecimiento vegetativo y aumento de la materia seca. Este período comprende desde los dos meses de la brotación hasta el sexto mes (160días). Posteriormente, decrece la absorción de nutrimentos y se inicia una translocación de los fotosintatos de la parte aérea a la formación y llenado del bulbo.

Narro, E. (1994), indica que la capacidad de un suelo para generar altos rendimientos en los cultivos depende principalmente de su fertilidad, es decir, de la capacidad para suministrar a las plantas los nutrientes necesarios, en las formas, proporciones y tiempos adecuados, y dependen además, de la fertilidad física del suelo, o sea, de la capacidad para suministrar: agua en cantidad suficiente y tensiones relativamente bajas; aire, especialmente el oxígeno requerido para la respiración de las raíces, removiendo el bióxido de carbono producido; calor, proporcionando una temperatura adecuada para la germinación de semillas, crecimiento de raíces, etc.

4.12.4. Prácticas para el manejo de nutrientes

Alejandra, E., et al. (2007), refieren que las plantas necesitan oxígeno (O_2), dióxido de carbono (CO_2), agua, nutrientes, luz y tiempo para crecer. Por lo tanto, es importante considerar factores como el manejo de nutrientes y riego. El manejo de nutrientes es la implementación de prácticas que permitan obtener un rendimiento óptimo de cultivo y al mismo tiempo minimizar el impacto ambiental (aire y agua).

El propósito del manejo de nutrientes incluye la disminución del transporte de nutrientes hacia las fuentes de agua; planificando y supliendo la cantidad necesaria de nutrientes para obtener un óptimo rendimiento y calidad en las plantas; y promoviendo prácticas de manejo que mantengan las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo.

Manual de Abonamiento con Guano de las Islas. (2018), menciona que la cantidad de nutrientes a aplicar (recomendación de abonamiento) depende de la fertilidad del suelo, necesidades nutricionales del cultivo, calidad de semilla, tecnología a utilizar, rendimiento esperado y condiciones climáticas, principalmente. La fórmula de abonamiento se ajusta con el técnico de la zona, por la experiencia que tiene sobre respuesta a los fertilizantes de los suelos, de su ámbito de trabajo.

Benites J.R. y Bot A. (2013), indican que los cultivos necesitan los mismos nutrientes en los sistemas de la agricultura de conservación, que en los sistemas de labranza convencional.

La diferencia radica en el tipo y momento de aplicación de los fertilizantes, así como la reducción de las actividades de preparación de tierras que pueden accionar sobre los nutrientes en las siguientes formas:

- nutrientes inmóviles pueden acumularse en las capas superficiales
- la mineralización del nitrógeno es reducida en la agricultura de conservación durante la descomposición de los residuos de los cultivos, el nitrógeno puede convertirse en inmovilizado
- la aplicación superficial de fertilizantes de amonio puede acidificar la superficie del suelo

Cuando sistemas de labranza mínima son usados en la agricultura de conservación, la aplicación de fertilizantes no diferirá de la práctica de cómo es aplicado en los sistemas convencionales. Sin embargo, cuando se aplica la siembra directa en la agricultura de conservación, las estrategias deben ser desarrolladas para superar los factores arriba mencionados.

Todos los nutrientes muestran cierta movilidad en el suelo:

- El fósforo y el potasio son inmóviles
- El nitrógeno es móvil, permanece en la solución del suelo y puede ser lavado hacia fuera de la zona de raíces cuando no hay raíces para tomarlo.

Con el objetivo de que las raíces tomen los nutrientes aportados como fertilizantes, estos necesitan ser disueltos en la solución húmeda del suelo y estar cerca de las raíces. Como el fósforo y el potasio son altamente inmóviles, necesitan ser colocados cerca de las raíces, por lo que es recomendada la aplicación en bandas.

4.13. Micronutrientes

Manual técnico. (2014), indica lo siguiente:

Macronutrientes: las plantas lo requieren en grandes cantidades y son:

- a. Los derivados del agua y del aire: carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O)
- b. Los derivados de minerales: calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K)
- c. Los derivados de minerales y materia orgánica: fósforo (P) y azufre (S).
- d. Micronutrientes: las plantas lo requieren en cantidades muy pequeñas y son: boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y zinc (Zn).

4.14. Función de los micronutrientes en los cultivos

4.15. Solución hidropónica La Molina

Rodríguez, A. et al. (2001), expresan que la solución hidropónica La Molina fue formulada después de varios años de investigación en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Con el propósito de difundir la hidroponía con fines sociales, se eligieron para su preparación, fertilizantes que se pueden conseguir con facilidad en las diferentes provincias del Perú. En hidroponía es común la aplicación de dos soluciones concentradas, denominadas A y B.

Imagen 01. Soluciones nutritivas La Molina.

“A”



“B”



Fuente: Rodríguez, A. et al. (2001). UNA La Molina.

La concentración de macronutrientes de la solución A La Molina es el siguiente:

- Solución A La Molina, siendo la concentración:
 - 190 ppm N
 - 35 ppm P
 - 210 pm K
 - 150 ppm Ca*
 - 45 ppm Mg*
 - 70 ppm S*
- Indica que incluye las cantidades que aporta el agua.
(1 ppm = 1 mg/l)

La concentración de micronutrientes de la solución B La Molina es el siguiente:

- Solución B La Molina, siendo la concentración:
 - 1.00 ppm Fe
 - 0.050 ppm Mn
 - 0.50 ppm B*

- 0.15 ppm Zn

- 0.10 ppm Cu

- 0.05 ppm Mo

- Indica que incluye las cantidades que aporta el agua.

(1 ppm = 1 mg/l)

Cuadro 02. Fertilizantes que aportan macronutrientes.

Fertilizantes	Ley o riqueza	Solubilidad (l)	% Pureza
Nitrato de amonio, NH_4NO_3	33.5 %N	1700	98
Nitrato de calcio, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	15.5 %N, 26.0 %CaO	1200	90
Nitrato de potasio, KNO_3	13.5%N, 45.0%K ₂ O	150	95
Fosfato mono amónico, NH_4HPO_4	12.0%N, 60%P ₂ O ₅	200	98
Fosfato mono potásico, $(\text{KH}_4)_2$	52.0%P ₂ O ₅ , 34.0%K ₂ O	200	98
Sulfato de amonio, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	21.0%N, 22.0%S	500	94
Sulfato de magnesio, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	16.0%MgO, 13.0%S	700	45
Sulfato de potasio, K_2SO_4	50.0%K ₂ O, 18.0%S	110	90

Fuente: Cadahía (1998), citado por Rodríguez, A. et al. (2001).

Cuadro 03. Fertilizantes que aportan micronutrientes.

Fertilizantes	Composición química (%)	Riqueza
Ácido bórico	H_3BO_3	18 % B
Bórax	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	11 % B
Cloruro de manganeso	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	27 % Mn
Molibdato de amonio	$(\text{NH}_4)\text{Mo}_7\text{O}_{24}$	54% Mo
Molibdato de sodio	$\text{Na}_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$	54 % Mo
Quelato de hierro	FeEDTA	10 % Fe
Quelato de manganeso	MnEDTA	15 % Mn
Sulfato de cobre	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	25 % Cu
Sulfato de hierro	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	20 % Fe
Sulfato de manganeso	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	25 % Mn
Sulfato de zinc	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	23 % Zn

Fuente: Cadahía (1998), citado por Rodríguez, A. et al. (2001).

Cuadro 04. Valores recomendados de C.E., Fc y pH para diferentes cultivos.

Cultivo	CE (mS/cm)	Fc	pH
Albahaca	1.8 – 2.2	18 – 22	5.5 – 6.5
Berenjena	2.5 – 3.5	25 – 35	5.8 – 6.2
Brócoli	3.0 – 3.5	30 – 35	6.0 – 6.8
Cebolla	1.4 – 1.8	14 – 18	6.0 -7.0
Col	2.5 – 3.0	25 – 30	6.5 – 7.0
Coliflor	1.5 – 2.0	15 – 20	6.5 – 7.0
Espinaca	1.4 – 1.8	14 – 18	6.0 – 7.0
Fresa	1.4 – 2.0	14 – 20	6.0 – 6.5
Lechuga	0.8 – 1.6	8 – 16	6.0 – 6.5
Orégano	1.8 - 2.2	18 – 22	5.5 – 6.5
Papa	2.0 – 2.5	20 – 25	5.0 - 6.0
Pepinillo	1.0 – 2.5	10 – 25	5.5 – 6.0
Rabanito	1.4 – 1.8	14 – 18	6.0 – 7.0
Tomate	2.0 – 5.0	20 – 50	5.5 – 6.5
Zanahoria	1.6 - 2.0	16 - 20	5.8 - 6.3

Fuente: Practical Hidroponics & Greenhouses N° 37 (1997), citado por Rodríguez, A. et al. (2001).

4.16. Preparación de la solución nutritiva La Molina

Rodríguez, A. et al. (2001), indican que, para preparar solución nutritiva, agitar previamente las soluciones concentradas A y B. Para preparar un litro de solución nutritiva, añadir 5 ml de solución concentrada A y 2 ml de la solución concentrada B en un litro de agua.

4.17. Aplicación de fertilizantes

Las hortalizas necesitan gran cantidad de nutrientes debido a su rápido desarrollo a su corto periodo vegetativo. Por esto, para la explotación intensiva, en horticultura se requieren aplicaciones abundantes y frecuentes.

Los fertilizantes que se deben usar y las cantidades necesarias, dependen de la reserva y disponibilidad de nutrientes en el suelo, y también de la clase de hortaliza que se va a cultivar. Se recomienda confeccionar el

programa de fertilización con base en los resultados de un análisis del suelo.

La distribución de los fertilizantes es de mucha importancia, ya que ésta debe ser uniforme. Los fertilizantes se colocan cerca de las raíces finas.

(1) Aplicación al voleo.

(2) Aplicación al chorrillo sobre las hileras o al lado de las hileras.

(3) Aplicación al pie de las plantas.

Aplicación en bandas a los lados de las hileras en el suelo.

La aplicación al voleo, al chorrillo, o al pie de las plantas se puede efectuar a mano. Sin embargo, a menudo se emplea una pequeña máquina que distribuye los fertilizantes al voleo o al chorrillo y por debajo de las hojas.

La aplicación al voleo durante el desarrollo del cultivo, es delicada, debido a que los fertilizantes pueden quemar las hojas y los cogollos de las plantas. Se permite esta práctica siempre y cuando el follaje esté seco y el tiempo fresco, y cuando se usen fertilizantes peletizados.

La aplicación al chorrillo es conveniente para cultivos que tienen grandes distancias entre las hileras. A menudo, el operador hace este trabajo agachado. Se debe tratar de que los gránulos no se depositen en las axilas de las hojas.

La aplicación manual al pie de las plantas es una práctica común en cultivos de crucíferas. En general es conveniente para hortalizas de amplias distancias de siembra o trasplante.

La aplicación de fertilizantes en el suelo en bandas al lado de las hileras de plantas, se efectúa mediante distribuidoras especiales.

La fertilización se divide en una aplicación inicial o básica, y aplicaciones adicionales.

La aplicación básica se efectúa poco antes de iniciar cada cultivo; en ésta se incluyen los nutrientes que no se desplazan en el suelo, como en el caso del fósforo, el calcio y los elementos menores. Estos fertilizantes se incorporan durante la labranza secundaria.

Los fertilizantes fosfáticos, igual que la cal, requieren de una buena distribución y una incorporación profunda, por ser casi inmóviles en el suelo.

Durante el cultivo se aplican fertilizantes adicionales. Esto se hace necesario en caso de cultivos prolongados o cuando, a causa de lluvias intensas y repetidas, ocurre un lavado de nutrientes hacia el subsuelo. Por ejemplo, el nitrógeno, el potasio y el magnesio son sensibles al lavado o a la fijación. Por esto, no se aplican de una sola vez, sino en aplicaciones frecuentes y adicionales.

4.18. Costo de producción

Hurtado, F. (1999), indica que constituye un registro ex - post de los recursos físicos y financieros empleados e invertidos para la producción de un bien o servicio específico.

El costo de producción, al igual que el presupuesto, tiene dos componentes importantes: los coeficientes técnicos y los precios. La diferencia radica en que, en el costo de producción, los valores son exactos ya que constituyen un registro de lo que ya ocurrió, es decir, ya se conoce con exactitud la cantidad de insumos que se utilizó, la cantidad de producto que se obtuvo y los respectivos precios de los insumos y de los productos. Es por esta circunstancia que, el costo de producción no considera el rubro imprevisto.

El costo de producción es un documento administrativo – contable que sirve para rendiciones de cuentas y justificaciones de gastos efectuados. En términos ideales, el costo de producción debe servir de base para la elaboración del presupuesto. A mayor experiencia en la elaboración y ejecución de costos de producción, mayor será la precisión que alcance en la formulación del presupuesto.

El costo de producción mide la rentabilidad de la actividad económica. Para cultivos anuales, la TIR se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{TIR} = \frac{\text{Beneficio bruto} - \text{Costo total}}{\text{Costo total}} \times 100$$

Hurtado, F. (2003), indica que la tasa interna de retorno (TIR) es el criterio de rentabilidad que mide el rendimiento intrínseco de proyecto analizado; es decir, compara los beneficios que genera el proyecto contra sus respectivos costos. La TIR mide la cantidad de unidades monetarias que gana el proyecto por cada cien unidades monetarias invertidas por unidad de tiempo.

Romero, R. (2016), menciona que los costos de producción, son los gastos incurridos en la organización y conducción del proceso de producción. Incluyen las inversiones de capital y servicio usados en la producción.

En el corto plazo: los costos totales incluyen costos fijos y costos variables.

En el largo plazo: todos los costos son considerados costos variables, porque todos los insumos son variables.

Manual de costos de producción. (2011), menciona que se refiere a la valoración de los recursos destinados a la transformación de la materia prima (semillas, insumos y materiales) en los productos que la empresa o finca produce y vende.

En las empresas agrícolas de campo se llama costo de producción a la aplicación de recursos (mano de obra, insumos y otros) que conduzcan a la obtención de la producción y al proceso de transformación de la producción en productos terminados para la venta (post-cosecha).

En síntesis, podemos considerar los gastos como aquella parte de los desembolsos que invierte la empresa en sí misma para garantizar su funcionamiento, y como costos aquella parte de los desembolsos de la empresa que se invierten en la generación de los productos para la venta.

Ambos llegan al estado de resultados por distintas vías, pero finalmente se funden para deducirse de los ingresos en el cálculo de la utilidad.

Costos directos

Son la valoración económica de los recursos aplicados a los lotes o cultivos cuyas cantidades se pueden establecer con precisión por cada lote o cultivo (como Jornales, fertilizantes, fungicidas, semillas, productos veterinarios, alimentos para animales, etc.). En general se refieren a la mano de obra, insumos y materiales.

Por ejemplo, al aplicar 2 toneladas de fertilizante a un lote de maíz, es claro que el costo de esas dos toneladas de fertilizante es un costo atribuible a la producción del maíz de ese lote. Si se pagan honorarios por la asesoría sanitaria del galpón de gallinas ponedoras de la finca (es el único galpón de la finca), se podrá establecer que ese costo es directamente imputable a los costos de producción de huevos. Una característica de los costos directos es la posibilidad de identificarlos con el producto.

Costos indirectos

Son la valoración económica de los recursos sacrificados en el proceso productivo y cuya incidencia de aplicación afecta más de un lote o cultivo. En este caso, para efectos de costeo, es necesario recurrir a sistemas de prorrateo para cargarle a cada lote o cultivo lo que le corresponde del costo total. Para esto se utilizan criterios de reparto (p.e. repartir en forma proporcional al área de cada lote o en proporción al número de árboles de cada lote, etc.).

En este grupo se consideran costos relacionados con la asistencia técnica general, los supervisores o patrones de corte, los jefes de producción, los costos de mantenimiento, el costo y la depreciación de los activos, los costos asociados al mantenimiento y reparación de vías, canales de riego y drenaje cuando no pertenecen a un único lote o cultivo, entre otros.

También incluye la mano de obra, materiales e insumos que se apliquen a centros de costos auxiliares como vías de comunicación y canales de riego y drenaje.

Los costos indirectos son llamados CIP (Costos indirectos de producción) en el sector agropecuario y CIF (costos indirectos de fabricación) en el sector manufacturero.

Costos de producción: Son la valoración de los recursos sacrificados o consumidos en el proceso productivo y que finalmente quedan incorporados en el producto. También llamados costos de manufactura o costos de fabricación.

Metodología de costos de producción para cultivos cíclicos y perennes. (1984), menciona que los costos de producción son las obligaciones incurridas por una empresa por los recursos que utiliza para obtener su producción. Para

conseguir o mantener los recursos para su uso, una empresa debe pagar por ellos tanto como valdrían en sus mejores usos alternativos.

Es la suma de las erogaciones monetarias, a precios de mercado, reales o imputadas que se realizan por la contratación y/o uso de servicios e insumos agrícolas (salarios, maquila, semillas, etc.), necesarios para llevar a cabo el proceso productivo para la obtención del cultivo agrícola, así como las que resultan de otros gastos, que sin intervenir directamente en la obtención del agroproducto, son previas o derivadas de él, tales como: seguro agrícola, intereses, impuestos, cuotas, etc.

Las erogaciones monetarias realizadas o por realizar que se consideran para la contabilización del costo de producción agrícola, se encuentran delimitadas a:

- ✓ La unidad de observación.
- ✓ Un período de tiempo determinado (ciclo agrícola o año).
- ✓ Todas y cada una de las labores e insumos utilizados o por utilizar en el agroproceso productivo, desde la preparación de la tierra hasta la obtención del cultivo. Quedando excluidas del costo de producción agrícola cualquier erogación efectuada para llevar a cabo la comercialización del agroproducto, como acarreo de venta, empaque, etc.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

Experimental - Descriptivo

5.2. Ubicación

5.2.1. Ubicación espacial

El campo de investigación se ubicó en los terrenos de la Unidad de Lombricultura del Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

5.2.2. Ubicación política

Región : Cusco
Provincia : Cusco
Distrito : San Jerónimo
Localidad : Centro Agronómico K'ayra

5.2.3. Ubicación geográfica

Altitud : 3225 m
Longitud : 71°58' Oeste
Latitud : 13°50' Sur

5.2.4. Ubicación hidrográfica

Cuenca : Vilcanota
Subcuenca : Huatanay
Microcuenca : Huanacaure

5.2.5. Ubicación temporal

Inicio : noviembre del 2017 (siembra).
Finalización : abril del 2018 (cosecha).

5.2.6. Ubicación ecológica

De acuerdo a Holdridge A., la zona de vida del ámbito de influencia del trabajo de investigación, basado en el promedio de temperatura de 10 años

y precipitación promedio anual de 640 mm, está considerada como Bosque húmedo montano sub tropical (bh-MS).

5.3. Materiales y métodos

5.3.1. Materiales

1. Material biológico

- Ajo andino (*Allium sativum L.*)

2. Material nutritivo

- Solución hidropónica A La Molina (macronutrientes)
- Solución hidropónica B La Molina (micronutrientes)

3. Materiales de campo y gabinete

- Libreta de campo.
- Cordel.
- Dolomita.
- Cinta métrica.
- Pico.
- Pala.
- Cámara fotográfica.
- Balanza de precisión.
- Calculadora.
- Laptop.
- Impresora.
- Equipos de laboratorio de análisis de suelo.

5.4. Métodos

5.4.1. Diseño experimental

Se adoptó un análisis estadístico de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), factorial 4Ax2B, 8 tratamientos, 4 repeticiones y un total 32 unidades experimentales.

5.4.2. Factores de estudio

A. Dosis de macronutrientes

- Sin macronutrientes
- 5 ml A / litro de agua

- 7 ml A / litro de agua
- 9 ml A / litro de agua

B. Dosis de micronutrientes

- Sin micronutrientes
- 2 ml B / litro de agua

5.4.3. Tratamientos

Cuadro 05. Distribución de tratamientos

N° Trat.	Combinación de tratamientos	Clave
1	Testigo (Sin macronutrientes y sin micronutrientes)	
2	Sin macronutrientes + 2 ml B /litro agua	0+0
3	5 ml A /litro agua + Sin micronutrientes	0+2
4	5 ml A /litro agua + 2 ml B /litro agua	5+0
5	5 ml A /litro agua + 2 ml B /litro agua	5+2
6	7 ml A /litro agua + Sin micronutrientes	7+0
7	7 ml A /litro agua + 2 ml B /litro agua	7+2
8	9 ml A /litro agua + Sin micronutrientes	9+0
9	9 ml A /litro agua + 2 ml B /litro agua	9+2

5.4.4. Variables e indicadores

5.4.4.1. Variables

Variables directos

A. Rendimiento:

- Peso fresco del bulbo, en g/planta, t/ha
- Número de dientes por bulbo.
- Peso fresco de dientes, g/diente.
- Peso fresco de hojas, g/planta, t/ha

5.4.4.2. Indicadores

Variables indirectos

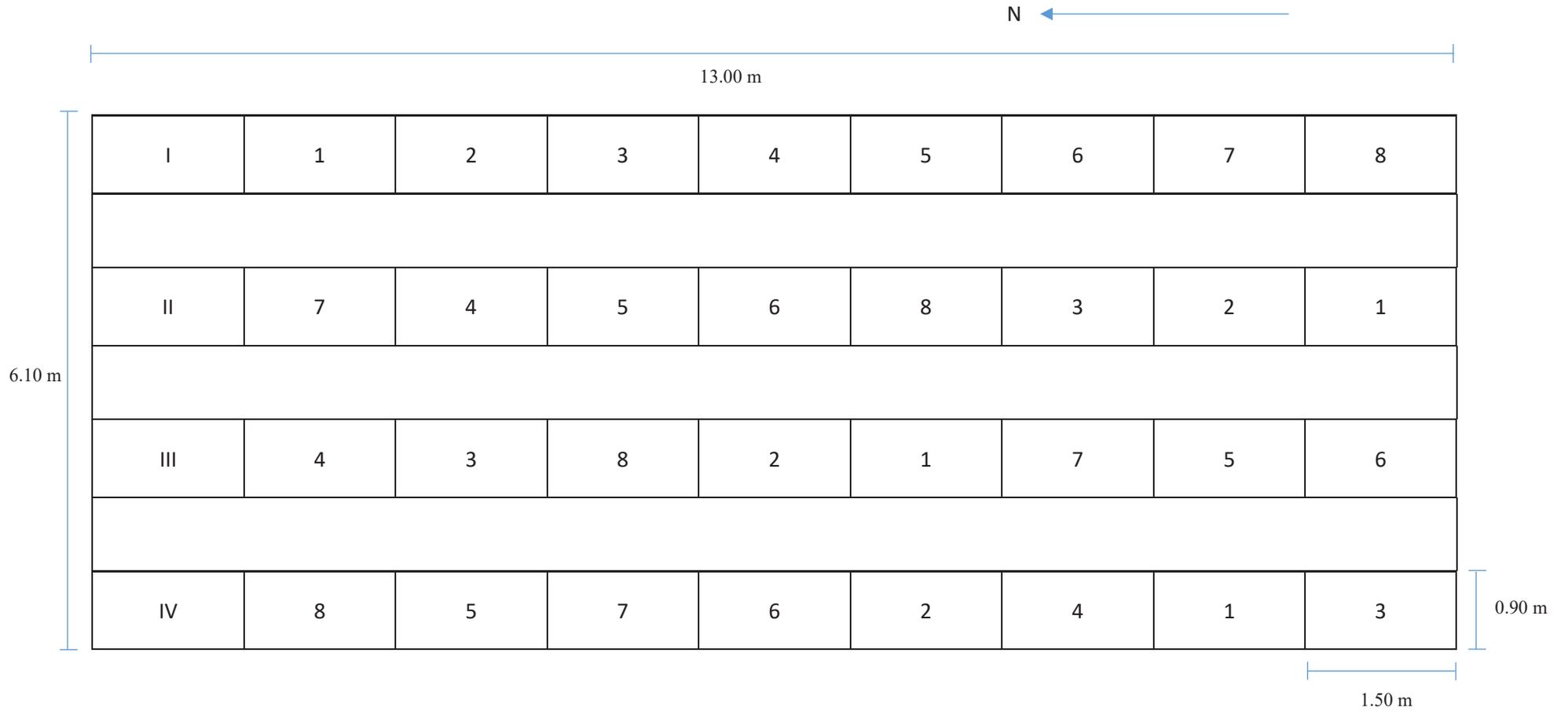
B. Costo de Producción:

- Índice de Rentabilidad, %

5.4.5. Características del campo experimental

Largo	13.00 m
Ancho	6.10 m
Área total	79.30 m ²
Largo de la parcela	1.50 m
Ancho de la parcela	0.90 m
Área de la parcela	1.35 m ²
Área neta del tratamiento o parcela	0.36 m ²
Área neta por planta	0.0225 m ²
Distancia entre bloques	0.50 m
Número de parcelas por bloque	8
Distancia entre plantas	15 cm
Número de plantas por tratamiento	60
Número de plantas por experimento	1,920
Número de plantas a evaluarse por tratamiento	16

5.4.6. Croquis de distribución de parcelas experimentales



5.4.7. Conducción de la investigación

a. Manejo del cultivo

- Preparación del suelo

Se preparó la capa arable del suelo agrícola (20 cm) de todo el campo experimental, con ayuda de picos y palas. Después de su nivelación de la parte superficial del sustrato suelo agrícola, se marcaron con dolomita (CHCO_3 MGCO_3) los bloques y luego las parcelas, cuyas medidas fueron de 1.50 m de largo x 0.90 m de ancho. Posteriormente con ayuda de una manguera se regó por aspersion las parcelas hasta que la humedad del suelo quede a capacidad de campo.

Esta labor se realizó el 10 de noviembre del 2017.

Fotografía 01: Formación de camellones para bloques y parcelas.



- Selección de bulbillos (semillas) de ajo

Los bulbillos del ajo se adquirieron de agricultores de la zona de Sicuani de la región Cusco. Luego estos bulbillos se separaron en dientes a los que se llama semillas y a la vez fueron seleccionados por el tamaño, peso, sanidad y uniformidad en madurez (tamaño regular a grande, de buen peso, sin daños y dientes maduros).

Fotografía 02: Seleccionando semillas de ajo



- Siembra

Con las bulbillos o dientes de ajo seleccionadas, se colocaron en los hoyos previamente hechos con ayuda de un repicador de madera en posición vertical, para luego enterrar con el mismo suelo agrícola cubriendo apenas las semillas de ajo, a un distanciamiento de 15 x 15 cm. Labor que se llevó a cabo el 15 de noviembre del 2017.

Fotografía 03: Siembra de dientes de ajo



- Riego

Inmediatamente después de haber sembrado los bulbillos (dientes) del ajo dentro del suelo agrícola, se aplicó el primer riego, con la ayuda de una

regadora manual y los riegos subsiguientes se asperjaron con ayuda de una manguera.

Fotografía 04: Riego por aspersión con manguera al cultivo de ajo



- **Aplicación de nutrientes**

Después de un mes de siembra y con una frecuencia de 7 días (una vez por semana), se aplicaron las dosis de macronutrientes (solución hidropónica La Molina A) y micronutrientes (solución hidropónica La Molina B), en número de 15 veces (diciembre 2017 a marzo 2018) hasta un mes antes de la cosecha (madurez comercial). Estas labores de abonamientos complementarios se realizaron con ayuda de un vaso de plástico milimetrado, cuyas dosis de soluciones nutritivas disueltas en agua por tratamiento fueron aplicadas en la base de cada planta de ajo (100 ml/planta) en crecimiento y desarrollo.

- **Deshierbo**

Se realizaron a medida que aparecieron las malezas en las parcelas y calles del experimento. Esta labor se realizó en forma manual con la ayuda de un pico.

Fotografía 05: Control manual de malezas en el campo experimental



- Cosecha

Se realizó en forma manual, extrayendo los bulbos del ajo incluyendo sus raíces, para después cortar con un cuchillo separando el bulbo de sus raíces, según el requerimiento de las variables.

Labor que se llevó a cabo el 15 de abril del 2018, a los 05 meses de la siembra.

b. Evaluación de variables

La evaluación de las variables que se describen a continuación, se efectuaron cuando el cultivo de ajo estuvo en estado fenológico de madurez comercial; cosechando las 16 plantas centrales de cada tratamiento; es decir, se consideró el efecto borde. Luego se tomaron los promedios según sus unidades de medida establecidas como indicadores.

- Peso fresco del bulbo

En el momento de la cosecha, se inició con el corte del tallo y hojas del bulbo, así como las raíces; separándolos de esa manera el bulbo del tallo para inmediatamente pesar en gramos el bulbo fresco por planta, empleando para esta operación una balanza. Después, estos resultados cuantitativos hallados se tabularon y sirvieron para los análisis estadísticos que se utilizó el paquete estadístico del programa exel.

Fotografía 06: Peso fresco del bulbo de ajo.



- Número de dientes por bulbo

De cada bulbo de ajo cosechado, se separaron los dientes y se contaron, y luego se consideró el número de dientes promedio por bulbo; los que sirvieron para la tabulación y análisis estadístico.

Fotografía 07: Conteo del número de dientes de ajo.



- Peso fresco de dientes

Con una balanza, se pesaron los pesos en gramos, de cada diente (en número de 10 dientes al azar), los que después de promedio aritmético en g/diente se registraron para los cálculos estadísticos.

Fotografía 08: Pesado de dientes de ajo



- **Peso fresco de hojas**

Inmediatamente de haber sido separadas las hojas del bulbo de ajo, estas fueron pesados en gramos por planta las hojas. Siendo el promedio de las hojas por plantas evaluadas consideradas para los análisis estadísticos.

Fotografía 09: Pesado de hojas frescas



- **Índice de rentabilidad**

Después de realizar las operaciones de cálculo de costos de producción para tratamientos de mayor y menor rendimiento, y a través de la siguiente fórmula se calculó el TIR, cuya unidad de medida fue el porcentaje (%).

$$TIR = \frac{BB - CT}{CT} \times 100$$

Donde:

TIR : Tasa de interés de retorno (%)

BB : Beneficio bruto

CT : Costos totales

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Rendimiento

Cuadro 06. Peso fresco del bulbo (g/planta)

Dosis Macro Dosis Micron. Repet.	Sin macronutriente		5ml Sol. A / litro de agua		7ml Sol. A / litro de agua		9ml Sol. A / litro de agua		Total
	X Sin micronutriente (Testigo)	2ml B / litro agua	Sin micronutriente	2ml B / litro agua	Sin micronutriente	2ml B / litro agua	Sin micronutriente	2ml B / litro agua	
I	110.00	145.00	150.00	250.00	160.00	245.00	160.00	234.00	1454.00
II	128.00	148.00	155.00	244.00	154.00	240.00	155.00	220.00	1444.00
III	132.00	141.00	156.00	253.00	157.00	248.00	161.00	238.00	1486.00
IV	131.00	143.00	148.00	249.00	161.00	236.00	168.00	236.00	1472.00
Suma	501.00	577.00	609.00	996.00	632.00	969.00	644.00	928.00	5856.00
Promedio	125.25	144.25	152.25	249.00	158.00	242.25	161.00	232.00	183.00
Dosis Macro	Sin macronutrientes Suma = 1078.00 Promedio = 134.75		5ml Sol. A / litro de agua Suma = 1605.00 Promedio = 200.63		7ml Sol. A / litro de agua Suma = 1601.00 Promedio = 200.13		9ml Sol. A / litro de agua Suma = 1572.00 Promedio = 196.50		5856.00 183.00
Dosis Micro	Sin micronutrientes Suma = 2386.00 Promedio = 149.13				2ml B / litro agua Suma = 3470.00 Promedio = 216.88				5856.00 183.00

Cuadro 07. ANVA para peso fresco del bulbo (g/planta)

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	131.0000	43.6667	1.3063	3.0700	4.8700	NS. NS.
Tratamientos	7	68635.0000	9805.0000	293.3120	2.4900	3.6400	**
Dosis Macron. (D.M)	3	24913.7500	8304.5833	248.4277	3.0700	4.8700	**
Dosis micron. (D.m)	1	36720.5000	36720.5000	1098.476 5	4.3200	8.0200	**
Interacción D.M*D.m	3	7000.7500	2333.5833	69.8080	3.0700	4.8700	**
Error	21	702.0000	33.4286				
Total	31	69468.0000	CV = 3.16%				

Del cuadro 07 del ANVA para peso del bulbo se desprende que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 3.16% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, dosis de macronutrientes, dosis de micronutrientes e interacción de dosis de macronutrientes por dosis de micronutrientes.

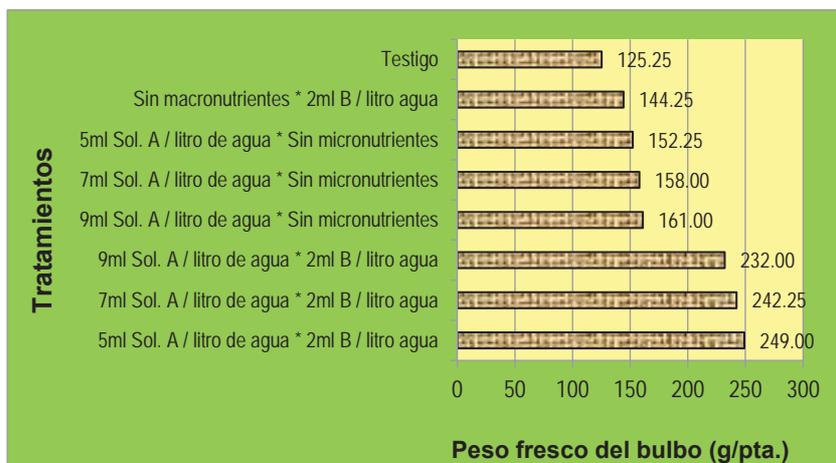
Cuadro 08. Prueba Tukey de tratamientos para peso fresco del bulbo (g/planta)

ALS (5%)= 13.70

ALS (1%)= 16.74

Orden de Mérito	Tratamientos	Peso fresco bulbo (g/pta.)	Significación	
			5%	1%
I	5ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	249.00	a	a
II	7ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	242.25	a b	a b
III	9ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	232.00	b	b
IV	9ml Sol. A / litro de agua * Sin micronutrientes	161.00	c	c
V	7ml Sol. A / litro de agua* Sin micronutrientes	158.00	c	c d
VI	5ml Sol. A / litro de agua * Sin micronutrientes	152.25	c d	c d
VII	Sin macronutrientes * 2ml B / litro agua	144.25	d	d
VIII	Testigo	125.25	e	e

Gráfico 01: Peso fresco del bulbo (g/planta) para Tratamientos



Del cuadro 08 de Prueba de Tukey de combinaciones para peso fresco del bulbo, se desprende que, el tratamiento 5 ml A/1 l agua * 2 ml B/1 l agua, con 249.00 g/planta ocupó el primer lugar, y el tratamiento testigo con sólo 125.25 g/planta ocupó el último lugar; y los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios. Esta superioridad se debe a que las dosis promedio recomendadas por la UNA La Molina de 5 ml de solución A/litro de agua y 2 ml de solución B/litro de agua, fueron suficientes para producción del bulbo en condiciones de K'ayra. Resultados que también se muestra en el gráfico 01.

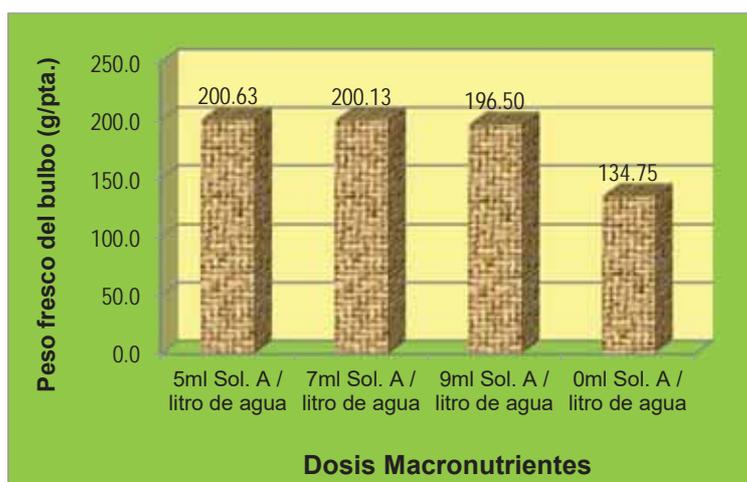
Cuadro 09. Prueba Tukey de Dosis Macronutrientes para peso fresco del bulbo (g/planta)

ALS (5%)= 8.05

ALS (1%)= 10.20

Orden de Mérito	Dosis Macronutrientes	Peso fresco bulbo (g/pta.)	Significación	
			5%	1%
I	5ml Sol. A / litro de agua	200.63	a	a
II	7ml Sol. A / litro de agua	200.13	a	a
III	9ml Sol. A / litro de agua	196.50	a	a
IV	Sin macronutriente	134.75	b	b

Gráfico 02: Peso fresco del bulbo (g/planta) para Dosis Macronutrientes



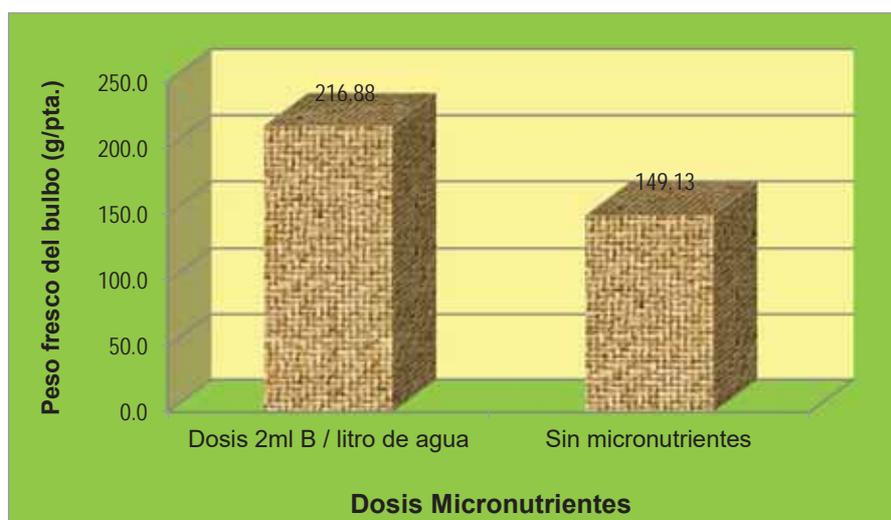
Del cuadro 09 de Prueba de Tukey de dosis de macronutrientes para peso fresco del bulbo y gráfico 02 se desprende que, la dosis de 5ml Sol. A / litro de agua, 7ml Sol. A / litro de agua y 9 ml Sol. A / litro de agua con 200.63, 200.13 y 196.50 g/planta es superior a las demás dosis, ocupando el último lugar la dosis sin micronutriente con 134.75 g/planta. Esta superioridad se debe a la alta concentración de dosis de macronutrientes respecto a sin macronutrientes para la producción del bulbo.

Cuadro 10. Prueba Tukey de Dosis Micronutrientes para peso fresco del bulbo (g/planta)

ALS (5%)= 4.25 ALS (1%)= 5.78

Orden de Mérito	Dosis Micronutrientes	Peso fresco bulbo (g/pta.)	Significación	
			5%	1%
II	Dosis 2ml B / litro de agua	216.88	a	a
III	Sin micronutrientes	149.13	b	b

Gráfico 03: Peso fresco del bulbo (g/planta) para Dosis Micronutrientes



Del cuadro 10 de Prueba de Tukey de dosis de micronutrientes para peso fresco del bulbo y gráfico 03 se desprende que, la dosis de 2 ml B/1 l agua con 216.88 g/planta es superior a la dosis sin micronutriente, ocupando este último sólo con 149.13 g/planta. Esta superioridad se debe a la concentración adecuada respecto a la otra sin micronutrientes para la producción de bulbo.

Cuadro 11. Interacción Dosis Macronutrientes * Dosis micronutrientes de peso fresco del bulbo (g/pta.)

Dosis Macronutrient. / Dosis Micronutrient.		0ml Sol. A / litro de agua	5ml Sol. A / litro de agua	7ml Sol. A / litro de agua	9ml Sol. A / litro de agua	Total
		Sin micronutrientes	Suma	501.00	609.00	632.00
	Prom.	125.25	152.25	158.00	161.00	
2 ml B / litro de agua	Suma	577.00	996.00	969.00	928.00	3,470.00
	Prom.	144.25	249.00	242.25	232.00	
		1,078.00	1,605.00	1,601.00	1,572.00	5,856.00

Cuadro 12. ANVA auxiliar para Dosis Macro Nutr. * Dosis Micronutr. de peso fresco del bulbo (g/pta.)

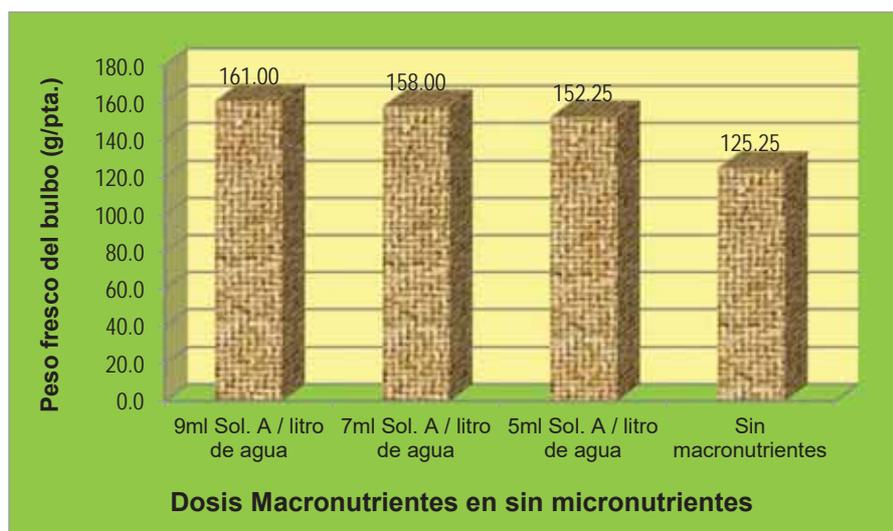
F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Ft.		Grado de Signif.
					5%	1%	
Sin micronutrientes * D Macro.	03	3,198.2500	1,066.0833	31.89	3.070	4.870	**
2ml B/l agua * D Macro.	03	28,716.2500	9,572.0833	286.34	3.070	4.870	**
Error	21	702.0000	33.4286				

Del cuadro 12 para ANVA auxiliar de la interacción de dosis de macronutrientes por dosis de micronutrientes para peso fresco del bulbo se desprende que existen diferencias altamente significativas entre las dos interacciones.

Cuadro 13. Prueba Tukey para Dosis Macronut. en Sin micronutrientes de peso fresco del bulbo (g/pta.)

Orden de Mérito	Sin micronutrientes	Peso fresco bulbo (g/pta.)	Significación	
			5%	1%
I	9ml Sol. A / litro de agua	161.00	a	a
II	7ml Sol. A / litro de agua	158.00	a	a
III	5ml Sol. A / litro de agua	152.25	a	a
IV	Sin macronutrientes	125.25	b	b

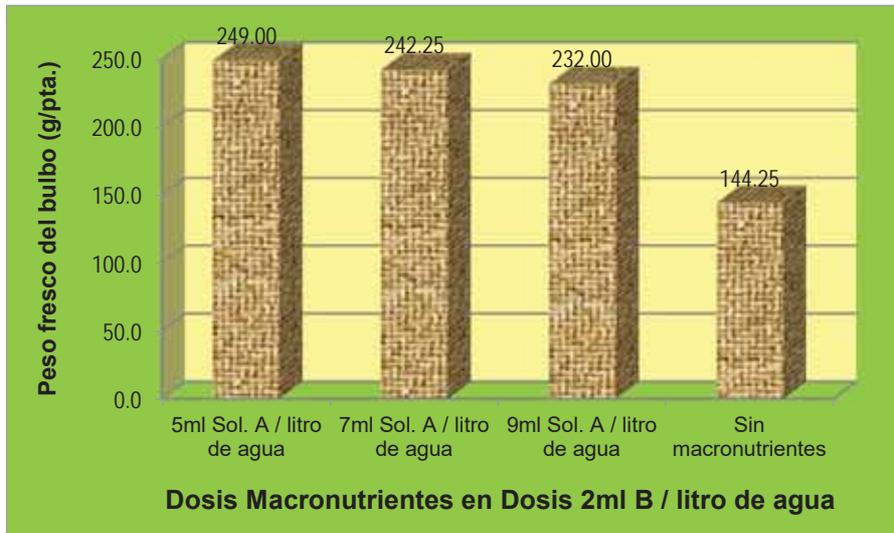
Gráfico 04: Peso fresco del bulbo (g/planta) para Dosis Macronutrientes sin micronutrientes



Cuadro 14. Prueba Tukey para Macronutrientes en 2ml B / litro de agua de peso fresco del bulbo (g/planta)

Orden de Mérito	Dosis 2ml B / litro de agua	Peso fresco bulbo (g/pta.)	Significación	
			5%	1%
I	5ml Sol. A / litro de agua	249.00	a	a
II	7ml Sol. A / litro de agua	242.25	a b	a b
III	9ml Sol. A / litro de agua	232.00	b	b
IV	Sin macronutrientes	144.25	c	c

Gráfico 05: Peso fresco del bulbo (g/planta) para Dosis Macronutrientes en Dosis 2ml B / litro de agua



De acuerdo al cuadro 14 de prueba de TUKEY de dosis de macronutrientes en 2ml B/ litro de agua para peso fresco del bulbo se desprende que la, dosis de macro nutrientes de 5 ml A/ litro de agua con 249.00 g/planta es superior a las tres restantes dosis, ocupando el último lugar el testigo o sin macronutrientes con tan solo 144.25 g/planta.

Cuadro 15. Número de dientes por bulbo

Dosis Macro Dosis Micron. Repet.	Sin macronutriente		5ml Sol. A / litro de agua		7ml Sol. A / litro de agua		9ml Sol. A / litro de agua		Total
	Sin micronutriente (Testigo)	2ml B / litro agua	Sin micronutriente	2ml B / litro agua	Sin micronutriente	2ml B / litro agua	Sin micronutriente	2ml B / litro agua	
I	6.00	6.00	7.00	8.00	7.00	11.00	8.00	9.00	62.00
II	6.00	6.00	7.00	8.00	7.00	10.00	8.00	8.00	60.00
III	6.00	7.00	6.00	9.00	8.00	10.00	8.00	8.00	62.00
IV	5.00	7.00	6.00	8.00	8.00	11.00	7.00	8.00	60.00
Suma	23.00	26.00	26.00	33.00	30.00	42.00	31.00	33.00	244.00
Promedio	5.75	6.50	6.50	8.25	7.50	10.50	7.75	8.25	7.63
Dosis Macro	Sin macronutrientes Suma = 49.00 Promedio = 6.13		5ml Sol. A / litro de agua Suma = 59.00 Promedio = 7.38		7ml Sol. A / litro de agua Suma = 72.00 Promedio = 9.00		9ml Sol. A / litro de agua Suma = 64.00 Promedio = 8.00		244.00 7.63
Dosis Micro	Sin micronutrientes Suma = 110.00 Promedio = 6.88				2ml B / litro agua Suma = 134.00 Promedio = 8.38				244.00 7.63

Cuadro 16. ANVA para Número de dientes por bulbo (g/planta)

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.5000	0.1667	0.5385	0.0710	0.0233	NS. NS.
Tratamientos	7	60.5000	8.6429	27.9231	2.4900	3.6400	**
Dosis Macron. (D.M)	3	34.7500	11.5833	37.4231	3.0700	4.8700	**
Dosis micron. (D.m)	1	18.0000	18.0000	58.1538	4.3200	8.0200	**
Interacción D.M*D.m	3	7.7500	2.5833	8.3462	3.0700	4.8700	**
Error	21	6.5000	0.3095				
Total	31	67.5000	CV = 7.30%				

Del cuadro 16 del ANVA para número de dientes por bulbo se desprende que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 3.30% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, dosis de macronutrientes, dosis de micronutrientes e interacción de dosis de macronutrientes por dosis de micronutrientes.

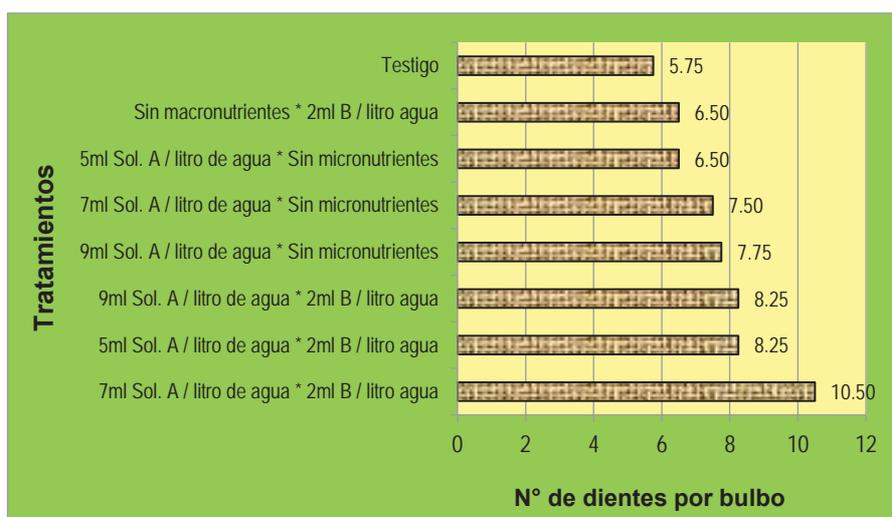
Cuadro 17. Prueba Tukey de tratamientos para Número de dientes por bulbo

ALS (5%)= 1.32

ALS (1%)= 1.61

Orden de Mérito	Tratamientos	N° dientes por bulbo	Significación	
			5%	1%
I	7ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	10.50	a	a
II	5ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	8.25	b	b
III	9ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	8.25	b	b
IV	9ml Sol. A / litro de agua * Sin micronutrientes	7.75	b c	b c
V	7ml Sol. A / litro de agua * Sin micronutrientes	7.50	b c	b c
VI	5ml Sol. A / litro de agua * Sin micronutrientes	6.50	c d	c d
VII	Sin macronutrientes * 2ml B / litro agua	6.50	c d	c d
VIII	Testigo	5.75	d	d

Gráfico 06: Número de dientes por bulbo para Tratamientos

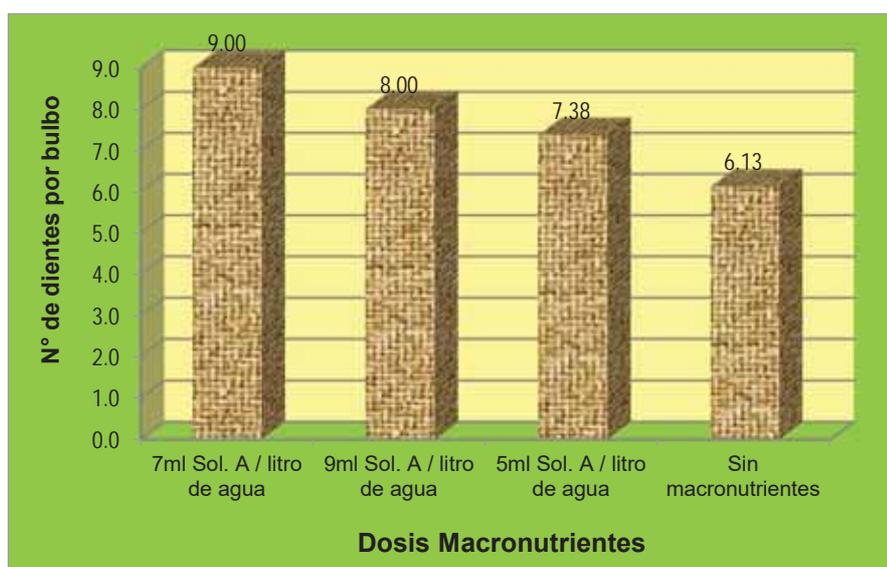


Del cuadro 17 de Prueba de Tukey de combinaciones para número de dientes por bulbo, se desprende que, el tratamiento 7 ml A/1 l agua * 2 ml B/1 l agua, con 10.50 dientes/bulbo ocupó el primer lugar, y los tratamientos 5 ml A/ litro de agua * sin micronutrientes, sin macronutrientes * 2 ml B/1 l agua y testigo con 6.50, 6.50 y 7.75 dientes/bulbo ocuparon los últimos lugares; y los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios. Esta superioridad se debe a la alta concentración de macro elementos en las dosis propuestas. Resultados que también se muestra en el gráfico 06.

Cuadro 18. Prueba Tukey de Dosis Macronutrientes para Número de dientes por bulbo

Orden de Mérito	Dosis Macronutrientes	N° de dientes por bulbo	Significación	
			5%	1%
I	7ml Sol. A / litro de agua	9.00	a	a
II	9ml Sol. A / litro de agua	8.00	b	b
III	5ml Sol. A / litro de agua	7.38	b	b
IV	Sin macronutrientes	6.13	c	c

Gráfico 07: Número de dientes por bulbo para Dosis Macronutrientes



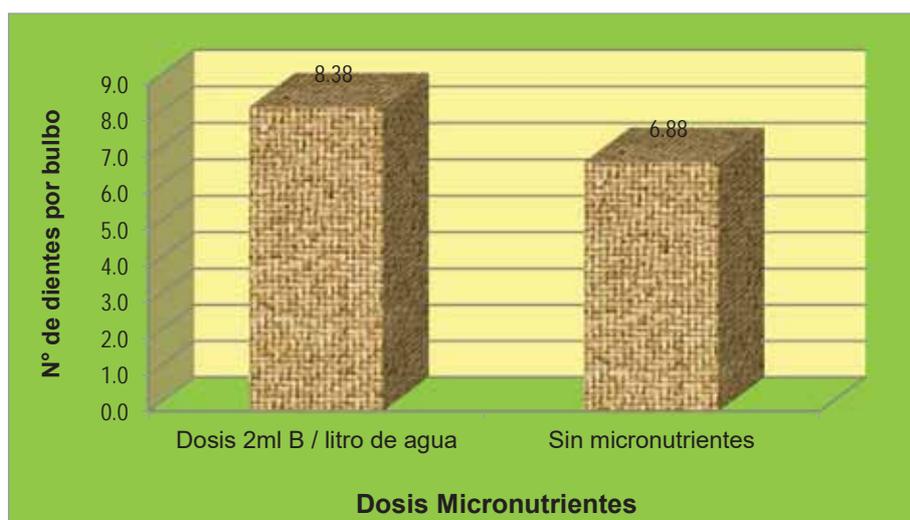
Del cuadro 18 de Prueba de Tukey de dosis de micronutrientes para número de dientes/bulbo y gráfico 07 se desprende que, la dosis de 7ml Sol. A / litro de agua, 9.00 dientes/bulbo es superior a las demás dosis, ocupando el último lugar el tratamiento sin macronutrientes con 6.13 dientes/bulbo. Esta superioridad se debe a la alta concentración de dosis de macronutrientes respecto a sin macronutrientes para la producción de número de dientes por bulbo.

Cuadro 19. Prueba Tukey de Dosis Micronutrientes para Número de dientes por bulbo

Orden de Mérito	Dosis Micronutrientes	Nº de dientes por bulbo	Significación	
			5%	1%
II	Dosis 2ml B / litro de agua	8.38	a	a
III	Sin micronutrientes	6.88	b	b

ALS (5%)= 0.41 ALS (1%)= 0.56

Gráfico 08: Número de dientes por bulbo para Dosis Micronutrientes



Del cuadro 19 de Prueba de Tukey de dosis de micronutrientes para número de dientes/bulbo y gráfico 08 se desprende que, la dosis de 2 ml B/1 l agua con 8.38 dientes/bulbo es superior a la dosis sin micronutrientes, ocupando este último sólo con 6.88 dientes/bulbo. Esta superioridad se debe a la concentración adecuada respecto a la otra sin micronutrientes para la producción de número de dientes por bulbo.

Cuadro 20. Interacción Dosis Macronutrientes * Dosis micronutrientes de N° de dientes por bulbo

Dosis Micronutrient.	Dosis Macronutrient.					Total
	Sin macron.	5ml Sol. A / litro de agua	7ml Sol. A / litro de agua	9ml Sol. A / litro de agua		
Sin micronutrientes	Suma	23.00	26.00	30.00	31.00	110.00
	Prom.	5.75	6.50	7.50	7.75	
2 ml B / litro de agua	Suma	26.00	33.00	42.00	33.00	134.00
	Prom.	6.50	8.25	10.50	8.25	
		49.00	59.00	72.00	64.00	244.00

Cuadro 21. ANVA auxiliar para Dosis Macronutr. * Dosis Micronutr. para N° de dientes por bulbo

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Ft.		Grado de Signif.
					5%	1%	
Sin mic. * D Macro.	03	10.2500	3.4167	11.04	3.070	4.870	**
2ml B/l agua * D Macro.	03	32.2500	10.7500	34.73	3.070	4.870	**
Error	21	6.5000	0.3095				

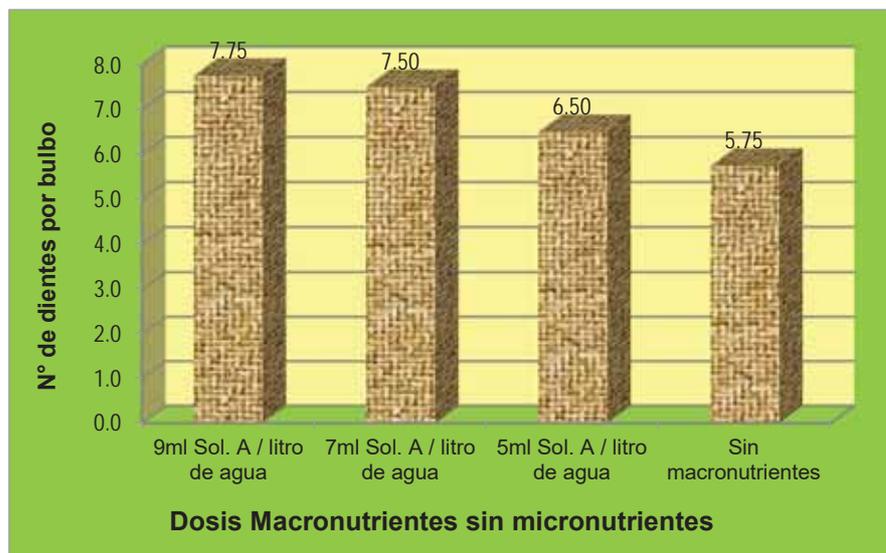
En el cuadro 21 para ANVA auxiliar de la interacción de dosis de macronutrientes por dosis de micronutrientes para número de dientes por bulbo, se desprende que, existen diferencias altamente significativas al 5% y 1% de confianza entre las dos interacciones.

Cuadro 22. Prueba Tukey para Dosis Macronutrientes en Sin micronutrientes para N° de dientes por bulbo

ALS (5%)= 1.10 ALS (1%)= 1.39

Orden de Mérito	Sin micronutrientes	N° de dientes por bulbo	Significación	
			5%	1%
I	9ml Sol. A / litro de agua	7.75	a	a
II	7ml Sol. A / litro de agua	7.50	a b	a
III	5ml Sol. A / litro de agua	6.50	b c	a b
IV	Sin macronutrientes	5.75	c	b

Gráfico 09: Número de dientes por bulbo para Dosis Macronutrientes sin micronutrientes

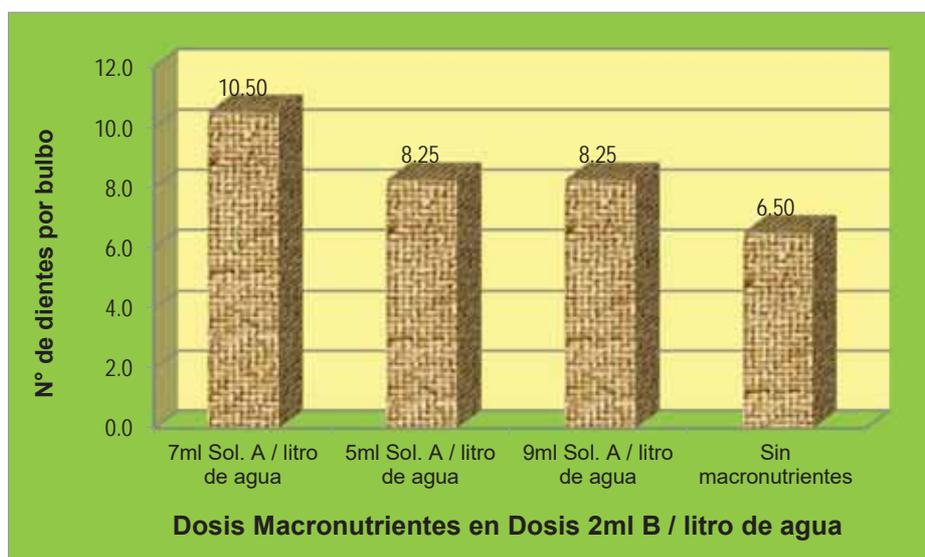


El gráfico 09 de número de dientes por bulbo para dosis de macronutrientes en sin micronutrientes se desprende que, la dosis 9 ml A/ litro de agua es estadísticamente superior con un 7.75 dientes por bulbo a las tres restantes dosis, mientras que el testigo o sin macronutrientes solo tiene 5.75 dientes por bulbo.

Cuadro 23. Prueba Tukey para Dosis Macronutr. en 2ml B / litro de agua para N° de dientes por bulbo

Orden de Mérito	Dosis 2ml B / litro de agua	N° de dientes por bulbo	Significación	
			5%	1%
			I	7ml Sol. A / litro de agua
II	5ml Sol. A / litro de agua	8.25	b	b
III	9ml Sol. A / litro de agua	8.25	b	b
IV	Sin macronutrientes	6.50	c	c

Gráfico 10: Número de dientes por bulbo para Dosis Macronutrientes en Dosis 2ml B / litro de agua



El gráfico 10 para número de dientes por bulbo, se desprende que; la dosis 7 ml A/ litro de agua es estadísticamente superior con 10.50 dientes por bulbo superando de esta manera a los 3 restantes dosis, mientras que el testigo o sin macronutrientes ocupó el último lugar con tan solo 6.50 dientes por bulbo.

Cuadro 24. Peso fresco del diente (g/diente)

Dosis Macro Dosis Micron. Repet.	Sin macronutriente		5ml Sol. A / litro de agua		7ml Sol. A / litro de agua		9ml Sol. A / litro de agua		Total
	Sin micronutriente (Testigo)	2ml B / litro agua	Sin micronutriente	2ml B / litro agua	Sin micronutriente	2ml B / litro agua	Sin micronutriente	2ml B / litro agua	
I	31.00	35.00	33.00	28.00	31.00	24.00	28.00	26.00	236.00
II	36.00	35.00	33.00	29.00	30.00	21.00	29.00	25.00	238.00
III	30.00	29.00	34.00	30.00	26.00	25.00	30.00	30.00	234.00
IV	37.00	30.00	32.00	33.00	26.00	23.00	29.00	30.00	240.00
Suma	134.00	129.00	132.00	120.00	113.00	93.00	116.00	111.00	948.00
Promedio	33.50	32.25	33.00	30.00	28.25	23.25	29.00	27.75	29.63
Dosis Macro	Sin macronutrientes Suma = 263.00 Promedio = 32.88		5ml Sol. A / litro de agua Suma = 252.00 Promedio = 31.50		7ml Sol. A / litro de agua Suma = 206.00 Promedio = 25.75		9ml Sol. A / litro de agua Suma = 227.00 Promedio = 28.38		948.00 29.63
Dosis Micro	Sin micronutrientes Suma = 495.00 Promedio = 30.94				2ml B / litro agua Suma = 453.00 Promedio = 28.31				948.00 29.63

Cuadro 25. ANVA para Peso fresco del diente (g/diente)

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	2.5000	0.8333	0.1311	0.0710	0.0233	NS. NS.
Tratamientos	7	319.5000	45.6429	7.1798	2.4900	3.6400	**
Dosis Macron. (D.M)	3	245.2500	81.7500	12.8596	3.0700	4.8700	**
Dosis micron. (D.m)	1	55.1250	55.1250	8.6713	4.3200	8.0200	**
Interacción D.M*D.m	3	19.1250	6.3750	1.0028	3.0700	4.8700	NS. NS.
Error	21	133.5000	6.3571				
Total	31	455.5000	CV = 8.51%				

Del cuadro 25 del ANVA para peso del bulbo se desprende que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 8.51% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, dosis de macronutrientes, dosis de micronutrientes, más no existe diferencia estadística en la interacción de dosis de macronutrientes por dosis de micronutrientes.

Cuadro 26. Prueba Tukey de tratamientos para Peso fresco del diente (g/diente)

ALS (5%)= 5.98

ALS (1%)= 7.30

Orden de Mérito	Tratamientos	Peso fresco Diente (g/dte.)	Significación	
			5%	1%
I	Testigo	33.50	a	a
II	5ml Sol. A / litro de agua * Sin micronutrientes	33.00	a	a
III	Sin macronutrientes * 2ml B / litro agua	32.25	a	a
IV	5ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	30.00	a	a b
V	9ml Sol. A / litro de agua * Sin micronutrientes	29.00	a b	a b
VI	7ml Sol. A / litro de agua * Sin micronutrientes	28.25	a b	a b
VII	9ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	27.75	a b	a b
VIII	7ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	23.25	b	b

Gráfico 11: Peso fresco del diente (g/diente) para Tratamientos

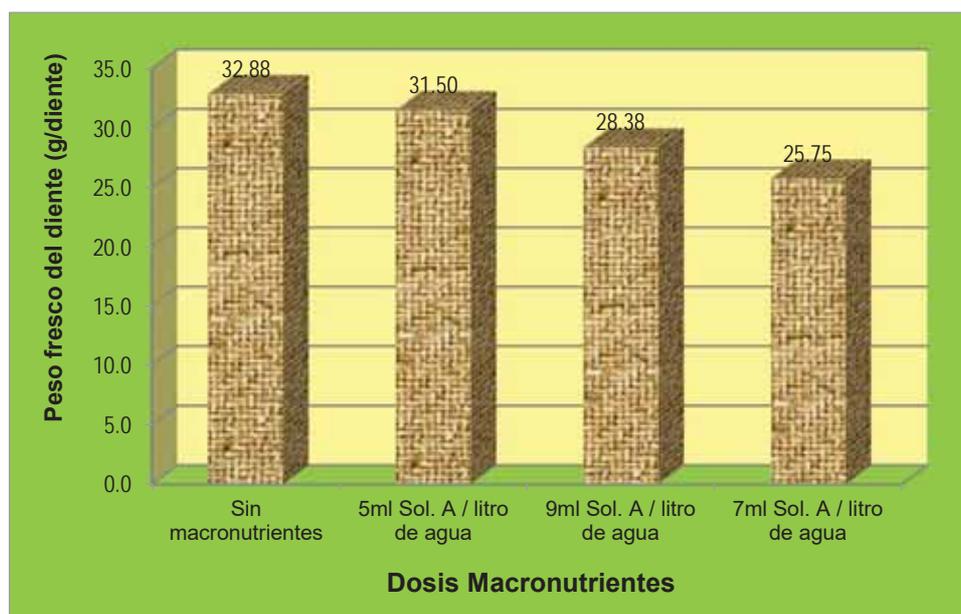


Del cuadro 26 de Prueba de Tukey de combinaciones para peso fresco del diente, se desprende que, todos los tratamientos incluyendo el testigo desde 33.50 g/diente hasta 27.75 g/diente fueron superiores al único tratamiento 7 ml A/l de agua * 2 ml B / l agua con 23.25 g/diente. Esta uniformidad se debe a que las dosis propuestas no fueron suficientes para la variable peso fresco de diente en condiciones de K'ayra. Resultados que también se muestra en el gráfico 11.

Cuadro 27. Prueba Tukey de Dosis Macronutrientes para Peso fresco del diente (g/diente)

Orden de Mérito	Dosis Macronutrientes	Peso fresco Diente (g/dte.)	Significación	
			5%	1%
I	Sin macronutrientes	32.88	a	a
II	5ml Sol. A / litro de agua	31.50	a b	a b
III	9ml Sol. A / litro de agua	28.38	b c	b c
IV	7ml Sol. A / litro de agua	25.75	c	c

Gráfico 12: Peso fresco del diente (g/diente) para Dosis Macronutrientes

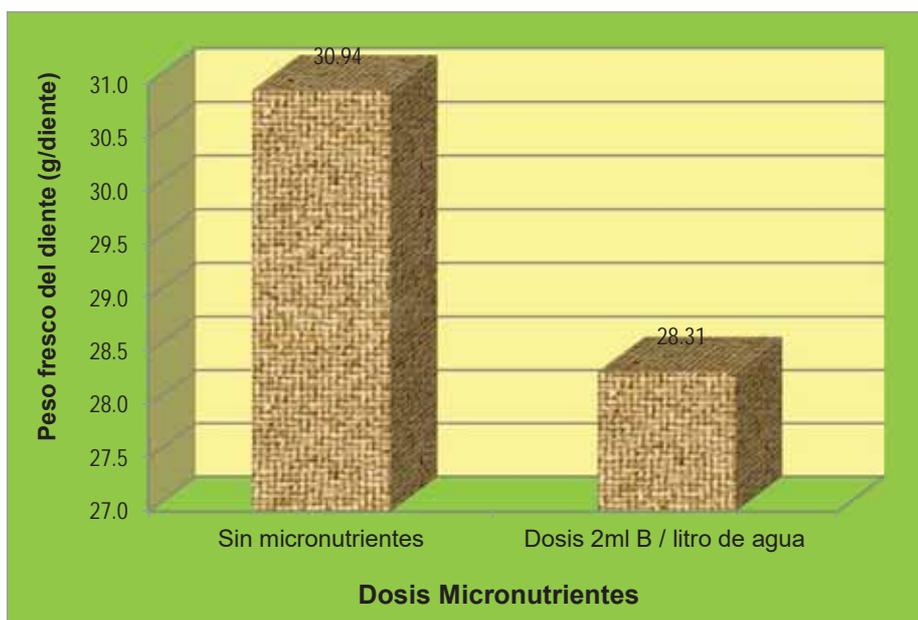


Del cuadro 27 de Prueba de Tukey de dosis de macronutrientes para peso fresco del diente y gráfico 12 se desprende que, el tratamiento sin macronutrientes y 5 ml A/l de agua con 32.88 y 31.50 g/diente respectivamente son superiores a las demás dosis, ocupando el último lugar la dosis 7 ml A /l agua con 25.75 g/diente. Esta diferencia se debe a la alta concentración de dosis de macronutrientes no influyeron en la variable en el peso fresco del diente.

Cuadro 28. Prueba Tukey de Dosis Micronutrientes para Peso fresco del diente (g/diente)

Orden de Mérito	Dosis Micronutrientes	Peso fresco Diente (g/dte.)	Significación	
			5%	1%
II	Sin micronutrientes	30.94	a	a
III	Dosis 2ml B / litro de agua	28.31	b	b

Gráfico 13: Peso fresco del diente (g/diente) para Dosis Micronutrientes



Del cuadro 28 de Prueba de Tukey de dosis de micronutrientes para peso fresco de diente y gráfico 13 se desprende que, el tratamiento sin micronutrientes con 30.94 g/diente es superior a la dosis de 2 ml B/ l agua ocupa el último lugar con 28.31g/diente. Esta superioridad no es influenciada por los micronutrientes sino se debe otros factores no tomadas en consideración en el presente experimento.

Cuadro 29. Peso fresco de hojas (g/planta)

Dosis Macro Dosis Micron. Repet.	Sin macronutriente		5ml Sol. A / litro de agua		7ml Sol. A / litro de agua		9ml Sol. A / litro de agua		Total
	Sin micronutriente (Testigo)	2ml B / litro agua	Sin micronutriente	2ml B / litro agua	Sin micronutriente	2ml B / litro agua	Sin micronutriente	2ml B / litro agua	
I	55.00	61.00	65.00	70.00	67.00	73.00	67.00	69.00	527.00
II	53.00	60.00	67.00	69.00	68.00	74.00	71.00	67.00	529.00
III	54.00	62.00	65.00	70.00	67.00	73.00	71.00	68.00	530.00
IV	55.00	61.00	64.00	70.00	68.00	72.00	69.00	69.00	528.00
Suma	217.00	244.00	261.00	279.00	270.00	292.00	278.00	273.00	2114.00
Promedio	54.25	61.00	65.25	69.75	67.50	73.00	69.50	68.25	66.06
Dosis Macro	Sin macronutrientes Suma = 461.00 Promedio = 57.63		5ml Sol. A / litro de agua Suma = 540.00 Promedio = 67.50		7ml Sol. A / litro de agua Suma = 562.00 Promedio = 70.25		9ml Sol. A / litro de agua Suma = 551.00 Promedio = 68.88		2114.00 66.06
Dosis Micro	Sin micronutrientes Suma = 1026.00 Promedio = 64.13				2ml B / litro agua Suma = 1088.00 Promedio = 68.00				2114.00 66.06

Cuadro 30. ANVA para peso fresco de hojas (g/planta)

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.6250	0.2083	0.1659	0.0710	0.0233	NS. NS.
Tratamientos	7	984.8750	140.6964	112.0237	2.4900	3.6400	**
Dosis Macron. (D.M)	3	789.6250	263.2083	209.5687	3.0700	4.8700	**
Dosis micron. (D.m)	1	120.1250	120.1250	95.6445	4.3200	8.0200	**
Interacción D.M*D.m	3	75.1250	25.0417	19.9384	3.0700	4.8700	**
Error	21	26.3750	1.2560				
Total	31	1011.8750	CV = 1.70%				

Del cuadro 30 del ANVA para peso fresco de hojas se desprende que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 1.70% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, dosis de macronutrientes, dosis de micronutrientes e interacción de dosis de macronutrientes por dosis de micronutrientes.

Cuadro 31. Prueba Tukey de tratamientos para Peso fresco de hojas (g/planta)

ALS (5%)= 2.66

ALS (1%)= 3.24

Orden de Mérito	Tratamientos	Peso fresco hojas (g/pta.)	Significación	
			5%	1%
I	7ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	73.00	a	a
II	5ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	69.75	b	b
III	9ml Sol. A / litro de agua * Sin micronutrientes	69.50	b	b
IV	9ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	68.25	b	b c
V	7ml Sol. A / litro de agua * Sin micronutrientes	67.50	b c	b c
VI	5ml Sol. A / litro de agua * Sin micronutrientes	65.25	c	c
VII	Sin macronutrientes * 2ml B / litro agua	61.00	d	d
VIII	Testigo	54.25	e	e

Gráfico14: Peso fresco de hojas (g/planta) para Tratamientos

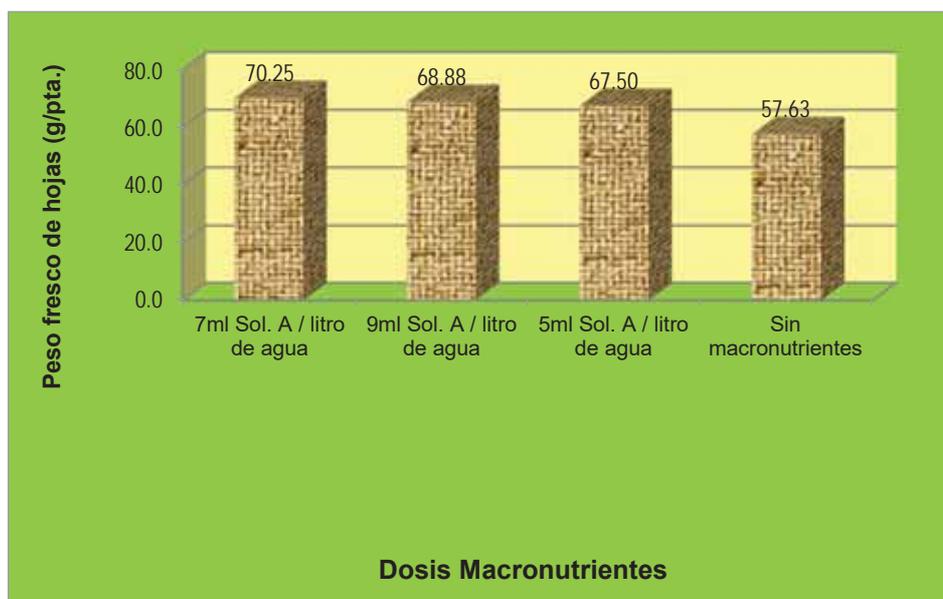


Del cuadro 31 de Prueba de Tukey de combinaciones para peso fresco de hoja, se desprende que, el tratamiento 7 ml A/1 l agua * 2 ml B/1 l agua, con 73.00 g/planta ocupó el primer lugar, y el tratamiento testigo con sólo 54.25 g/planta ocupó el último lugar; y los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios. Esta superioridad se debe a que las dosis son superiores a la recomendada por la UNALM La Molina de 5 ml de solución A/litro de agua y 2 ml de solución B/litro de agua, además del contenido de macro elementos fue mayor en la producción de peso fresco de hoja. Resultados que también se muestra en el gráfico 14.

Cuadro 32. Prueba Tukey de Dosis Macronutrientes para Peso fresco de hojas (g/planta)

Orden de Mérito	Dosis Macronutrientes	Peso fresco Hojas (g/pta.)	Significación	
			5%	1%
I	7ml Sol. A / litro de agua	70.25	a	a
II	9ml Sol. A / litro de agua	68.88	a b	a b
III	5ml Sol. A / litro de agua	67.50	b	b
IV	Sin macronutrientes	57.63	c	c

Gráfico 15: Peso fresco de hojas (g/planta) para Dosis Macronutrientes



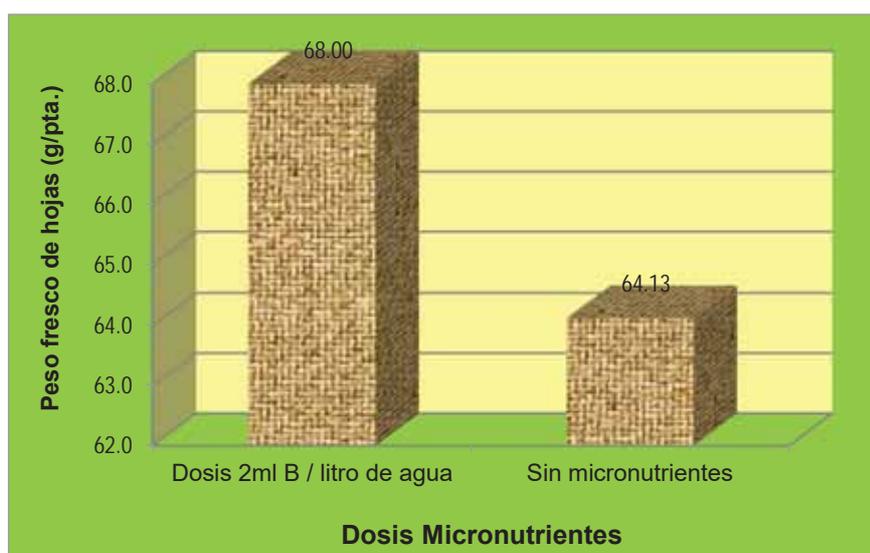
Del cuadro 32 de Prueba de Tukey de dosis de macronutrientes para peso fresco de hojas y gráfico 15 se desprende que, la dosis de 7ml Sol. A / litro de agua y 9 ml Sol. A / litro de agua con 70.25 y 68.88 g/planta respectivamente son superiores al tratamiento sin macronutriente que obtuvo 57.63 g/planta. Esta superioridad se debe a la alta concentración de dosis de macronutrientes respecto a sin macronutrientes para la producción de hojas.

Cuadro 33. Prueba Tukey de Dosis Micronutrientes para Peso fresco de hojas (g/planta)

Orden de Mérito	Dosis Micronutrientes	Peso fresco Hojas (g/pta.)	Significación	
			5%	1%
II	Dosis 2ml B / litro de agua	68.00	a	a
III	Sin micronutrientes	64.13	b	b

ALS (5%)= 0.82 ALS (1%)= 1.12

Gráfico 16: Peso fresco de hojas (g/planta) para Dosis Micronutrientes



Del cuadro 33 de Prueba de Tukey de dosis de micronutrientes para peso fresco de hojas y gráfico 16 se desprende que, la dosis de 2 ml B/1 l agua con 68.00 g/planta es superior a la dosis sin micronutriente, ocupando este último sólo con 64.13 g/planta. Esta superioridad se debe a la concentración adecuada respecto a la otra sin micronutrientes para la producción de hojas.

Cuadro 34. Interacción Dosis Macronutrientes * Dosis micronutrientes de Peso fresco de hojas (g/pta.)

Dosis Micronutrient.	Dosis Macronutrient.	Sin macronutrientes	5ml Sol. A / litro de agua	7ml Sol. A / litro de agua	9ml Sol. A / litro de agua	Total
		Sin micronutrientes	Suma	217.00	261.00	270.00
	Prom.	54.25	65.25	67.50	69.50	
2 ml B / litro de agua	Suma	244.00	279.00	292.00	273.00	1,088.00
	Prom.	61.00	69.75	73.00	68.25	
		461.00	540.00	562.00	551.00	2,114.00

Cuadro 35. ANVA auxiliar para Dosis Macronutr. * Dosis Micronutr. para Peso fresco de hojas (g/pta.)

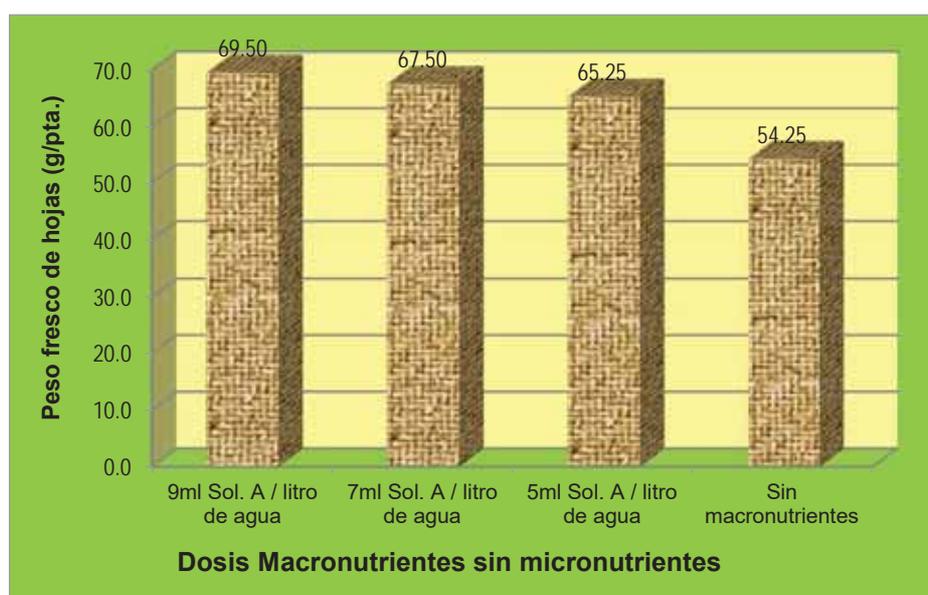
F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Ft.		Grado de Signif.
					5%	1%	
Sin micronutr. * D Macro.	03	556.2500	185.4167	147.63	3.070	4.870	**
2ml B/l agua * D Macro.	03	308.5000	102.8333	81.88	3.070	4.870	**
Error	21	26.3750	1.2560				

Del cuadro 35 para ANVA auxiliar de dosis de macronutrientes por dosis de micronutrientes para peso fresco de hojas, que al 5% y 1% de confianza existen diferencias altamente significativas o al menos uno de los datos haya sido influenciado por el medio ambiente.

Cuadro 36. Prueba Tukey para Dosis Macronutr. en Sin micronutrientes para Peso fresco de hojas (g/pta.)

Orden de Mérito	Sin micronutrientes	Peso fresco Hojas (g/pta.)	Significación	
			5%	1%
			ALS (5%)= 2.21 ALS (1%)= 2.80	
I	9ml Sol. A / litro de agua	69.50	a	a
II	7ml Sol. A / litro de agua	67.50	a	a b
III	5ml Sol. A / litro de agua	65.25	b	b
IV	0ml Sol. A / litro de agua	54.25	c	c

Gráfico 17: Peso fresco de hojas (g/planta) para Dosis Macronutrientes sin micronutrientes

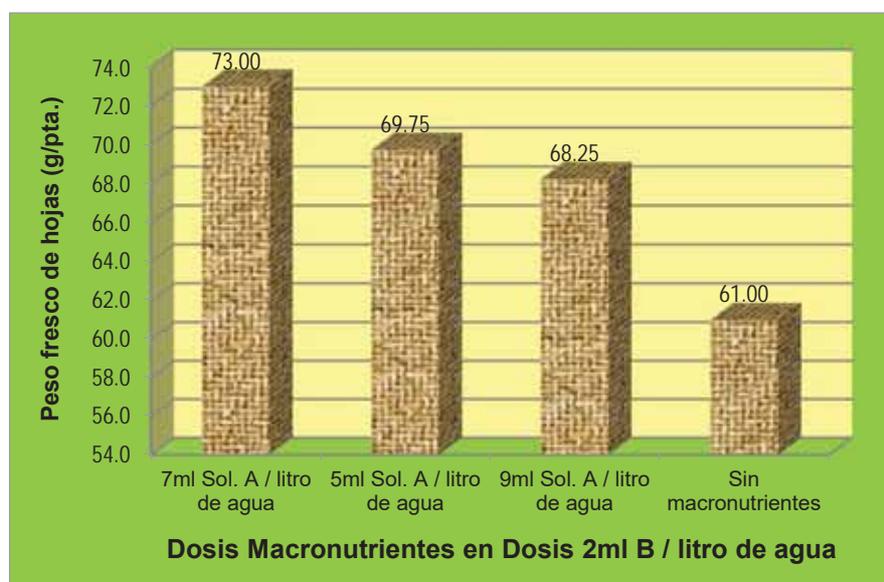


El gráfico 17 para peso fresco de hojas, se desprende que; la dosis 9 ml A /litro de agua estadísticamente superior con un 69.50 g/planta mostrando de esta manera su superioridad a las tres restantes dosis, mientras que el testigo o sin macronutrientes obtuvo solo 54.25 g/planta.

Cuadro 37. Prueba Tukey para Dosis en 2ml B / litro de agua para Peso fresco de hojas (g/planta)

Orden de Mérito	Dosis 2ml B / litro de agua	Peso fresco Hojas (g/pta.)	Significación	
			5%	1%
			I	7ml Sol. A / litro de agua
II	5ml Sol. A / litro de agua	69.75	b	b
III	9ml Sol. A / litro de agua	68.25	b	b
IV	Sin macronutrientes	61.00	c	c

Gráfico 18: Peso fresco de hojas (g/planta) para Dosis Macronutrientes en Dosis 2ml B / litro de agua



En el cuadro 37 de prueba de TUKEY para dosis de macronutrientes en 2ml B / litro de agua para peso fresco de hojas, se desprende que la dosis 7 ml A /litro de agua tiene un 73.00 g/ planta por lo tanto es estadísticamente superior a las tres dosis restantes, mientras que el testigo o sin macronutrientes ocupó el último lugar con tan solo 61.00 g/planta.

B. Costos de producción

Cuadro N° 38. Costos de producción del cultivo de ajo andino (*Allium sativum* L.) por hectárea (5ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua)

Rubros	Unidad medida	Cantidad	Precio Unitario S/.	Precio sub total S/.	Total S/.
COSTOS DIRECTOS					
Mano de obra				12,560.00	
- Preparación del terreno y sustrato	jornal	40.00	40.00	1,600.00	
- Preparación de dientes de ajo	jornal	15.00	40.00	600.00	
- Siembra	jornal	45.00	40.00	1,800.00	
- Riego	jornal	50.00	40.00	2,000.00	
- Aplicación de nutrientes	jornal	30.00	40.00	1,200.00	
- Deshierbo	jornal	80.00	40.00	3,200.00	
- Cosecha	jornal	54.00	40.00	2,160.00	
Semilla				8,827.21	
- Semilla de ajo andino	Kg	1261.03	7.00	8,827.21	
Aplicación de solución hidropónica La Molina				1,399.86	
5ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	Lt	33.33	42.00	1,399.86	
Otros				2,000.00	
- Transporte insumos, producción	global	50.00	40.00	2,000.00	
COSTOS DIRECTOS TOTALES			S/. 24,787.07		
Mano de obra			12,560.00		
Semilla (ajo andino)			8,827.21		
Aplicación de solución hidropónica La Molina			1,399.86		
Otros			2,000.00		
COSTOS INDIRECTOS TOTALES			S/. 1,239.35		
Costos administrativos (5%)					

Cuadro N° 39. Costos de producción del cultivo de ajo andino (*Allium sativum* L.) por hectárea (7ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua)

Rubros	Unidad medida	Cantidad	Precio Unitario S/.	Precio sub total S/.	Total S/.
COSTOS DIRECTOS					
Mano de obra					12,560.00
- Preparación del sustrato	jornal	40.00	40.00	1,600.00	
- Preparación de dientes de ajo	jornal	15.00	40.00	600.00	
- Siembra	jornal	45.00	40.00	1,800.00	
- Riego	jornal	50.00	40.00	2,000.00	
- Aplicación de nutrientes	jornal	30.00	40.00	1,200.00	
- Deshierbo	jornal	80.00	40.00	3,200.00	
- Cosecha	jornal	54.00	40.00	2,160.00	
Semilla					8827.21
- Semilla de ajo andino	Kg	1261.03	7.00	8827.21	
Aplicación de solución hidropónica La Molina					1,800.12
7ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	Lt	42.86	42.00	1,800.12	
Otros					2,000.00
- Transporte insumos, producción	global	50.00	40.00	2,000.00	
COSTOS DIRECTOS TOTALES				S/ 25,187.33	
Mano de obra			12,560.00		
Semilla (ajo andino)			8827.21		
Aplicación de solución hidropónica La Molina			1,800.12		
Otros			2,000.00		
COSTOS INDIRECTOS TOTALES				S/ 1,259.37	
Costos administrativos (5%)					

Cuadro N° 40. Costos de producción del cultivo de ajo andino (*Allium sativum* L.) por hectárea (sin macro y micronutrientes o testigo)

Rubros	Unidad medida	Cantidad	Precio Unitario S/.	Precio sub total S/.	Total S/.
COSTOS DIRECTOS					
Mano de obra					11,360.00
- Preparación del suelo	jornal	40.00	40.00	1,600.00	
- Preparación de dientes de ajo	jornal	15.00	40.00	600.00	
- Siembra	jornal	45.00	40.00	1,800.00	
- Riego	jornal	50.00	40.00	2,000.00	
- Deshierbo	jornal	80.00	40.00	3,200.00	
- Cosecha	jornal	54.00	40.00	2,160.00	
Semilla					8,827.21
- Semilla de ajo andino	Kg	1261.03	7.00	8827.21	
Otros					2,000.00
- Transporte insumos, producción	global	50.00	40.00	2,000.00	
COSTOS DIRECTOS TOTALES				S/. 22,208.00	
Mano de obra			9,880.00		
Semilla (ajo andino)			8,827.21		
Otros			2,000.00		
COSTOS INDIRECTOS TOTALES				S/. 1,110.40	
Costos administrativos (5%)					

Precios referenciales de la solución hidropónica LA Molina A y B (macro y micronutrientes):

Precio del juego de la solución nutritiva: S/ 42.00

Solución A 1.00 l (macronutrientes)

Solución B 0.40 l (micronutrientes)

Cuadro N° 41. Rendimiento promedio de ajo y beneficio bruto.

Rendimiento promedio	Kg/ha	Precio de bulbo ajo/Kg	Beneficio bruto
5ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	17,785.71	2.50	S/. 44,464.28
7ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	17,303.57	2.50	S/ 43,258.93
Sin nutrientes o testigo	8,946.43	2.50	S/ 22,336.08

Cuadro N° 42. Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Rubro Tratamientos	Costos de soluciones Soles/ha	Total Costos	Beneficio neto S/	TIR (%)
5ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	1,399.86	26,026.42	18,437.86	70.84
7ml Sol. A / litro de agua * 2ml B / litro agua	1,800.12	26,446.70	16,812.23	63.57
Sin nutrientes o testigo	0	23,318.40	-982.32	-4.21

Del cuadro N° 42 de análisis económico se desprende que, el tratamiento 5ml Solución nutritiva A / litro de agua * 2ml B / litro agua con un beneficio neto de S/ 3,908.67 representa una rentabilidad de 70.84 %; lo que significa que por cada 100 soles invertidos se gana S/ 70.84 soles anuales adicionales. Mientras que el tratamiento 7ml Solución nutritiva A / litro de agua * 2ml B / litro agua con una rentabilidad de 63.57 % significa que se gana sólo S/ 63.57 anuales invertidos. Sin embargo, con el tratamiento sin nutrientes o testigo, en vez de generar ganancias positivas ocasionó pérdida económica de –S/ 4.21 del total del capital invertido. Esto se debe que el cultivo de ajo andino sin nutrientes (macro y micronutrientes) no responde a las necesidades nutricionales de la planta ni al nivel de requerimiento del cultivo por unidad de área (productividad), lo que afectó negativamente en los costos de producción.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. Conclusiones

- En peso fresco del bulbo, el tratamiento 5 ml A/1 l agua * 2 ml B/1 l agua, con un promedio de 249.00 g/planta ocupó el primer lugar y el tratamiento testigo con sólo 125.25 g/planta el último lugar. En cuanto al número de dientes/bulbo la dosis de 7ml Sol. A / litro de agua, 9.00 dientes/bulbo es superior a las demás dosis. Mientras que, en peso fresco del diente, todos los tratamientos incluyendo el testigo desde 33.50 g/diente hasta 27.75 g/diente fueron superiores al único tratamiento 7 ml A/l de agua * 2 ml ml B /l agua con 23.25 g/diente. Por otra parte, en peso fresco de hoja, el tratamiento 7 ml A/1 l agua * 2 ml B/1 l agua, con 73.00 g/planta ocupó el primer lugar y el tratamiento testigo con sólo 54.25 g/planta ocupó el último lugar.
- La dosis de 5ml solución nutritiva A / litro de agua * 2ml B / litro agua con un beneficio neto de S/ 18,437.86 representa una rentabilidad de 85.34 %; Mientras que el tratamiento 7ml solución nutritiva A / litro de agua * 2ml B / litro agua representa una rentabilidad de 63.57%. Más no así, con el tratamiento sin nutrientes o testigo, que ocasionó pérdida económica de – S/ 4.21 del total del capital invertido.

7.2. Sugerencias

- Realizar trabajos de investigación con humus de lombriz, estiércol descompuesto de ovino, vacuno, cuy y gallina como los más disponibles en la zona.
- Hacer trabajos de investigación sobre estudio de mercado para la comercialización de ajo andino.
- Efectuar trabajos de investigación de otras variedades de ajo y realizar un análisis de composición química.
- Emprender trabajos de investigación comprometidos como cadenas de valores y productivas.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. **Alejandra Sierra, Eric Simonne y Danielle Treadwell.** Principios y prácticas para el manejo de nutrientes en la producción de hortalizas: Publication #HS1102. Horticultural Sciences Department, UF/IFAS Extensión, Gainesville, 32611. 1º Edic julio de 2007. Revisado agosto de 2013.
2. **Armas, (1956).** Plantas de huerta, cultivo de ajo.
3. **Balvin, C.E. (1985).** Evaluación de la calidad odorífica de ajos deshidratados por el método del aire caliente. Tesis Ing. UNALM. La Molina. Lima – Perú.
4. **Blanco Illanes, Fernando. (1998).** Niveles de fertilización orgánica e inorgánica en ajo (*Allium sativum L.*) variedad napuri. Tesis de Ingeniero Agrónomo – UNSAAC. Cusco – Perú.
5. **Benites Jump José Ramiro / Alexandra Bot. (2013).** Agricultura de una Práctica Innovadora con Beneficios Económicos y Medioambientales. línea editorial de Agrobanco, Lima – Perú.
6. **Bullon, O. (1975).** Producción de protección de cultivos. Edit. S.R.L. Lima-Perú.
7. **Burba, (2009).** Producción de ajo. Estación Experimental Agropecuaria, La Consulta, Mendoza – Argentina.
8. **Camasca, A. (1994).** Horticultura Práctica. CONCYTEC. Facultad de Ciencias Agrarias- UNSCH- Perú.
9. **Campos, L. (1965).** Cultivos de hortalizas. Edit. Gustavo Gill.
10. **Carbajal Choquehuanca, Justo Pastor. (2017).** Efecto de dosis de soluciones nutritivas en la producción de ajo (*Allium sativum L.*) mediante la técnica de cultivo acolchado plástico - K'ayra – Cusco. Tesis de Ingeniero Agrónomo – UNSAAC. Cusco – Perú.
11. **Cerna, L. (1994).** "Manejo Mejorado de Malezas". CONCYTEC. Trujillo - Peru.
12. **CIPA XII1. (1975).** Estudio técnico económico del cultivo de ajo. Ayacucho- Perú.
13. **Choque Sanz, Eleodoro U. (1976).** Comparativo de rendimiento en tres variedades de ajo a cuatro densidades de siembra (*Allium sativum L.*). Tesis de Ingeniero Agrónomo – UNSAAC. Cusco – Perú.
14. **Condori Apaza, Alfredo Leoncio. (1993).** Comparativo de tres herbicidas en el cultivo de ajo (*Allium sativum L.*). Tesis de Ingeniero Agrónomo – UNSAAC. Cusco – Perú.

15. **García, C. 1998.** El Ajo, Cultivo y Aprovechamiento. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid.
16. **Huez – López, Marco Antonio, et al. (2011).** Fertilización nitrogenada en el cultivo de ajo (*Allium sativum L.*) bajo riego por goteo en la costa de Hermosillo. Babahoyo: UTB.
17. **Hurtado Huaman, Felix. (2003).** Lo que usted debe recordar al formular un proyecto de desarrollo rural. IIUR Instituto de Investigación Universidad y Región Cusco – Perú.
18. **Hurtado Huaman, Felix. (1999).** Elementos para la planificación Agropecuaria en los Andes Sur Peruanos. IIUR Instituto de Investigación Universidad y región Cusco – Perú.
19. **Manual de Abonamiento con Guano de las Islas. (2018),** Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural - AGRO RURAL – Dirección de Abonos. Jesús María – Lima – Perú.
20. **Manual de costos de producción. (2011),** Sistema de Gestión Total para el Agro, Caldas – Colombia.
21. **Manual Técnico. (2014).** Manejo y fertilidad de suelos. MINAGRI, AGRORURAL e INIA. Lima – Perú.
22. **Narro Farías, Eduardo. (1994).** Física de suelos con enfoque agrícola. Editorial Trillas. México, argentina, España.
23. **Lopez, (1995).** Inducción embriogénesis somática en ajo. Congreso Nacional de Fitogenética. Escuela de Ciencias Agronómicas Campus UACH.
24. **Ortega, V.M. (1993).** Estudio de factibilidad para la instalación de una planta liofilizadora de ajo. Tesis Ingeniera Industrial. Universidad de Lima.
25. **Proyecto UE – Perú/penx. (2004).** Proyecto de cooperación UE- Perú en materia de asistencia técnica relativa al comercio.
26. **Robles Liendo, Augusto. (1969).** Abonamiento en ajo. Tesis de Ingeniero Agrónomo – UNSAAC. Cusco – Perú.
27. **Rodríguez Delfin Alfredo, Hoyos Rojas Marilú, Chang la Rosa Milagros. (2001).** Soluciones nutritivas en hidroponía. UNA La Molina. Lima – Perú.
28. **Romero de la Cuba, Roger. (2016).** Economía agraria. Universidad Nacional de San Antonio Abab del Cusco, Perú.
29. **Revels, (2009).** Platero nueva variedad de ajo jaspeado para Zacatecas, Centro de Investigación Regional Norte Centro INIFAP, México.

30. **Reveles, (2009)**. Tecnologías para cultivar ajo
31. **Saluzzo, J.A. (1995)**. Nutrición nitrogenada, crecimiento y rendimiento de ajo (*Allium sativum* L.) en respuesta a la fertilización nitrogenada en la sede Buenos Aires, Argentina.
32. **Tiscornia, R. (1960)**. Cultivo de hortalizas terrestres. Edit. Albatros. Buenos Aires -Argentina.
33. **Valadez, A (1994)**. Producción de hortalizas. Edit. Limusa. S.A -México.
34. **Zevallos, O. (1985)**. Manual de horticultura para el Perú. Edit. Manfer. Barcelona - España.

ANEXOS

ANEXO 01: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUSTRATOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAO DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y ABONOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS

TIPO DE ANÁLISIS : Fertilidad y mecánico.
PROCEDENCIA MUESTRA : Centro Agronómico Kayra - Cusco.
SOLICITANTE : TUNQUI SANCHES LISSET KAREN

ANÁLISIS DE FERTILIDAD:

Nº	CLAVE	C.E. mmhos/cm	pH	M.O. %	N TOTAL %	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
01	Suelo Agrícola	0.23	7.05	1.80	0.090	18.00	52

ANÁLISIS MECÁNICO:

Nº	CLAVE	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	CLASE TEXTURAL
01	Suelo Agrícola	44	38	18	FRANCO

Cusco, 12 de noviembre del 2017.



DIRECTOR