

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



**COMPORTAMIENTO DE TRES TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS
Y MICRONUTRIENTES EN LA PRODUCCIÓN DE REPOLLO
(*Brassica oleracea L. Var. Capitata*) EN CONDICIONES DE
CAMPO - K'AYRA – CUSCO**

Tesis presentado por el Bachiller en Ciencias Agrarias **WILLIAM TAPE ANCCASI**, para optar al Título Profesional de **INGENIERO AGROPECUARIO**.

ASESOR:

Mgt, Doris Flor Pacheco Farfán

Patrocinador:

Centro de Investigación en Suelos y Abonos – CISA.

CUSCO - PERÚ

2018

ÍNDICE

| | |
|--|----------|
| DEDICATORIA..... | iv |
| AGRADECIMIENTO..... | v |
| RESUMEN | vi |
| INTRODUCCIÓN | vii |
| I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN..... | 1 |
| 1.1. Identificación del problema..... | 1 |
| 1.2. Formulación del problema..... | 1 |
| 1.2.1. Problema general..... | 1 |
| 1.2.2. Problemas específicos..... | 2 |
| II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN | 3 |
| 2.1 Objetivo general | 3 |
| 2.2 Objetivos epecíficos | 3 |
| 2.3 Justificación..... | 3 |
| III. HIPÓTESIS | 5 |
| 3.1. Hipótesis general | 5 |
| 3.2. Hipótesis Específicos | 5 |
| IV. MARCO TEÓRICO | 6 |
| 4.1. Cultivo de repollo | 6 |
| 4.1.1. Origen y distribución | 6 |
| 4.1.2. Nombres comunes..... | 6 |
| 4.1.3. Posición taxonómica del repollo..... | 6 |
| 4.1.4. Variedades..... | 7 |
| 4.1.5. Características botánicas..... | 7 |
| 4.1.6. Condiciones en clima..... | 8 |
| 4.2. Método de siembra..... | 9 |
| 4.3. Trasplante | 9 |
| 4.4. Cosecha..... | 10 |
| 4.5. Antecedentes del repollo variedad “corazón de boey” | 10 |
| 4.6. Abonos orgánicos | 10 |
| 4.6.1. Ventajas del uso de abonos orgánicos | 11 |

| | |
|---|-----------|
| 4.6.2. Beneficios de uso de abonos orgánicos | 11 |
| 4.7. Nutrición de las plantas..... | 12 |
| 4.8. Micronutrientes | 13 |
| 4.8.1.Función de los micronutrientes en los cultivos..... | 14 |
| 4.9. Solución hidropónica la molina | 15 |
| 4.10. Humus de lombriz..... | 15 |
| 4.10.1. Ventajas del uso del humus de lombriz | 16 |
| 4.10.2. Influencia de humus en la absorción de los fertilizantes químicos.. | 17 |
| 4.10.3. El humus en las propiedades del suelo | 17 |
| 4.10.4. Composición del humus de lombriz | 21 |
| 4.11. Estiércol | 22 |
| 4.11.1. Estiércol de corral | 22 |
| V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN | 27 |
| 5.1. Tipo de investigación | 27 |
| 5.2. Ámbito de investigación | 27 |
| 5.2.1. Ubicación espacial..... | 27 |
| 5.2.2. Ubicación política..... | 27 |
| 5.2.3. Ubicación geográfica | 27 |
| 5.2.4. Ubicación hidrográfica | 27 |
| 5.2.5. Ubicación temporal | 27 |
| 5.2.6. Ubicación ecológica..... | 28 |
| 5.3. Materiales y métodos | 28 |
| 5.3.1. Materiales | 28 |
| 5.4. Métodos | 29 |
| 5.4.1. Diseño experimental | 29 |
| 5.4.2. Características del campo experimental | 30 |
| 5.4.3. Croquis de distribución de parcelas experimentales | 31 |
| 5.4.4. Conducción de la investigación..... | 31 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 39 |
| VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS..... | 50 |
| Conclusiones:..... | 50 |

| | |
|---------------------------------|-----------|
| Sugerencias: | 51 |
| VIII. BIBLIOGRAFÍA | 52 |
| ANEXOS | 54 |

DEDICATORIA

A mi familia en general: Porque me han brindado su apoyo incondicional, por compartir conmigo sus consejos que me han ayudado a enfrentar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

A mis padres **MIGUEL TAIPE SOLÍS Y ADELAYDA SALHUA ANCCASI:** Por ser el soporte más importante, por sus consejos, amor, comprensión, por la motivación constante y el apoyo incondicional que me brindaron. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi coraje para conseguir mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Repetitivamente a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, especialmente a la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria – Santo Tomás y a todos los catedráticos de la Facultad de Ciencias Agrarias. Por darme la oportunidad de ser estudiante y brindarme sus conocimientos y enseñanzas durante mi formación profesional.

A mi asesora Mgt. Doris Flor Pacheco Farfán, por el apoyo sin limitación con sus orientaciones oportunas en la ejecución y logro de objetivos en mi trabajo de tesis.

Al Mgt. Arcadio Calderón Choquechambi por su apoyo como docente y director del CISA, que contribuyeron a mi formación profesional.

Al Centro de investigación en Suelos y Abonos (CISA) de la Facultad de Ciencias Agrarias, por patrocinar y brindarme todas las instalaciones y material de investigación durante la ejecución del experimento.

A todo mis compañeros y amigos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria por el apoyo que me brindaron y su amistad incondicional durante todo el tiempo de mi formación profesional y estadía en las aulas universitarias.

RESUMEN

El trabajo de investigación intitulado “Comportamiento de tres tipos de abonos orgánicos micronutrientes en la producción de repollo (**Brassica oleracea L. var. Capitata**) en condiciones de campo – K’ayra – Cusco”; se llevó acabo en el periodo del 2016-2017, cuyos objetivos fueron: Determinar el rendimiento: Peso fresco de cabeza y peso fresco de raíz; Comportamiento agronómico: altura de planta, diámetro mayor de cabeza, longitud de raíz principal y número de días a la cosecha del repollo al efecto de tres tipos de abonos orgánicos complementados con soluciones de micronutrientes.

Se adoptó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 7 tratamientos, 4 repeticiones y total 28 unidades experimentales.

Las conclusiones a que llegaron son:

- En peso fresco de cabeza, el tratamiento Humus de lombriz + Micronutrientes con 2.00 Kg/planta fue superior a los demás tratamientos, y Suelo agrícola o testigo con sólo 1.20 Kg/planta.
- En peso fresco de raíz, el tratamiento Humus de lombriz + Micronutrientes fue superior a los demás tratamientos con 0.22 Kg/planta.
- En diámetro mayor de cabeza, el tratamiento Humus de lombriz + Micronutrientes fue superior a los demás tratamientos con 21.75 cm.
- En altura de planta, el tratamiento Humus de lombriz + Micronutrientes fue superior a los demás tratamientos con 48.00 cm.
- En longitud de raíz, el tratamiento Humus de lombriz + Micronutrientes y Humus de lombriz cada uno con 24.75 cm fueron similares y superiores a los demás tratamientos.
- En número de días a la cosecha el promedio de días oscila entre 119.25 a 122.50 días del trasplante a campo definitivo.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el uso de fertilizantes químicos en la producción agrícola, está causando una serie de problemas como son la acidez del suelo y salinidad de los suelos, y como resultados la baja producción y productividad el cultivo de repollo. Además, se observa desconocimiento en el uso de abonos orgánicos de parte de nuestros agricultores que al final están tornando a la agricultura en insostenible e instando que las futuras generaciones se atengan dichas consecuencias.

El uso de humus de lombriz, estiércol descompuesto de vacuno y estiércol descompuesto de cuy complementados con soluciones de micronutrientes, es una alternativa viable a implementar en una agricultura orgánica sostenible. Pues el estiércol de ganado vacuno y de cuy son materias primas que hay en cantidad en el campo, y que pueden ser descompuestas a través de un manejo adecuado.

El repollo o col como hortaliza; tiene propiedades medicinales como el contenido de vitamina A, que ayuda al sistema inmunológico a mejorar sus defensas, fortalecimiento de huesos y dientes y evitar las enfermedades de la piel; otras propiedades del repollo podemos destacar el alto contenido en azufre y cloro, relativamente en alto porcentaje de yodo las cuales tienes maravillosas propiedades en la limpieza intestinal, problemas de las cuales sufre nuestra población y más los niños de la zona rural y urbano de nuestro departamento.

De manera que, hacer un estudio referido a la combinación del tipo de abonos orgánicos complementados con micro nutrientes, es una técnica que permitirá conocer el efecto en la productividad y comportamiento agronómico del repollo.

El autor.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema

El repollo (**Brassica oleracea L. var. Capitata**) es un cultivo de mucha demanda dentro de las hortalizas de hoja, se cultiva bajo diferentes sistemas de producción y técnicas de manejo con variedades de mayor demanda en el mercado.

El repollo tiene propiedades medicinales, alto contenido de yodo, azufre y cloro razón que siempre en la mesa familiar no falta el repollo u otra hortaliza de la familia Brassicaceae.

Cuando se realiza una indagación exhaustiva sobre sus resultados existentes a través de trabajos de investigación referidos al comparativo de tipos de abonos orgánicos complementados con micronutrientes en solución líquida conducidos en condiciones de campo abierto. Su información es muy escasa, es decir, no existe referencias del efecto de estiércoles descompuesto de vacuno, estiércol descompuesto de cuyes y humus de lombriz complementados con micronutrientes, en el peso fresco de la cabeza, altura de planta, diámetro mayor de la cabeza, longitud de la raíz principal y número de días a la cosecha.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿cómo es el comportamiento de tipos de abonos orgánicos complementados con soluciones de micro nutrientes en la producción de repollo (**Brassica oleracea L. Var Capitata**) en condiciones de campo en K'ayra - Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿cuánto es el rendimiento: peso fresco de la cabeza, peso fresco de la raíz de repollo al efecto de tres tipos de abonos orgánicos complementados con soluciones de micronutrientes?
2. ¿cómo es el comportamiento agronómico: altura de la planta, diámetro mayor de la cabeza, longitud de raíz principal y número de días a la cosecha del repollo al efecto de tres tipos de abonos orgánicos complementados con soluciones de micronutrientes?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1 Objetivo general

Comparar el efecto de tres tipos de abonos orgánicos complementados con soluciones de micronutrientes en la producción de repollo (**Brassica oleracea L. Var. Capitata**) en condiciones de campo en K'ayra – Cusco.

2.2 Objetivos específicos

1. Determinar el rendimiento: peso fresco de la cabeza, peso fresco de la raíz de repollo al efecto de tres tipos de abonos orgánicos complementados con soluciones de micronutrientes.
2. Determinar el comportamiento agronómico: altura de la planta, diámetro mayor de la cabeza, longitud de raíz principal y número de días a la cosecha del repollo al efecto de tres tipos de abonos orgánicos complementados con soluciones de micronutrientes.

2.3 Justificación

El conocimiento de rendimiento del repollo es de suma importancia ya que tanto el productor de esta hortaliza tendrá a dispersión el uso de abono orgánicos existentes en la zona, los que permitirán logras cosechas libres de contaminantes químicos y de alta productividad, para un mejor destino por el gusto al paladar y dieta alimenticia de los consumidores; lo que significa la producción del repollo servirá para satisfacer las necesidades económicas y sociales de los dedicados al cultivo de esta hortaliza.

La nutrición en los vegetales al ser incorporados por vía radicular a través de los diversos tipos de abonos orgánicos, tiene especial importancia en el desarrollo y comportamiento agronómico de la planta; puesto que el repollo requiere de elementos esenciales como macro y micronutrientes, mayormente suministrados vía radicular, a fin de lograr mejores resultados en calidad y presentación del producto. Sin embargo, a fin de para valorar los insumos orgánicos existentes en la zona, también la tenencia es buscar alternativas que permita mejorar la composición

de elementos nutritivos a través de un proceso de descomposición utilizando insumos naturales propios de la zona, que los mismos agricultores disponen al contar con animales como vacunos y cuyes.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

La producción de repollo (**Brassica oleracea L. Var. Capitata**) en condiciones de campo en K'ayra – Cusco, varía por efecto de cada tipo de abono orgánicos y micronutrientes.

3.2. Hipótesis Específicos

1. El rendimiento: peso fresco de la cabeza, peso fresco de la raíz de repollo al efecto de tres tipos de abonos orgánicos complementados con soluciones de micronutrientes, es variable.
2. Existe variabilidad, en el comportamiento agronómico: altura de la planta, diámetro mayor de la cabeza, longitud de raíz principal y número de días a la cosecha del repollo al efecto de tres tipos de abonos orgánicos complementados con soluciones de micronutrientes.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Cultivo de repollo

4.1.1. Origen y distribución

Valencia, L. (1995), indica que el repollo (**Brassica oleracea var, Capitata**), tiene su origen en el oeste de Europa de donde se distribuyó posteriormente a países asiáticos, estados unidos y américa del sur. En el Perú este cultivo se encuentra muy difundido en la costa central y en zonas andinas donde se presentan las condiciones más propias para su desarrollo.

4.1.2. Nombres comunes

Jaramillo, j. (2006), dice que el repollo tiene diferentes nombres, dependiendo de cada localidad:

- (**Brassica oleracea var, Capitata**)
- Francés: chou pommé blanc
- Holandés: Witttekool
- Alemán: Weisskohi
- Español: Repollo, col, col blanca
- Italiano: Cavolo bianco
- Portugués: Repolho

4.1.3. Posición taxonómica del repollo

Merma, i. (1980), manifiesta, según el sistema de clasificación fitogenética de las plantas, propuesta por A. Cronquist en 1979, el repollo pertenece a:

| | |
|---------------|--|
| Reyno | Vegetal |
| División | Magnoliophita |
| Clase | Magnoliopsida |
| Orden | Capparales |
| Familia | Brassicaceae |
| Género | Brassica |
| Especie | <i>Brassica oleracea L. var. Capitata</i> |
| Nombre común: | Repollo, col. |

4.1.4. Variedades

INITA. (2002), indica que el repollo de acuerdo a la forma y consistencia de la cabeza se agrupan en grupos como:

- a. **Repollo de hoja lisa:** presentan cabezas compactas de hojas lisas y orbiculares. Es el repollo más común de diferente intensidad de color verde. Las hojas exteriores son de coloración más intensa que las hojas internas. Entre estas variedades se tiene a: Golden Acre, Quintal, Corazon de buey, Charleston Wakefield, Green Express, etc. También hay variedades híbridas como: Flash, Fortuna, Granada, Green Boy, Hermes, etc.
- b. **Repollo de hoja rizada:** presentan cabezas menos compactas que las anteriores y por presentar hojas más o menos rizadas. Estas plantas pueden presentar menos rusticidad y menor resistencia a la subida de flor, las variedades que se agrupan según sus formas, tamaños y precocidad son: col de Milán o tipo Savoy (Savoy Chieftain, Savoy y Savoy Perfection).
- c. **Repollo de hoja morada:** Presentan hojas lisas y de color morado, especialmente de las hojas que forman la cabeza. Entre las variedades más conocidas son: Red Acre, Mammoth Red Rock. Asimismo, existen variedades híbridas como: Early Red, Roxy y Ruby Ball.

4.1.5. Características botánicas

Jaramillo, J. (2006), refiere que el repollo en sus partes morfológicas presenta las siguientes características:

Raíz: la raíz principal de forma pivotante que presenta al suelo para servir de anclaje a la planta y de allí se deriva un sistema secundario o fasciculado, para la obtención de agua y nutrientes. El 80% de las raíces se encuentran entre 5 y 30 cm de profundidad.

Tallo: presenta tallo herbáceo erguido, cortos, poco ramificados, que adquieren una consistencia leñosa. Generalmente no sobrepasan los 30 cm de altura debido que el crecimiento en longitud se detiene en estadio temprano.

Hojas: presenta hojas alternas simples, sin estípulas, con frecuencia lobuladas de color verde glauco o rojizas, de bordes ligeramente acerradas forma más o menos oval o en el caso de la col de Milán repollo savoy, aspecto rizado y áspera al tacto.

Cabeza: Debido a la hipertrofia de la yema vegetativa terminal y de la disposición envolvente de las hojas superiores, se forma una cabeza compacta de hojas muy apretadas que constituye la parte comestible, allí la planta acumula reservas nutritivas y en caso de no ser colectadas, estas reservas se movilizan para la alimentación de la planta necesario para la emisión del tálamo floral.

Flores: se forman generalmente racimos terminales las cuales se desarrollan a partir del tallo principal. Son de color amarillo, hipógenas, compuestas de cuatro cópalos y cuatro pétalos formando una abertura terminal en forma de cruz, seis estambres, cuatro largos y dos cortos, en estilo corto con estigma en forma de cabezuelas, un ovario súpero con dos celdas oviales y un ovulo por celda. El ovario se divide en dos cavidades, por desarrollo de un falso tabique como resultado de la excrecencia de las placentas. Un ovario de una flor en perfectas condiciones puede producir 20 a 30 semillas.

Frutos: el fruto que presenta en una capsula llamada silicua, la exhibe dehiscencia longitudinal a través de una hendidura de las paredes a lo largo de la línea de la placenta al momento de la madurez.

4.1.6. Condiciones en clima

Maroto, J. (2002), maifiesta que el repollo en cuanto a clima y surlo requiere de las siguientes condiciones:

Clima: generalmente se adaptan mejor a ambientes húmedos, siendo muy sensible a la sequía. En lo referente a temperatura vegetan óptimamente con temperaturas diurnas de 13°C – 18°C y nocturnas de 10°C – 12°C, en la floración prematura

intervienen el genotipo de las variedades y diversos factores como las bajas temperaturas y sequías.

Suelo: Se adapta bien a terrenos ricos de textura media y arcillosa que detengan buena humedad, pero sin presentar problemas de encharcamiento. No le favorecen los suelos ácidos, sobre todo en ellos son más frecuentes los ataques de la hernia de la col (**Plasmodiophora brassicae Woronin**). El repollo es considerado como medianamente resistente a la salinidad.

4.2. Método de siembra

Maroto, J. (2002), resume que el repollo se propaga bajo dos métodos de la siembra:

- a. Método directo: Es cuando la siembra se realiza directo en el campo definitivo utilizando para ello 2 kg/ha de semilla con dos semillas por golpe y se realiza por raleo si es necesario cuando la planta tenga 10 a 15 cm de altura, el distanciamiento depende de la variedad.
- b. Método indirecto: La siembra se realiza en almacigueras que se llevan a cabo en camas de 1.5 m – 2 m de ancho y de largo. La siembra suele hacerse al voleo implementándose entre 2 y 3 gramos de semilla por metro cuadrado y pudiéndose contar con una producción media de 200 300 plantas por metro cuadrado de almaciguera.

4.3. Trasplante

Maroto, j. (2002), define que a raíz desnuda y en seco, el trasplante de repollo se realiza a los 40 a 45 días después de la siembra de 0.50 m – 0,80 m entre surcos. Entre plantas a una distancia de unos 0.40 m. luego es importante aplicar el riego.

Pletsch, R. (2006), indica que entre 7 a 10 días antes del trasplante se debe reducir el agua de riego en el semillero para que las plantulas se pongan más consistente o firmes lo que acondicionará para soportar el arranque y establecimiento en el campo.

4.4. Cosecha

Siura y Ugas, R. (2006), manifiestan que la cosecha de repollo se realiza cuando las cabezas están bien cerradas, de buen tamaño y compactas. A los 70 a 100 días después del trasplante, dependiendo de las características de la variedad y las condiciones bajo la cual se conducen.

4.5. Antecedentes del repollo variedad “corazón de buey”

Merma, I. (1980), menciona que en un estudio realizado en Ollantaytambo el año de 1980, bajo un nivel de fertilización de 100-75-50 (nitrato de amonio, superfosfato triple y cloruro de potasio), obtuvo un rendimiento de 34.896 tn de repollo/ha. Con diámetro promedio de cabeza de 13.5 cm y una altura promedio de 16.80 cm. El periodo de maduración (trasplante a inicio de cosecha) fue de 93 días.

La Torre, J. (2002), indica en un estudio realizado bajo las condiciones de lares – calca dice que a un distanciamiento de 0.40 m x 0.80 m y un nivel de fertilización de 120-54-144 (N, P,K), el rendimiento es de 22.78 t de repollo/ha. Con diámetro promedio de cabeza de 13.25 cm y una altura promedio de 21.21 cm.

www.gardencenterejea, refiere que el repollo “corazón de buey” madura a los 67 a 70 días después de trasplante. La cabeza es de forma cónica, de color verde claro, muy compacto y con un peso de 1.5 kg a 2 kg. Para la siembra en semillero se emplean unos 3g por metro cuadrado con que se obtiene unas 400 plantas. El trasplante se realiza a los 30 a 35 días de la siembra, cuando la planta alcanza a una altura de 15 a 18 cm.

4.6. Abonos orgánicos

Guerrero, J. (1993), indica que la utilización de los abonos orgánicos en sus diferentes formas es una tecnología sencilla de bajo costo y alcance de todos los agricultores de todas las zonas del país. Mejora la capacidad de retención del agua y favorece el desarrollo de las plantas.

Se dice abonos orgánicos a todos los residuos de las cosechas, las malezas secas, los abonos verdes, las basuras en general y desechos de la cocina, las cenizas, tierra de bosque y el estiércol.

4.6.1. Ventajas del uso de abonos orgánicos

Sanchez, C. (2011), menciona que cuando se usa abonos orgánicos las ventajas son:

- Se aprovechan los residuos orgánicos.
- Se recupera la materia orgánica del suelo y con ello se logra la fijación de carbono en el suelo, además, mejoran la capacidad de absorber el agua.
- Necesitan menos energía para su fabricación y suelen, utilizarse cerca de su lugar de origen.

4.6.2. Beneficios de uso de abonos orgánicos

Sánchez, C. (2011), indica los siguientes beneficios:

- Mejora el nivel de fertilidad del suelo.
- Mejora la estructura del suelo y aumenta su porosidad.
- Aumenta la capacidad de retención de agua entre 20 y 50%.
- Evita la erosión del suelo y reduce, el peligro de inundaciones.
- No permite que la tierra superficial se endurezca, después de una lluvia torrencial.
- Permite la multiplicación de la población microbiana.
- Por la buena estructura del suelo se puede arar más profundo sin peligro.
- No se forman capas sólidas.
- Las máquinas pesadas no endurecen tanto el suelo.
- Al ser suelos oscuros absorben mejor el calor, hacen germinar antes las semillas.
- Al haber acumulado agua en su estructura no hay tanto polvo, se puede arar en épocas de tiempo seco, sin correr riesgos de que se lo lleve el viento.

- De un suelo orgánico, se puede extirpar mejor las malezas.
- Al preparar compost se matan patógenos y semillas no deseadas.
- Permite menos riesgos de malas cosechas.
- Permite menos enfermedades en las plantas.
- Se reduce al mínimo las amenazas de insectos.
- Los alimentos tienen mejor sabor y son más tiernos.
- Induce a mejora la salud humana.

4.7. Nutrición de las plantas

Zirena, J. (2002), resume que es conveniente disponer de un programa de diagnóstico (en grandes plantaciones a nivel comercial), que nos permita conocer el nivel nutricional de la planta en cualquier momento, para así poder evitar los desequilibrios nutricionales que limitarían el crecimiento de las plantas. El método ideal para diagnosticar alguna deficiencia de nutrientes es el análisis foliar una o dos veces por semana como medida preventiva, para así medir el nivel de cada uno de los elementos esenciales en los tejidos de las plantas y así poder corregir algunas deficiencias vía solución nutritiva.

Para el desarrollo y crecimiento de las hortalizas, solamente 16 elementos están considerados como esenciales. Estos se dividen en macronutrientes, requeridos en grandes cantidades y los micronutrientes, requerido en menor cantidad.

Cuadro 01. Macro y micronutrientes para la nutrición de las plantas.

| Macronutrientes | Micronutrientes |
|-----------------|-----------------|
| Nitrógeno (N) | Hierro (Fe) |
| Potasio (K) | Cloro (Cl) |
| Azufre (S) | Manganeso (Mn) |
| Fósforo (P) | Boro (B) |
| Calcio (Ca) | Cobre (Cu) |
| Magnesio (Mg) | Zinc (Zn) |
| Carbono (C) | Molibdeno (Mo) |
| Hidrógeno (H) | |
| Oxígeno (O) | |

Fuente: Ziirena, J. (2002).

4.8. Micronutrientes

<http://www.sqm-vitas.com/es-pe/nutrici>, indica que los micronutrientes son componentes esenciales para el adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas y para obtener rendimientos elevados. Sin embargo, cuando existe deficiencia de uno o varios elementos menores éstos se convierten en factores limitantes del crecimiento y de la producción, aunque existan calidades adecuados de los otros nutrientes.

El uso de los micronutrientes en los últimos años, se ha incrementado en los programas de fertilización debido principalmente a:

- La continua remoción de elementos menores por los cultivos que en algunos casos, ha disminuido la concentración de estos en el suelo a niveles menores a lo necesario para el crecimiento normal.
- El cultivo intensivo con un mayor uso de nutrientes, para aumentar rendimientos, ha incrementado la utilización de elementos menores los cuales no son devueltos al suelo, al momento de la cosecha.

- La excesiva acidez de los suelos, que reduce la disponibilidad de algunos micronutrientes.
- El uso de nutrientes de alta pureza, que ha eliminado el aporte de los elementos menores que en pequeñas cantidades, estaban presentes en productos de más baja calidad usadas en el pasado.
- Un mejor conocimiento de la nutrición vegetal, que ha ayudado a diagnosticar deficiencias de elementos menores, que antes no eran atendidas.

4.8.1. Función de los micronutrientes en los cultivos

Zinc: Interpone en la formación de hormonas que afecta el crecimiento de las plantas, interviene en la formación de proteínas. Si no hay una cantidad adecuada de zinc en la planta no se aprovechan bien el nitrógeno ni el fósforo. Favorece un mejor tamaño de los frutos.

Boro: Se relaciona con el transporte de azúcares en el cultivo. Afecta la fotosíntesis, el aprovechamiento del nitrógeno y la síntesis de proteína. Interpone en el proceso de floración y en la formación de sistema radicular de la planta y regula su contenido de agua.

Hierro: Interviene en la formación de la clorofila, es un constituyente importante de algunas proteínas y enzimas, es catalizador en los procesos de oxidación y reducción del cultivo.

Cobre: Catalizador para la respiración y constituyente de enzimas, interviene en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y en la síntesis de proteínas.

Magnesio: Interviene en el aprovechamiento del nitrógeno por la planta, actúa en la reducción de los nitratos, importante en la asimilación del anhídrido carbónico (fotosíntesis), y en la formación de caroteno, riboflavina y ácido ascórbico.

Molibdeno: Influye en la síntesis de proteínas y en la fijación simbiótica del Nitrógeno. También ha sido asociado a los mecanismos de absorción y traslación del hierro.

4.9. Solución hidropónica la molina

Rodríguez, A. et al. (2001), manifiesta que, 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 la solución hidroponía La Molina fue formulada después de varios años de investigación en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

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

- 1.00 ppm Fe
- 1.0050 ppm Mn
- 0.50 ppm B
- 0.15 ppm Zn
- 0.10 ppm Cu
- 0.05 ppm Mo

Indica que influye las cantidades que aporta el agua.

(1 ppm = 1 mg/litro)

4.10. Humus de lombriz

García, A. (1995), refiere que un suelo sin humus es un suelo completamente estéril e incapaz de sostener a los cultivos. El humus proviene de la descomposición de la materia orgánica como son los residuos de la cosecha, estiércol de diversos animales, hojas y raíces de las plantas, etc. Con la lombricultura se acelera la producción de humus ya que lo que la naturaleza logra en 4 o 5 años, la lombriz lo fabrica en unas pocas horas al comer la materia orgánica y descomponerla a través de su sistema digestivo. El humus de lombriz es pues el estiércol de la lombriz de tierra.

Sobre todo, en la costa peruana, los suelos agrícolas son muy pobres en humus, cuyo contenido es de 1 % en promedio. Siendo lo ideal un contenido del 5 % de la capa arable. Además, desde que se dejó de abonar con guano de isla, la incorporación de materia orgánica ha sido mínima empleándose cada vez más fertilizantes químicos, los que están provocando prácticamente la muerte de nuestros suelos, al no ser provistos de materia orgánica. En algunos casos se aplica el estiércol de los animales, pero su producción no alcanza a cubrir ni la mínima parte de las necesidades de nuestra agricultura.

Vitorino, B. (1993), manifiesta que el humus de lombriz es un fertilizante bio orgánico de estructura coloidal, producto de la digestión de la lombriz, ligero e inodoro. Es un producto terminado muy estable, imputrescible y no fermentable. Es un fertilizante de muy alta calidad con un contenido de elementos mayores y menores de alta asimilación por las plantas y con contenido de bacterias. Es uno de los mayores productos conocidos para enriquecer ecológicamente la tierra, es un producto ideal para la vida de las tierras estériles.

El N, P, K son los componentes principales y sobre todo es rico en enzimas que actúan sobre la materia orgánica regenerando los suelos. Es inodoro, soluble en agua directamente asimilable por la planta y puede emplearse sin contraindicaciones.

Con la aplicación del humus de lombriz a los diferentes campos de cultivo aumenta el contenido de materia orgánica transformada.

4.10.1. Ventajas del uso del humus de lombriz

Guerreros, J. (1993), indica que el humus de lombriz es uno de los abonos orgánicos de mayor calidad debido particularmente a su efecto en las propiedades biológicas del suelo, “vivifica el suelo”, debido a la gran flora microbiana que contiene dos millones de colonias de bacterias por gramo. También permite mejorar la estructura del suelo, favoreciendo la aireación del suelo. Además, los agregados del humus de lombriz son resistentes a la erosión hídrica.

4.10.2. Influencia de humus en la absorción de los fertilizantes químicos

García, A, (1995), manifiesta que el humus de lombriz tiene la propiedad de retener a los fertilizantes a través de su contenido coloidal, mediante un proceso que se denomina absorción. Lo que evita la pérdida de los fertilizantes al ser disueltos y arrastrados por el agua de riego o de lluvia fuera del alcance de las raíces por ser productos muy solubles.

Otro de los problemas muy serios al utilizar en exceso los fertilizantes químicos, sobre todo en los suelos alcalinos de nuestra costa, es la inmovilización que se produce en el suelo de los compuestos de fósforo y potasio por la formación de sales solubles que no podrán ser tomados por las plantas. La materia orgánica y sobre todo el humus de lombriz, debido a su altísimo contenido de microorganismos no patógeno. Origina el llamado poder digestivo del suelo, disolviendo todos estos compuestos minerales para de esta manera ponerlo a disposición de los cultivos. Se ha comprobado que en muchos casos las plantas llegan a utilizar solamente el 10% o menos de los fertilizantes tanto fosforados como potásicos debido a este factor de la falta de materia orgánica en los suelos.

4.10.3. El humus en las propiedades del suelo

Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente. (1993), indica las bondades del humus:

1. Propiedades físicas

- En la capacidad relativa del agua del suelo debido a que la materia orgánica admite tanta agua como 4.4 veces de su propio peso.
- En el color del suelo puesto que el color casi negro del humus de lombriz, ayuda la absorción del color, aumentando la temperatura lo que favorece la germinación de las semillas y el crecimiento de los cultivos.
- En la estructura la materia orgánica, da cuerpo a los suelos arenosos al mantener unidas las partículas de arena, además afloja y suelta a los suelos arcillosos.

- En la densidad aparente especialmente en los suelos pesados y de textura fina, produciendo un esponjamiento, que es muy beneficioso.
- En la densidad real disminuye, ya que los minerales del suelo tienen una densidad, mucho más alta que el humus de lombriz.
- En el mejoramiento de la permeabilidad del suelo.
- En una menor pérdida de los materiales finos del suelo, por erosión causado tanto como por el viento como por el agua, ya que mantiene a las partículas, mucho más unidas.
- En la reducción de la cohesión, plasticidad, etc., manteniendo el suelo mucho más fácil para trabajar.

2. Propiedades químicas

- En la disponibilidad de nutrientes, siendo la única fuente natural de nitrógeno del suelo. Teniendo, además toda una gama de elementos mayores y menores que van siendo liberados a medida que el humus se mineraliza.
- En la formación de compuestos fosforo húmicos, que atenúan la retrogradación del fósforo en presencia, ya sea de caliza o de hierro y aluminio libres.
- En la atenuación de retrogradación del potasio, por las arcillas del tipo 2:1.
- En la capacidad buffer o tampón del suelo, evitando variaciones bruscas del pH.
- En la producción del CO₂ al descomponerse y forman con el agua, ácido carbónico que es de gran importancia en los procesos químicos de formación del suelo, realizando lo que se denomina, el poder digestivo del suelo.
- Aumenta la capacidad de intercambio, catiónico del suelo, ya que, junto con la arcilla, constituye parte fundamental del complejo coloidal, regulador de la nutrición de la planta.

3. Propiedades biológicas

- Incrementa la actividad microbiana, por ser un medio o sustrato para la vida de numerosos microorganismos del suelo siendo, la fuente principal de energía y carbono para muchos de ellos,
- En la acción estimulante sobre el crecimiento de las plantas debido, a la acción de ácidos húmicos, sobre diversos procesos metabólicos, y en especial sobre la nutrición natural.
- El humus de lombriz, se aplica como un componente básico del suelo, mejorador de las condiciones del mismo, que ayudará a la absorción de los diversos nutrientes, favorece el buen desarrollo vitalidad y producción de los diversos cultivos.
- El humus de lombriz, no reemplaza a los nutrientes y fertilizantes químicos, sino que la potencia mejorando su absorción, y evitando que se pierdan por lavado o escurrimiento y evaporación, pudiendo, por lo tanto, aplicarlos en menor proporción sin detrimento de la producción normal de los cultivos, con mucho menos gasto.

Vitorino, B. (1993), refiere que el humus de lombriz aporta los elementos nutritivos del suelo, mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo como:

- Detiene y mantiene la humedad contra las sequías, la materia orgánica tiene la propiedad de absorber agua hasta 300 veces su peso.
- Evita el lavaje de nutrientes porque aligera los suelos arcillosos, agrega los arenosos.
- Incrementa y mantiene la temperatura del suelo favoreciendo la germinación y los procesos bioquímicos mejorando la nutrición.
- El humus le da al suelo un color oscuro y el calor es absorbido y retenido siendo, difícil su erradicación y en función con la humedad puede atenuar el efecto de las heladas.
- Normaliza el pH debido a su poder de tampón y evita los cambios de pH.
- Suministra al suelo N, P, K y todos los elementos esenciales, para la nutrición de las plantas.

- Incrementa la capacidad total de cambio del suelo (CTC), siendo, esta capacidad de 70 a 100 meq/100 g de humus, por esta propiedad el humus, se comporta como un almacén, es decir, absorbe (acumula) los nutrientes del suelo en forma iónica (macroelementos y microelementos) evitando su carencia por lavaje.
- Agrega bacterias al suelo como, los nitrificantes quienes contribuyen a la mineralización del N orgánico del suelo, incrementando la asimilación de este N, a ello puede deberse, el hecho de que se ha producido 78 toneladas de tomate/ha, aplicando solo 1.5 toneladas de humus de lombriz, que solo contiene en mejor de los casos 30 Kg de N, 22 de P, 20 de K, ya que esa cosecha de tomate extrae aproximadamente 120 Kg de N/ha.
- El humus de lombriz se conduce como una hormona estimulante de crecimiento vegetal, ya que 1 mg/1 de humus es equivalente en actividad a 0.01 mg/1 de ácido indol acético, esto se comprobó con el rápido prendimiento de estacas de pepino con 20% de humus de lombriz. Mientras que en un suelo sin humus no hubo prendimiento verificado en Cusco en 1992.
- El humus influye en la reducción del ataque de las plagas y enfermedades a las plantas, por consiguiente, el uso de pesticidas, comprobado en Cusco a nivel de invernadero, donde antes se usaba fungicidas o insecticidas ahora ha reducido su uso, esto hace suponer que las bacterias, hongos y otros, que el humus aporta al suelo, por acción de masas crean resistencia al ataque de las plagas y enfermedades.

4.10.4. Composición del humus de lombriz

Vitorino, B. (1993), manifiesta que el humus de lombriz presenta las siguientes composiciones:

Cuadro 02. Composición del humus de lombriz.

| Componentes | Cantidad |
|---------------------------------------|--------------|
| pH | 7 |
| Sustancias orgánicas | 44 – 46 % |
| Nitrógeno | 1.7 – 2 % |
| P ₂ O ₅ soluble | 1.4 – 2 % |
| K ₂ O intercambiable | 1.4 – 2 % |
| Humedad media | 56 – 60 % |
| Ca | 2 – 3.5 % |
| Cenizas | 27.79 % |
| Mg | 0.40 % |
| Fe | 211.01 ppm |
| Mn | 77.30 ppm |
| Cu | 12.40 ppm |
| B | 3.10 ppm |
| Ácido húmico | 2.70 % |
| Ácido fúlvico | 4.10 % |
| Bacterias | 2 x 10 UFC/g |

Fuente: Vitorino, B. 1993. Laboratorio FAZ- UNSAAC.

4.11. Estiércol

4.11.1. Estiércol de corral

Vitorino, B. (2010), indica que el estiércol de corral es una mezcla de las camas de los animales con sus deyecciones sólidas y líquidas, cuyos componentes se muestran en los siguientes cuadros:

Cuadro 03. Deyecciones sólidas (análisis en estado fresco).

| Contenido % | Vaca | Caballo | Oveja | Cerdo | Ave de corral | Conejo |
|-------------------------------|---------|---------|-------|-------|---------------|---------|
| N | 0.3-0.4 | 0.45 | 0.55 | 0.6 | 0.7-1 | 1.8-2.8 |
| P ₂ O ₅ | 0.2 | 0.35 | 0.3 | 0.41 | 0.6 | 0.2-1.4 |
| K ₂ O | 0.1 | 0.35 | 0.15 | 0.26 | 0.3 | 0.81.1 |
| Ca | 0.34 | 0.15 | 0.45 | 0.1 | - | - |
| Kg/día | 20-30 | 15 - 20 | 1 - 2 | 1 - 2 | - | - |

Fuente: J. baeyens y Boletín N°5-6 de la Corporación Nacional de Fertilizantes.

Cuadro 04. Contenido promedio del estiércol de granja.

| Contenido % | Vaca | Caballo | Cerdo | Estiércol viejo |
|-------------------------------|------|---------|---------|-----------------|
| Agua | 80 | 76 | 76 | 75-80 |
| N | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 0.6 |
| P ₂ O ₅ | 0.18 | 0.3 | 0.1-0.2 | 0.3 |
| K ₂ O | 0.45 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |

Fuente: Vitorino, B. 1993. Laboratorio FAZ-UNSAAC.

El estiércol de vaca es relativamente el más pobre y que el de caballo es de más rico y más concentrado, el estiércol de cerdo es intermedio.

Cuadro 05. Deyecciones líquidas (análisis y estado fresco).

| Contenido | Vaca | Caballo | Oveja | Cerdo |
|-------------------------------|---------|---------|-------|-------|
| % | | | | |
| N | 0.5-0.8 | 1.5 | 1.9 | 0.8 |
| P ₂ O ₅ | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.07 |
| K ₂ O | 0.5 | 1.5 | 3.2 | 0.8 |
| Ca | 0.01 | 0.15 | 0.16 | 0.01 |
| Litros/día | 4-6 | 10-15 | 0.5-1 | 2-5.5 |

Fuente: Vitorino, B. 1993. Laboratorio FAZ-UNSAAC.

las deyecciones sólidas son mucho más pobres en N que las deyecciones líquidas. El N de las deyecciones sólidas es poco alterable y poco asimilable, solo la mitad del N puede ser asimilada por las plantas. El N de las deyecciones líquidas es más activo, está sujeto a la evaporación amoniacal, será necesario conservar y preservar separadamente del estiércol, casi en total de los nutrientes del purín es asimilable.

La composición del estiércol con camas depende de la especie animal, la cantidad y calidad de nutrientes, de la edad del animal del cual proviene, de la cantidad y clase de cama y de su estado de manejo en el estercolero.

Para los fines de planeamiento de un programa de incorporación de estiércol a los campos de cultivo, se debe tener en cuenta el siguiente cuadro de contenido promedio de nutrientes de un estiércol corriente.

Cuadro 06. Composición promedio del estiércol corriente.

| Contenido | % | Por toneladas |
|-------------------------------|-------|---------------|
| N | 0.5 | 5 kg |
| P ₂ O ₅ | 0.25 | 25 kg |
| K ₂ O | 0.5 | 50 kg |
| Materia seca | 20-25 | 200-250 kg |

Fuente: Vitorino, B. 1993. Laboratorio FAZ-UNSAAC.

a. Camas

Su finalidad es múltiple:

- Procura a los animales un lecho conveniente, cálido, seco y limpio.
- Transfiere el exceso de las deyecciones líquidas y favorece la maduración del estiércol.

Una buena cama debe ser limpia como sea posible y absorber mucho gas purín. Una cama químicamente rica corrobora en el enriquecimiento de estiércol (paja de cereales: trigo, cebada, centeno, avena, maíz, y ortos). La cantidad de camas debe regular según la especie animal, el régimen de alimentación en una explotación industrial robotizada el estiércol pasa directamente a las fosas de acumulación, luego es succionado para llevarlos al campo de cultivo (Dinamarca, Suecia,..).

Vaca: 4 - 3 Kg/cabeza/día

Oveja: 0.1 - 1 Kg/cabeza/día

Caballo: 2 - 4 Kg/cabeza/día

Cerdo: 2 - 3 Kg/cabeza/día

b. Clases de estiércol

Se distinguen dos clases de estiércol:

1. **Estiércol frío:** de vaca y cerdo, tienen una acción lenta, pero más duradera están más indicados en suelos ligeros, arenosos, en Quiquijana (Cusco-Perú) el autor utiliza estiércol de vaca y madura en dos meses.
2. **Estiércol caliente;** caballo, oveja, ave de corral, cuy, éstos evolucionan más rápido porque son más concentrados, se calientan y maduran más fácilmente, y tienen acción más rápida. Este estiércol se aplica a los suelos pesados, conviene también en hortalizas, en cultivos primores o primicia en invernadero (bajo vidrio), calienta el suelo y activan de esta forma la vegetación, gracias a una mineralización más rápida.

c. Maduración del estiércol

Consiste en transformaciones microbianas y bioquímicas del estiércol fresco hasta el estado de estiércol hecho o maduro (también puede denominarse compostación): es una mineralización de los productos orgánicos con productos de materiales más sensibles y directamente asimilables, también hay pérdida por volatilización, lixiviación, neoproteínización y combustión lenta de la materia orgánica (desprendimiento de CO₂). Un estiércol maduro tiene las siguientes características físicas: fino, quebradizo, color oscuro y sin olor a putrefacción más bien a tierra fresca y/o fermentación, debe tener la apariencia de mantequilla.

d. El empleo del estiércol

El estiércol procedente de las pilas de la fosa del establo, lugares o formas como se ha preparado, es distribuido al terreno lo más uniformemente posible, incorporado inmediatamente un arado de discos. Lo ideal es pasar una rastra de discos previamente a la aradura de incorporación, de esta manera la incorporación es uniforme.

La época de aplicación del estiércol debe ser en invierno antes de primavera, época de siembra. Si el estiércol está mal madurado debe aplicarse en otoño, el último mes de invierno en caso de estiércol bien maduro. Esta práctica se hace cuando se trata de fuertes aplicaciones.

La profundidad de enterramiento depende del suelo, de la estación y de la planta probablemente también, en suelos ligeros debe enterrarse lo más profundo, posible que en suelo pesado y húmedo. Un estiércol enterrado demasiado profundo no nitrifica especialmente en suelos pesado. El enraizamiento será más profundo para las plantas de las raíces pivotantes, que para las raíces adventicias.

Las cantidades de estiércol a aplicar son cada vez menores:

- De 40 a 60 toneladas/ha (abonado fuerte).
- De 20 a 40 toneladas/ha (abonado medio).
- De 10 a 20 toneladas /ha (abonado pequeño).

Las cantidades mayores deben aplicarse en toda la extensión del terreno, las menores pueden aplicarse en forma localizada junto con la semilla, al momento de la siembra, ésta es la forma como se aplica en nuestro medio. La mezcla de 10 a 20 t de estiércol maduro con 2% de ceniza es ideal para el cultivo del maíz o papa. La ceniza, es un fertilizante mineral natural completo, de fácil asimilación, repone al suelo la mayoría de los macroelementos y microelementos extraídos por las cosechas.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

Descriptivo.

5.2. Ámbito de investigación

5.2.1. Ubicación espacial

El campo de investigación se ubicó en los terrenos de la Unidad de Lombricultora del Centro de Investigación en Suelos 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 : 3226 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: 28 de julio del 2016 (almacigado).

Finalización: Enero del 2017 (cosecha).

5.2.6. Ubicación ecológica

Según Holdridge A., la zona de vida del ámbito de influencia del trabajo de investigación, basado en el promedio de temperatura de 10°C y precipitación anual de 641 mm, está considerada como bosque húmedo montano sub tropical (bh-MS).

5.3. Materiales y métodos

5.3.1. Materiales

1. Material biológico

- Repollo “corazón de buey” (**Brassica oleracea L. Var. Capitata**)

2. Materiales de sustrato (tipo de abonos)

- Estiércol descompuesto de vacuno
- Estiércol descompuesto de cuy
- Humus de lombriz
- Solución nutritiva B La Molina (micronutrientes)
- Suelo agrícola

3. Otros materiales de campo

- Cajas almacigueras
- Libreta de campo
- Plástico de polietileno
- Malla raschel
- Vasos milimetrados
- Cordel
- Dolomita
- Etiquetas
- Cinta métrica
- Pico
- Pala
- Cámara fotográfica
- Balanza de precisión

- Regla graduada (vernier)
- Laptop
- Impresora
- Calculadora
- Equipo de laboratorio
- Estufa o mufla

5.4. Métodos

5.4.1. Diseño experimental

Se adoptó para análisis estadístico el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 7 tratamientos, 4 repeticiones y total 28 unidades experimentales.

A. Factores de estudio

a. Tipo de abonos orgánicos

- Estiércol descompuesto de vacuno
- Estiércol descompuesto de cuy
- Humus de lombriz
- Suelo agrícola (testigo sin abono)

b. Micronutrientes

- Solución nutritiva B La Molina

B. Tratamientos

| N° Trat. | Combinación de tratamientos | Clave |
|-------------|--|-------|
| 1 | Estiércol descompuesto de vacuno + Micronutrientes | EV+M |
| 2 | Estiércol descompuesto de vacuno | EV |
| 3 | Estiércol descompuesto de cuy + micronutrientes | EC+M |
| 4 | Estiércol descompuesto de cuy | EC |
| 5 | Humus de lombriz + micronutrientes | HL+M |
| 6 | Humus de lombriz | HL |
| 7 | Suelo agrícola (Testigo) | SA |

C. Variables e indicadores

1. Rendimiento:

- Peso fresco de la cabeza, en kg/planta, t/ha
- Peso fresco de la raíz, en kg/planta, t/ha

2. Comportamiento agronómico:

- Altura de planta, en cm
- Diámetro mayor de la cabeza, en cm
- Longitud de la raíz principal, en cm
- Número de días a la cosecha

5.4.2. Características del campo experimental

Almaciguera:

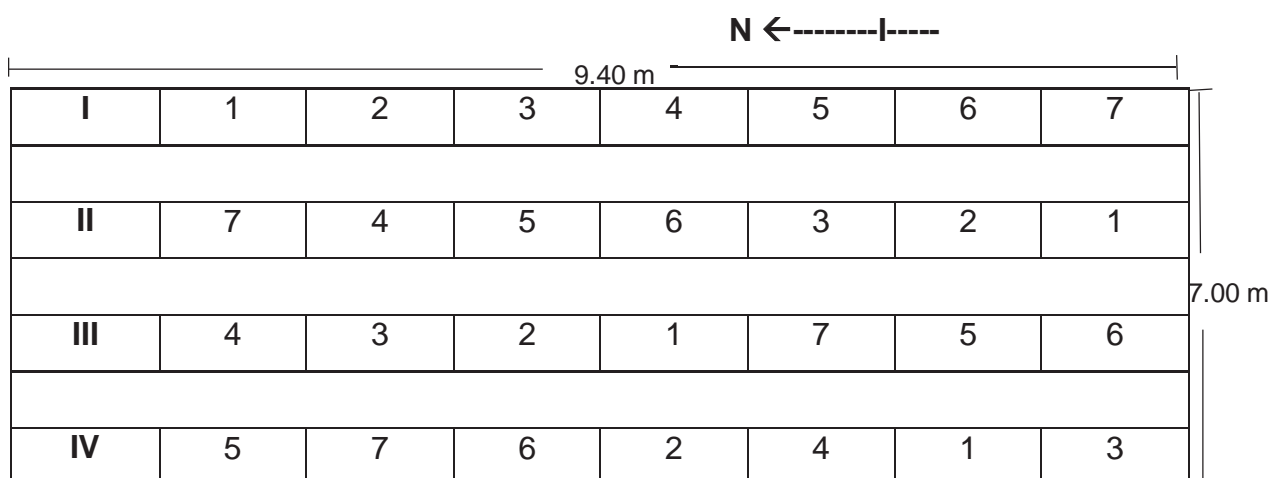
| | |
|------------|---------------------|
| Largo | 1.00 m |
| Ancho | 1.00 m |
| Área total | 1.00 m ² |

Campo definitivo

| | |
|-------------------------|----------------------|
| Largo | 9.40 m |
| Ancho | 7.00 m |
| Área total | 65.80 m ² |
| Largo del bloque | 8.40 m |
| Ancho del bloque | 1.20 m |
| Área del bloque | 10.08 m ² |
| Largo de la parcela | 1.20 m |
| Ancho de la parcela | 1.20 m |
| Área neta de la parcela | 1.44 m ² |
| Distancia entre bloques | 0.40 m |

| | |
|---|-------|
| Número de parcelas por bloque | 7 |
| Número de plantas por parcela | 9 |
| Número de plantas a evaluarse por tratamiento | 9 |
| Distancia entre plantas | 40 cm |
| Número de plantas por experimento | 252 |

5.4.3. Croquis de distribución de parcelas experimentales



5.4.4. Conducción de la investigación

a. Manejo del cultivo

- Siembra en almaciguera

las semillas de repollo variedad “corazón de buey” se sembraron en una almaciguera de 1.00 m de largo por 1.00 m de ancho, preparada a una profundidad de 0.20 m con sustratos mezclados de tierra, humus de lombriz y arena lavada del río. El contenido de humedad del sustrato al momento de siembra estuvo a capacidad de campo; después de la siembra se ha cubierto con una capa de totorilla y luego con malla raschel a 60% de sombra, a fin de proteger de fuertes radiaciones solares, daño de animales como roedores y aves silvestres.

Las semillas de repollo fueron adquiridas de tiendas agro veterinarias garantizadas de la ciudad del Cusco, las mismas que estaban dentro de una lata de 100 gramos.

Esta labor se llevó a cabo el 28 de julio del 2016.

Fotografía 01. Plántulas de repollo en emergencia a 10 días de siembra.



- **Preparado de los sustratos:** primeramente, se preparó todo el campo experimental, que consistió en el roturado, desmenuzado y nivelado de la capa arable del suelo agrícola (0.30 m de profundidad); todo ello con la ayuda de picos y palas. Luego, según los tratamientos pre establecidos en el croquis del campo experimental se mezclaron con los abonos orgánicos separados cada tratamiento con una tabla de madera, además, se aplicó un riego por la técnica de inundación hasta que los sustratos mezclados estén con una humedad a capacidad de campo experimental con un tinglado de malla raschel de color verde con 60 % de sombra.
- **Trasplante:** Cuando las plántulas alcanzaron una altura de 7 a 9 cm, se trasplantó una plantita de repollo por hoyo y sobre un sustrato previamente humedecido a capacidad de campo, siendo la densidad de 40 x 40 cm de planta a planta. Posteriormente, a fin de provocar sombra y hasta que se

logre el prendimiento total de las plantitas se cubrirán con pequeñas ramas de ceticio (*Cytisus scoparios*).

Esta labor se llevó a cabo el 20 de setiembre del 2016.

Fotografía 02: Plantones de repollo listo para trasplante.



Fotografía 03: Cultivo de repollo a 15 días de trasplante en campo definitivo, donde aún se observan plantas recalzadas y cubiertas con ramas de ceticio.



- **Riego:** Inmediatamente después del trasplante se aplicó el primer riego con ayuda de una regadora manual; y los demás riegos se realizaron en promedio

2 veces por semana procurando mantener los sustratos a capacidad de campo.

- **Aplicación de micronutrientes:** Como una labor complementaria, después de 10 días del trasplante y con una frecuencia de cada 7 días, se aplicaron los micronutrientes en número de 10 veces hasta 2 semanas antes de la cosecha (10 de enero 2017, la última aplicación de solución nutritiva B La Molina). Esta labor de abonamiento complementario se realizó con ayuda de un vaso milimetrado aplicando la solución agua más micronutrientes dirigido a la base de cada planta de repollo.
- **Deshierbo.** Se realizaron en dos oportunidades: el primero a un mes de trasplante (22/10/2016) y el segundo a dos meses de establecido el cultivo (25/11/2016).
- **Cosecha.** Se realizó en forma manual, el día 28 de enero 2017) extrayendo la cabeza de repollo incluyendo su raíz, para luego cortar con un cuchillo separando la cabeza de sus raíces

b. Evaluación de variables

La evaluación de las variables se efectuó cuando el cultivo de repollo estuvo en estado fenológico de madurez comercial. Cosechando las 9 plantas de cada tratamiento, con los que se tomaron los promedios para cada tratamiento con sus respectivas unidades de medida establecidas como indicadores.

A. Rendimiento

- Peso fresco de la cabeza

Durante la cosecha, se procedió a cortar con ayuda de un cochillo, separando la cabeza de repollo de su raíz, e inmediatamente se pesó en kilogramos de cabeza por planta, empleando para esta pesada una balanza con aproximación a gramos. Después, los resultados cuantitativos hallados se tabularon los análisis estadísticos.

Fotografía 04: Tomando peso fresco de cabeza del repollo Var. White Boston.



- Peso fresco de raíz

Las raíces cortadas que han quedado después de evaluar la cabeza de repollo, se tomaron uno por uno para su pesado en kilogramos por planta. Para lo cual se utilizó una balanza con aproximación a gramos.

Fotografía 05: Tomando peso fresco de raíz del repollo Var. White Boston.



A. Comportamiento agronómico

- Altura de planta

Con ayuda de una regla milimetrada, se midió la altura de planta desde la parte superior del sustrato hasta el ápice superior de las hojas que conforman la cabeza de repollo; siendo el centímetro la unidad de medida empleada en los cálculos de las variables.

Fotografía 06: Tomando medida de altura de planta del repollo Var. White Boston.



- Diámetro mayor de cabeza

Una vez separado la cabeza del repollo, y con ayuda de una cinta métrica se midió el diámetro más ancho de esta cabeza, cuyos datos en centímetro fueron utilizados para los cálculos estadísticos.

Fotografía 07: Tomando medida de diámetro mayor de cabeza del repollo.



- Longitud de raíz

La profundidad alcanzada por las raíces del repollo, se midió extensión en profundidad que alcanzaron las raíces pivotantes; esto con ayuda de un vernier en centímetros.

Fotografía 08: Tomando medida de longitud de raíz de la plantan de repollo.



- **Número de días a la cosecha**

Se contabilizó el número de días que duró el ciclo vegetativo del cultivo hasta la madurez comercial (desde la siembra hasta la cosecha).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 07: Peso fresco de cabeza (Kg/planta)

| Tratamientos | Bloques | | | | Total | Promed. |
|----------------------------------|---------|-------|------|-------|-------|---------|
| | I | II | III | IV | | |
| Estiérc. desc.vacuno + Micronut. | 1.75 | 1.65 | 1.70 | 1.80 | 6.90 | 1.73 |
| Estiérc. desc.vacuno | 1.30 | 1.40 | 1,30 | 1.60 | 4.30 | 1.43 |
| Estiérc. desc.cuy + Micronut. | 1.65 | 1.55 | 1.60 | 1.60 | 6.40 | 1.60 |
| Estiércol desc.cuy | 1.40 | 1.35 | 1.35 | 1.30 | 5.40 | 1.35 |
| Humus lombriz + Micronut. | 2.30 | 2.10 | 2.00 | 1.60 | 8.00 | 2.00 |
| Humus lombriz | 1.45 | 1.50 | 1.45 | 1.50 | 5.90 | 1.48 |
| Suelo agrícola (testigo) | 1.25 | 1.18 | 1.20 | 1.17 | 4.80 | 1.20 |
| Sumatoria | 11.10 | 10.73 | 9.30 | 10.57 | 41.70 | 1.54 |

Cuadro 08: ANVA para peso fresco de cabeza

| F. de V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|-------------|----|-------|--------------------|-------|--------|--------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Bloques | 3 | 0.262 | 0.087 | 0.975 | 0.0706 | 0.0230 | NS. NS. |
| Tratamiento | 6 | 2.414 | 0.402 | 4.487 | 2.6600 | 4.0100 | ** |
| Error | 18 | 1.614 | 0.090 | | | | |
| Total | 27 | 4.291 | CV = 19.39% | | | | |

Del cuadro 08 ANVA para peso fresco de cabeza, se desprende que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que la distribución de las repeticiones fue uniforme. Tanto al 95% y 99% de probabilidad; existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo que explica que los tipos de abonos orgánicos y micronutrientes fueron diferentes en la producción de peso fresco de repollo. El coeficiente de variabilidad de 19.39% refleja que los análisis de resultados de la investigación están dentro del rango de confiabilidad estadística.

Cuadro 10: Peso fresco de raíz (Kg/planta)

| Tratamientos | Bloques | | | | Total | Promed. |
|----------------------------------|---------|------|------|------|-------|---------|
| | I | II | III | IV | | |
| Estiérc. desc.vacuno + Micronut. | 0.18 | 0.18 | 0.16 | 0.18 | 0.70 | 0.18 |
| Estiérc. desc.vacuno | 0.19 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.73 | 0.18 |
| Estiérc. desc.cuy + Micronut. | 0.18 | 0.17 | 0.18 | 0.16 | 0.69 | 0.17 |
| Estiércol desc.cuy | 0.17 | 0.17 | 0.18 | 0.18 | 0.70 | 0.18 |
| Humus lombriz + Micronut. | 0.20 | 0.22 | 0.23 | 0.22 | 0.87 | 0.22 |
| Humus lombriz | 0.18 | 0.18 | 0.16 | 0.17 | 0.69 | 0.17 |
| Suelo agrícola (testigo) | 0.16 | 0.16 | 0.15 | 0.16 | 0.63 | 0.16 |
| Sumatoria | 1.26 | 1.26 | 1.24 | 1.25 | 5.01 | 0.18 |

Cuadro 11: ANVA para peso fresco de raíz

| F. de V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|-------------|----|-------|-------------------|--------|--------|--------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Bloques | 3 | 0.000 | 0.000 | 0.153 | 0.0706 | 0.0230 | NS. NS. |
| Tratamiento | 6 | 0.008 | 0.001 | 16.200 | 2.6600 | 4.0100 | ** |
| Error | 18 | 0.002 | 0.000 | | | | |
| Total | 27 | 0.010 | CV = 5.16% | | | | |

Del cuadro 11 ANVA para peso fresco de raíz, se desprende que, entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que la distribución de las repeticiones fue uniforme. Tanto al 95% y 99% de probabilidad; existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo que explica que los tipos de abonos orgánicos y micronutrientes fueron diferentes en la producción de la raíz de repollo. El coeficiente de variabilidad de 5.16 % refleja que los análisis de resultados de la investigación están dentro del rango de confiabilidad estadística.

Cuadro 12: Prueba Tukey para peso fresco de raíz (Kg/planta)

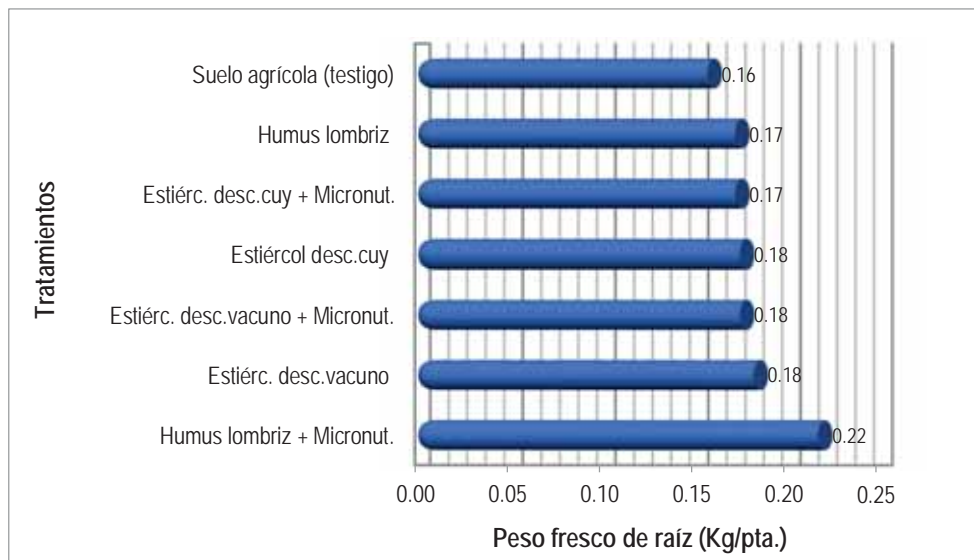
ALS_{5%}= 0.022

ALS_{1%}= 0.027

| Nº de Orden | Tratamientos | Peso fresco de raíz (Kg/pta.) | Significación de Tukey | |
|-------------|---|-------------------------------|------------------------|----|
| | | | 5% | 1% |
| I | Humus lombriz + Micronutrientes. | 0.22 | a | a |
| II | Estiércol descompuesto vacuno | 0.18 | b | b |
| III | Estiércol descompuesto vacuno + Micronutrientes | 0.18 | b | b |
| IV | Estiércol descompuesto cuy | 0.18 | b | b |
| V | Estiércol descompuesto cuy + Micronutrientes. | 0.17 | b | b |
| VI | Humus lombriz | 0.17 | b | b |
| VII | Suelo agrícola (testigo) | 0.16 | b | b |

Del cuadro 12 de Prueba de Tukey para peso fresco de raíz, se desprende que estadísticamente al 1 % de probabilidad el tratamiento Humus de lombriz + Micronutrientes fue superior a los demás tratamientos con 0.22 Kg/planta, mientras que en suelo agrícola con 0.16 Kg ocupó el último lugar; los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios. Esta superioridad se debe a que el humus de lombriz además de tener una estructura fina, presenta alta disponibilidad de nutrientes que contiene por la mayor mineralización de esta materia orgánica.

Gráfico 02: Peso fresco de raíz (Kg/planta) para tratamientos.



Cuadro 13: Diámetro mayor de cabeza (cm)

| Tratamientos | Bloques | | | | Total | Promed . |
|----------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|----------|
| | I | II | III | IV | | |
| Estiérc. desc.vacuno + Micronut. | 20.00 | 18.00 | 18.00 | 19.00 | 75.00 | 18.75 |
| Estiérc. desc.vacuno | 15.00 | 15.00 | 14.00 | 15.00 | 59.00 | 14.75 |
| Estiérc. desc.cuy + Micronut. | 16.00 | 16.00 | 17.00 | 17.00 | 66.00 | 16.50 |
| Estiércol desc.cuy | 15.00 | 16.00 | 15.00 | 16.00 | 62.00 | 15.50 |
| Humus lombriz + Micronut. | 22.00 | 21.00 | 23.00 | 21.00 | 87.00 | 21.75 |
| Humus lombriz | 16.00 | 16.00 | 15.00 | 15.00 | 62.00 | 15.50 |
| Suelo agrícola (testigo) | 14.00 | 15.00 | 14.00 | 14.00 | 57.00 | 14.25 |
| Sumatoria | 118.00 | 117.00 | 116.00 | 117.00 | 468.00 | 16.71 |

Cuadro 14: ANVA para diámetro mayor de cabeza

| F. de V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|-------------|----|---------|-------------------|--------|--------|--------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Bloques | 3 | 0.286 | 0.095 | 0.176 | 0.0706 | 0.0230 | NS. NS. |
| Tratamiento | 6 | 169.714 | 28.286 | 52.412 | 2.6600 | 4.0100 | * * |
| Error | 18 | 9.714 | 0.540 | | | | |
| Total | 27 | 179.714 | CV = 4.40% | | | | |

Del cuadro 14 ANVA para diámetro mayor de cabeza, se desprende que, entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que la distribución de las repeticiones fue uniforme. Tanto al 95% y 99% de probabilidad; existe diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, lo que explica que los tipos de abonos orgánicos y micronutrientes fueron diferentes en diámetro mayor de cabeza del repollo. El coeficiente de variabilidad de 4.40 % refleja que los análisis de resultados de la investigación están dentro del rango de confiabilidad estadística.

Cuadro 15: Prueba Tukey para diámetro mayor de cabeza (cm)

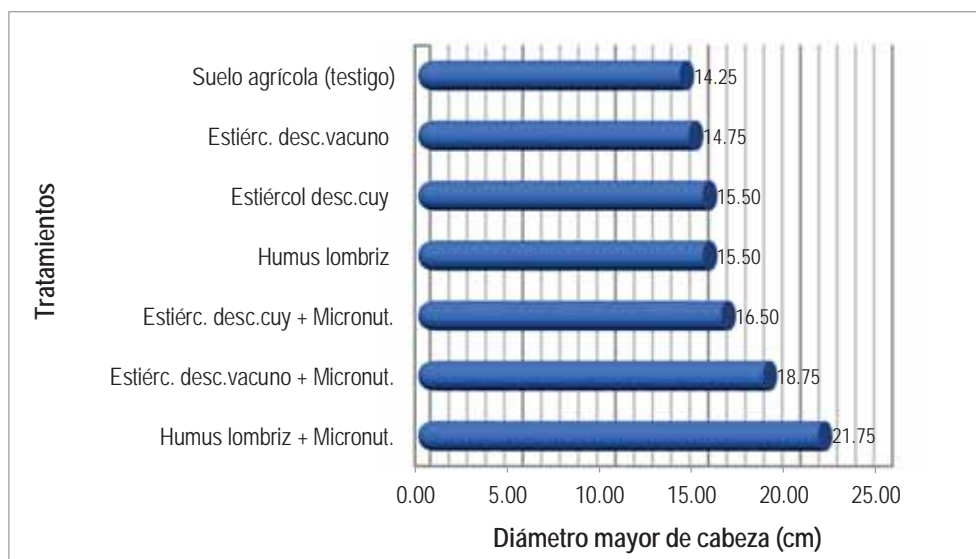
ALS_{5%}= 1.715

ALS_{1%}= 2.127

| Nº de Orden | Tratamientos | Diámetro mayor cabeza (cm) | Significación de Tukey | |
|-------------|---|----------------------------|------------------------|-----|
| | | | 5% | 1% |
| I | Humus lombriz + Micronutrientes | 21.75 | A | a |
| II | Estiércol descompuesto de vacuno + Micronutrientes. | 18.75 | B | b |
| III | Estiércol descompuesto de cuy + Micronutrientes | 16.50 | C | c |
| IV | Humus lombriz | 15.50 | c d | c d |
| V | Estiércol descompuesto de cuy | 15.50 | c d | c d |
| VI | Estiércol descompuesto de vacuno | 14.75 | d | c d |
| VII | Suelo agrícola (testigo) | 14.25 | d | d |

Del cuadro 15 de Prueba de Tukey para diámetro mayor de cabeza, se desprende que estadísticamente el tratamiento Humus de lombriz + Micronutrientes fue superior a los demás tratamientos con 21.75 cm, mientras que en suelo agrícola con 14.25 cm ocupó el último lugar; los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios. Esta superioridad se debe a que el humus de lombriz además de tener una estructura fina, presenta alta disponibilidad de nutrientes que contiene por la mayor mineralización de esta materia orgánica.

Gráfico 03: Diámetro mayor de cabeza (cm) para tratamientos.



Cuadro 16: Altura de planta (cm)

| Tratamientos | Bloques | | | | Total | Promed . |
|-------------------------------------|---------|--------|--------|--------|---------|----------|
| | I | II | III | IV | | |
| Estiérc. desc.vacuno + Micronut. | 45.00 | 48.00 | 48.00 | 47.00 | 188.00 | 47.00 |
| Estiérc. desc.vacuno | 46.00 | 46.00 | 45.00 | 45.00 | 182.00 | 45.50 |
| Estiérc. desc.cuy + Micronut. | 45.00 | 44.00 | 46.00 | 43.00 | 178.00 | 44.50 |
| Estiércol desc.cuy | 44.00 | 45.00 | 46.00 | 46.00 | 181.00 | 45.25 |
| Humus lombriz + Micronut. | 49.00 | 48.00 | 46.00 | 49.00 | 192.00 | 48.00 |
| Humus lombriz | 48.00 | 46.00 | 45.00 | 47.00 | 186.00 | 46.50 |
| Suelo agrícola (testigo) | 44.00 | 44.00 | 43.00 | 43.00 | 174.00 | 43.50 |
| Sumatoria | 321.00 | 321.00 | 319.00 | 320.00 | 1281.00 | 45.75 |

Cuadro 17: ANVA para altura de planta

| F. de V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|-------------|----|--------|-------------------|-------|--------|--------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Bloques | 3 | 0.393 | 0.131 | 0.089 | 0.0706 | 0.0230 | NS. NS. |
| Tratamiento | 6 | 56.500 | 9.417 | 6.431 | 2.6600 | 4.0100 | ** |
| Error | 18 | 26.357 | 1.464 | | | | |
| Total | 27 | 83.250 | CV = 2.64% | | | | |

Del cuadro 17 ANVA para altura de planta se desprende que, entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que la distribución de las repeticiones fue uniforme. Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, lo que explica que los tipos de abonos orgánicos y micronutrientes fueron diferentes en altura de planta del repollo. El coeficiente de variabilidad de 2.64 % refleja que los análisis de resultados de la investigación están dentro del rango de confiabilidad estadística.

Cuadro 18: Prueba Tukey para altura de planta (cm)

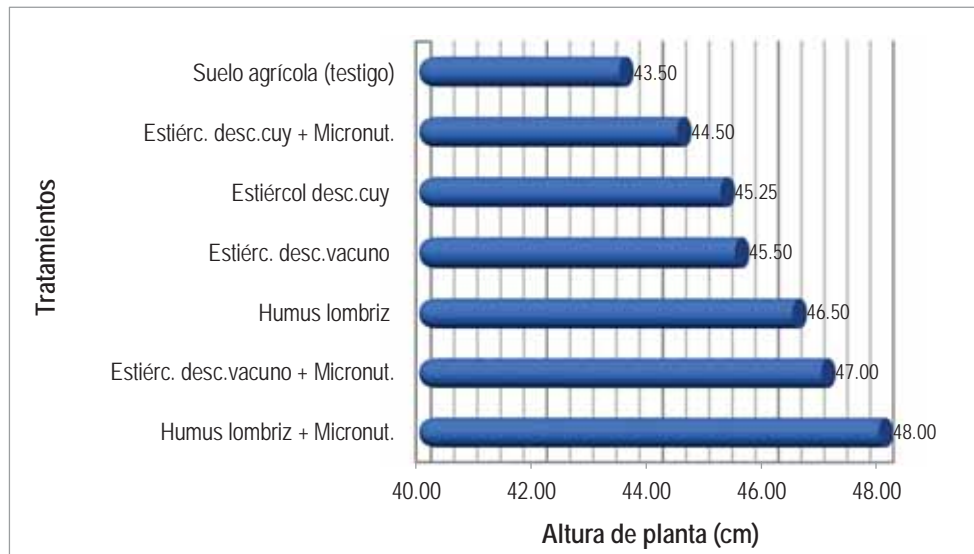
ALS_{5%}= 2.826

ALS₁
%= 3.503

| Nº de Orden | Tratamientos | Altura de planta (cm) | Significación de Tukey | |
|-------------|---|-----------------------|------------------------|-----|
| | | | 5% | 1% |
| I | Humus lombriz + Micronutrientes. | 48.00 | a | a |
| II | Estiércol descompuesto de vacuno + Micronutrientes. | 47.00 | a b | a b |
| III | Humus lombriz | 46.50 | a b | a b |
| IV | Estiércol descompuesto de vacuno | 45.50 | a b c | a b |
| V | Estiércol descompuesto de cuy | 45.25 | a b c | a b |
| VI | Estiércol descompuesto de cuy + Micronutrientes. | 44.50 | b c | a b |
| VII | Suelo agrícola (testigo) | 43.50 | c | b |

Del cuadro 18 de Prueba de Tukey para altura de planta, se desprende que estadísticamente el tratamiento Humus de lombriz + Micronutrientes fue superior a los demás tratamientos con 48.00 cm, mientras que en suelo agrícola con 43.50 cm ocupó el último lugar; los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios. Esta superioridad se debe a que el humus de lombriz además de tener una estructura fina, presenta alta disponibilidad de nutrientes que contiene por la mayor mineralización de esta materia orgánica.

Gráfico 04: Altura de planta (cm) para tratamientos.



Cuadro 19: Longitud de raíz (cm)

| Tratamientos | Bloques | | | | Total | Promed. |
|-------------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | I | II | III | IV | | |
| Estiérc. desc.vacuno + Micronut. | 24.00 | 25.00 | 24.00 | 24.00 | 97.00 | 24.25 |
| Estiérc. desc.vacuno | 24.00 | 25.00 | 24.00 | 25.00 | 98.00 | 24.50 |
| Estiérc. desc.cuy + Micronut. | 24.00 | 23.00 | 22.00 | 23.00 | 92.00 | 23.00 |
| Estiércol desc.cuy | 24.00 | 24.00 | 23.00 | 23.00 | 94.00 | 23.50 |
| Humus lombriz + Micronut. | 25.00 | 24.00 | 26.00 | 24.00 | 99.00 | 24.75 |
| Humus lombriz | 24.00 | 25.00 | 25.00 | 25.00 | 99.00 | 24.75 |
| Suelo agrícola (testigo) | 23.00 | 22.00 | 23.00 | 22.00 | 90.00 | 22.50 |
| Sumatoria | 168.00 | 168.00 | 167.00 | 166.00 | 669.00 | 23.89 |

Cuadro 20: ANVA para longitud de raíz

| F. de V. | GL | SC | CM | Fc | Ft | | Signif. |
|-------------|----|--------|-------------------|-------|--------|--------|---------|
| | | | | | 5% | 1% | |
| Bloques | 3 | 0.393 | 0.131 | 0.266 | 0.0706 | 0.0230 | NS. NS. |
| Tratamiento | 6 | 19.429 | 3.238 | 6.581 | 2.6600 | 4.0100 | ** |
| Error | 18 | 8.857 | 0.492 | | | | |
| Total | 27 | 28.679 | CV = 2.94% | | | | |

Del cuadro 20 ANVA para longitud de raíz se desprende que, entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que la distribución de las repeticiones fue uniforme. Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, lo que explica que los tipos de abonos orgánicos y micronutrientes fueron diferentes en longitud de raíz del repollo. El coeficiente de variabilidad de 2.94 % refleja que los análisis de resultados de la investigación están dentro del rango de confiabilidad estadística.

Cuadro 21: Prueba Tukey para longitud de raíz (cm)

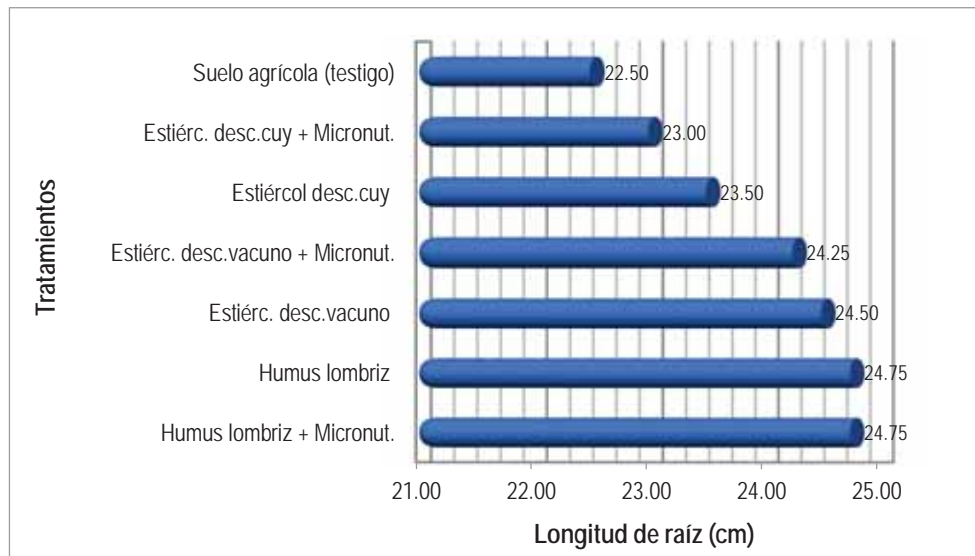
ALS_{5%}= 1.638

ALS_{1%}= 2.031

| Nº de Orden | Tratamientos | Longitud de raíz (cm) | Significación de Tukey | |
|-------------|---|-----------------------|------------------------|-----|
| | | | 5% | 1% |
| I | Humus lombriz + Micronutrientes. | 24.75 | a | a |
| II | Humus lombriz | 24.75 | a | a |
| III | Estiércol descompuesto de vacuno | 24.50 | a b | a b |
| IV | Estiércol descompuesto de vacuno + Micronutrientes. | 24.25 | a b | a b |
| V | Estiércol descompuesto de cuy | 23.50 | a b c | a b |
| VI | Estiércol descompuesto de cuy + Micronutrientes | 23.00 | b c | a b |
| VII | Suelo agrícola (testigo) | 22.50 | c | b |

Del cuadro 21 de Prueba de Tukey para longitud de raíz, se desprende que estadísticamente el tratamiento Humus de lombriz + Micronutrientes y Humus de lombriz cada uno con 24.75 cm fueron similar y superiores a los demás tratamientos, mientras que en suelo agrícola con 22.50 cm ocupó el último lugar; los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios. Esta superioridad se debe a que el humus de lombriz además de tener una estructura fina, presenta alta disponibilidad de nutrientes que contiene por la mayor mineralización de esta materia orgánica.

Gráfico 05: Longitud de raíz (cm) para tratamientos.



Cuadro N° 22. Número de días a la cosecha por tratamiento.

| Tipo Abonos orgánicos BLOQUES | TRATAMIENTOS | | | | | | |
|--|---|--|--|-------------------------------------|---|--------------------------------|--|
| | Estiércol desc.vacuno + Micronutrien tes (1) | Estiércol desc.vac uno (2) | Estiércol desc.cuy + Micronutrie ntes (3) | Estiércol desc.cuy (4) | Humus lombriz + Micronutri entes (5) | Humus lombriz (6) | Suelo agrícola (testigo) (7) |
| I | 122 | 120 | 121 | 120 | 123 | 120 | 119 |
| II | 121 | 120 | 120 | 121 | 122 | 123 | 118 |
| III | 122 | 123 | 121 | 121 | 122 | 122 | 120 |
| IV | 123 | 122 | 120 | 120 | 123 | 122 | 120 |
| PROMEDIO | 122 | 121.25 | 120.50 | 120.50 | 122.50 | 121.75 | 119.25 |

Del cuadro 22 de número de días a la cosecha del cultivo de repollo variedad White Boston por efecto de abonos orgánicos y micronutrientes se desprende que, el promedio de días oscila entre 119.25 a 122.50 días del trasplante a campo definitivo, lo que explica que solamente se observa una mínima diferencia aritmética entre los tratamientos, tal vez aduciendo que cuanto mayor es la disponibilidad de nutrientes mayor es el número de días a la cosecha y más que todo cuando hay mayor disponibilidad de elementos nitrogenados y humedad en la zona radicular de la planta.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

Conclusiones:

Para rendimiento:

En peso fresco de cabeza, por efecto de tipos de abonos orgánicos y micronutrientes son similares; notándose una ligera diferencia el tratamiento Humus de lombriz + Micronutrientes con 2.00 Kg/planta fue superior a los demás tratamientos, de los cuales el tratamiento Suelo agrícola o testigo que ocupó el último lugar con sólo 1.20 Kg/planta.

En peso fresco de raíz, el tratamiento Humus de lombriz + Micronutrientes fue superior a los demás tratamientos con 0.22 Kg/planta, mientras que en suelo agrícola con 0.16 Kg ocupó el último lugar.

Para comportamiento agronómico:

En diámetro mayor de cabeza, el tratamiento Humus de lombriz + Micronutrientes fue superior a los demás tratamientos con 21.75 cm, mientras que en suelo agrícola con 14.25 cm ocupó el último lugar.

En altura de planta, el tratamiento Humus de lombriz + Micronutrientes fue superior a los demás tratamientos con 48.00 cm, mientras que en suelo agrícola con 43.50 cm ocupó el último lugar.

En longitud de raíz, el tratamiento Humus de lombriz + Micronutrientes y Humus de lombriz cada uno con 24.75 cm fueron similar y superiores a los demás tratamientos, mientras que en suelo agrícola con 22.50 cm ocupó el último lugar.

En número de días a la cosecha, el promedio de días oscila entre 119.25 a 122.50 días del trasplante a campo definitivo.

Sugerencias:

1. La investigación debe repetirse en otras condiciones edafoclimáticas.
2. Realizar más experimentos incluyendo abonos orgánicos procedentes de otros animales domésticos: gallinas, cerdos y equinos.
3. Comparar rendimiento del cultivo incluyendo otras variedades de repollo.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. **GARCÍA ELMORE, A. (1995).** Agroenfoque. Revista para el Desarrollo Agropecuario Agroindustrial. Lima – Perú. Año X.
2. **GUERRERO, B., J. (1993).** Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico del suelo. Edición Re de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. RAAA. Lima – Perú.
3. **INSTITUTO DE DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE - IDMA. (1993).** La lumbricultura. Programa de Desarrollo de Lurín. Lima – Per.
4. **INSTITUCIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA -INITA. (2002).** Colección de semillas de col-repollo del centro de conservación y mejora del agro diversidad Valenciana. Madrid-España.
5. **JARAMILLO, E. J. (2006).** El cultivo de Crucíferas. Manual técnico N° 20. CORPOICA- Colombia.
6. **LA TORRE, S. J. (2002).** Abonamiento orgánico en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea L. variedad capitata*) bajo condiciones de la comunidad campesina de Tambohuaylla Lares- Calca- Cusco. Tesis presentada para optar el título de Ingeniero Agrónomo K'ayra – Cusco.
7. **MAROTO, N. (1986).** Horticultura herbácea especial. 2da. edición. Mundo - prensa. Madrid.
8. **MERMA, M. I. (1980).** Rendimiento de tres variedades de repollo con tres niveles de fertilización en Ollantaytambo (*Brassica oleracea L. var. Capitata*)_Tesis presentada para optar el grado de Ingeniero Agrónomo K'ayra – Cusco.
9. **PLETSCH, R. (2006).** Cultivo de repollo. Ediciones INTA. Corrientes- Argentina.
10. **SANCHEZ, C. (2011).** Abonos Orgánicos y Lumbricultura. Primera Edición, Editorial Ripalme, Lima-Perú.
11. **SIURA y UGAS, R. (2006).** Programa de horticultura. Universidad Nacional Agraria La Molina. Edición EdiAgraria.

12. **VALENCIA, A. (1999).** Cultivo de hortalizas de hoja: Coliflor y Lechuga
INIA 147.
13. **VITORINO FLOREZ, BRAULIO. (1993).** Lumbricultura práctica. UNSAAC –
K'ayra. Cusco – Perú.
14. **ZIRENA, D. JOSÉ. (1998).** Elementos de plásticos y Oligoelementos.
Universidad Nacional Técnica de Cajamarca.
15. **www.gardencenterejea.**
16. **<http://www.com.pe/nutrici%C3%B3nvegetaldeespecialidad/informaci%C3%B3nporcultivos/pepino.aspx#tabs-2>.** Principales nutrientes del cultivo de pepino

ANEXOS

ANEXO 01. Panel de fotografías durante la conducción del cultivo de repollo.

Fotografía 09. Almacigo de repollo en plena emergencia.



Fotografía 10. Cultivo de repollo var. White Boston a 30 días de trasplante.



Fotografía 11. Investigador registrando la evaluación de variables del trabajo de tesis.



Fotografía 12. Tesista mostrando cabezas de repollo var. White Boston durante la cosecha.



ANEXO 02. Resultados de análisis en Laboratorio de Suelos

2.1. Suelo agrícola

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD 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 K'ayra - Cusco.

SOLICITANTE : **WILLIAM TAIBE ANCCASI**

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 | 0.34 | 7.15 | 1.37 | 0.068 | 15.00 | 69 |

ANÁLISIS MECÁNICO:

| Nº | CLAVE | ARENA % | LIMO % | ARCILLA % | CLASE TEXTURAL |
|----|-------------------|------------|-----------|--------------|-------------------|
| 01 | Suelo Agrícola | 41 | 42 | 17 | FRANCO |

Cusco – K'ayra, 15 setiembre del 2016.

2.2. Humus de lombriz

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

TIPO DE ANÁLISIS : Fertilidad.
PROCEDENCIA MUESTRA : Centro Agronómico K'ayra - Cusco.
SOLICITANTE : **WILLIAM TAIPE ANCCASI**

ANÁLISIS DE FERTILIDAD:

| Nº | CLAVE | C.E. mmhos/cm | pH | M.O. % | N TOTAL % | P₂O₅ Ppm | K₂O ppm |
|-----------|------------------|--------------------------------|-----------|-------------------------|----------------------------|---|-------------------------------------|
| 01 | Humus de lombriz | 2.40 | 7.12 | 24.00 | 1.20 | 18 | 66 |

Cusco – K'ayra, 15 setiembre del 2016.

2.3. Estiércol descompuesto de cuy

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

TIPO DE ANÁLISIS : Fertilidad.

PROCEDENCIA MUESTRA : Centro Agronómico K'ayra - Cusco.

SOLICITANTE : **WILLIAM TAIPE ANCCASI**

ANÁLISIS DE FERTILIDAD:

| Nº | CLAVE | C.E. mmhos/cm | pH | M.O. % | N TOTAL % | P₂O₅ Ppm | K₂O ppm |
|-----------|----------------------------------|--------------------------------|-----------|-------------------------|----------------------------|---|-------------------------------------|
| 01 | Estiércol descompuesto cuy | 1.40 | 6.90 | 18.00 | 0.90 | 16 | 55 |

Cusco – K'ayra, 15 setiembre del 2016.

2.4. Estiércol descompuesto de vacuno

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

TIPO DE ANÁLISIS : Fertilidad.

PROCEDENCIA MUESTRA : Centro Agronómico K'ayra - Cusco.

SOLICITANTE : **WILLIAM TAIPE ANCCASI**

ANÁLISIS DE FERTILIDAD:

| Nº | CLAVE | C.E. mmhos/cm | pH | M.O. % | N TOTAL % | P₂O₅ Ppm | K₂O ppm |
|-----------|-------------------------------------|--------------------------------|-----------|-------------------------|----------------------------|---|-------------------------------------|
| 01 | Estiércol descompuesto vacuno | 2.50 | 7.00 | 16.00 | 0.80 | 15 | 58 |

Cusco – K'ayra, 15 setiembre del 2016.

ANEXO 03. Niveles críticos de interpretación de resultados de análisis de suelos

| NIVEL FERTILIDAD SUELO | M.O. % | N TOTAL % | P ₂ O ₅ ppm | K ₂ O Ppm | |
|------------------------|-----------|--------------|--------------------------------------|-------------------------|----------|
| | | | | pH < 6.5 | pH > 6.5 |
| BAJO | < 2 | < 0.1 | < 20 | < 60 | < 90 |
| MEDIO | 2 - 4 | 0.1 – 0.2 | 20 - 40 | 60 -120 | 90 - 180 |
| ALTO | > 4 | > 0.2 | > 40 | >120 | > 180 |

Fuente: Laboratorio de Suelos del CISA – FCA. 2016