

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



**CONTRIBUCIÓN DE DOLOMITA Y HUMUS DE LOMBRIZ EN LA
PRODUCCIÓN DE REPOLLO (*Brassica oleracea* L. variedad
capitata) CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA – CUSCO**

**Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias
Agrarias: EMERSON AVELINO PAÑO ANCASI,
para optar al Título Profesional de INGENIERO
AGRÓNOMO**

Asesor:

Mgt. DORIS FLOR PACHECO FARFÁN

Patrocinador:

**Centro de Investigación en Suelos y Abonos-
CISA**

K'AYRA –CUSCO – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A **DIOS** por hacer de mí una obra magistral, por darme la perseverancia, fortaleza, para culminar mis estudios y sueños.

Dedico este trabajo a mi padre **Ernesto Paño Conza** por hacer de mí una gran persona y haber sido un apoyo en todo momento.

A mi Madre **Eulogia Ancasi Quispe** por darme la vida y acompañarme durante mis alegrías y tristezas.

A mis hermanos **Édison, Ernesto, Erika, Edwuar y Reynaldo** que siempre estaban a mi lado en este reto más importante de mi vida.

AGRADECIMIENTO

- A mi alma mater, la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por formar y desarrollarme profesionalmente, donde pasaron generaciones de intelectuales y maestros de gran trayectoria.
- Agradezco a los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias y en especial de la Escuela Profesional de Agronomía quienes contribuyeron en mi formación académica que será la base del desempeño y ejercicio profesional.
- Al Mgt. Arcadio Calderon Choquechambi, a quien agradezco de manera especial con muchísima gratitud y afecto especial por el tiempo, paciencia, consejos y apoyo en la transmisión de sus conocimientos y experiencias, en la guía para la realización de este trabajo de investigación.
- Mi profundo agradecimiento a mi asesora Mgt. Doris Flor Pacheco Farfán por su apoyo incondicional para la realización del presente trabajo de investigación.
- A mi compañera de estudios Lizbeth Roxana Tintaya Mamani, que me dio ánimo y fuerzas para culminar este trabajo de investigación.
- A mis amigos y compañeros de estudio: Grober Ccahuana Corrales, Angel Choque, Norka Huancahuiri, y los compañeros de estudio de K'ayra; con quienes compartimos las aulas llenas de alegría, tristeza, éxitos y diversiones que siempre lo tendré presente.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN	vii
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Identificación del problema objeto de investigación	2
1.2. Planteamiento del problema	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	4
2.1. Objetivo general	4
2.2. Objetivos específicos	4
2.3. Justificación.....	5
III. HIPÓTESIS	6
3.1. Hipótesis general	6
3.2. Hipótesis específicos	6
IV. MARCO TEÓRICO	7
4.1. Cultivo de repollo	7
4.1.1. Origen	7
4.1.2. Nombres comunes.....	7
4.1.3. Historia del repollo	7
4.1.4. Distribución del repollo.....	8
4.1.5. Posición taxonómica del repollo.....	8
4.1.6. Variedades.....	9
4.1.7. Características botánicas.....	9
4.1.8. Composición química.....	11
4.1.9. Fertilización del cultivo de repollo	11
4.1.10. Clima y suelo para el cultivo de repollo.....	12
4.1.11. Características de la semilla	12
4.1.12. Métodos de siembra	13
4.1.13. Fenología	13
4.1.15. Trasplante.....	14
4.1.16. Momento de la cosecha.....	15

4.1.17. Comercialización.....	15
4.1.18. Descripción de la variedad de repollo en estudio Corazón de buey ..	15
4.2. Dolomita	17
2.2.1. Origen de la dolomita.....	17
2.2.2. Características de la dolomita.....	17
4.2.3. Dolomita en la agricultura	17
4.2.4. Composición química.....	18
4.2.5. Usos y aplicaciones	18
4.2.6. Consejos de aplicación	19
4.3 El pH del suelo agrícola	19
4.3.1 La acidez total del suelo	19
4.3.2. Influencia del pH del y sus consecuencias en el suelo	20
4.4. Humus de lombriz	21
4.4.1 Propiedades del humus de lombriz.....	21
4.4.2 Contenido de nutrientes.....	22
4.4.3. Composición química.....	23
4.4.4. Ventajas de su utilización	24
4.4.5. Características	25
4.4.6. Calidad.....	26
4.4.7. Uso del “humus de lombriz”	26
4.4.8. Oferta de “humus de lombriz”	27
4.4.9. Época de aplicación del humus	27
4.5. Cantidad de humus de lombriz a aplicar	28
4.5.1. Aplicación de mezcla con abonos químicos	28
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	29
5.1. Tipo de investigación.....	29
5.2. Ubicación espacial	29
5.2.1. Ubicación geográfica en coordenadas UTM (WGS 84)	29
5.2.2. Ubicación política.....	29
5.2.3. Ubicación hidrográfica	29
5.2.4. Ubicación ecológica	30
5.3. Ubicación temporal.....	30
5.3.1. Límites	30
5.3.2. Accesibilidad.....	30
5.4. Materiales y métodos	30

5.4.1. Material experimental.....	30
5.4.2. Historial del campo experimental.....	30
5.4.3. Muestreo y análisis del suelo.....	31
5.4.4. Análisis del humus de lombriz y dolomita.....	31
5.4.5. Otros materiales, equipos y herramientas.....	31
5.5. Métodos.....	32
5.5.1 Diseño experimental.....	32
5.5.2. Variables e indicadores.....	33
5.5.3. Dimensiones del campo experimental:.....	33
5.5.4. Conducción del experimento.....	36
5.5.5. Evaluación de variables.....	40
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	66
7.1 CONCLUSIONES.....	66
7.2 SUGERENCIAS.....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS.....	71

RESUMEN

El presente de trabajo de investigación titulado “CONTRIBUCION DE DOSIS DE DOLOMITA Y HUMUS DE LOMBRIZ EN LA PRODUCCION DE REPOLLO (*Brassica oleracia* L. variedad capitata) CENTRO AGRONOMICO K'AYRA-CUSCO”; se realizó durante el periodo 2016 y 2017, en las instalaciones del Centro de Investigación en Suelos y Abonos de la Facultad de Ciencias Agrarias; cuyos objetivos específicos fueron; Determinar el rendimiento: Peso de la cabeza, y comportamiento agronómico: Diámetro de cabeza, longitud de cabeza, altura de planta y longitud de raíz del cultivo de repollo.

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

Las conclusiones a la que se llegó fueron:

- En el peso de cabeza el tratamiento de 0.75 t/ha de dolomita x 6 t/ha de humus de lombriz con 148.600 t/ha fue superior a los demás tratamientos.
- En diámetro de cabeza el tratamiento 0.75 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz con 22. 697 cm fue superior a los demás tratamientos.
- En longitud de raíz principal el tratamiento 0.75 t/ha de dolomita X6 t/ha de humus de lombriz con promedio 23.513 cm, es superior a los demás tratamientos.
- En longitud de cabeza el tratamiento 0.75 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz con 33.850 cm es superior a los demás tratamientos.
- En altura de planta de repollo el tratamiento 1 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz con 46.025 cm, es superior a los demás tratamientos.

INTRODUCCIÓN

El uso de fertilizantes químicos en la producción agrícola, está ocasionando entre otros la acidez y salinidad de los suelos, y como resultado la baja producción no sólo en repollo, sino en los cultivos en general; también entre otros la falta de conocimiento en el uso de abonos orgánicos de parte de nuestros agricultores están tornando a la agricultura en insostenible cuyas consecuencias las sufrirán las futuras generaciones.

El uso del humus de lombriz, es una alternativa viable para implementar en una agricultura orgánica sostenible; pues los rastrojos verdes de malezas, estiércol de ganado vacuno, ovino, cuy y aves de corral son materias primas que hay en cantidad en el campo, los que primeramente pasan por un proceso de descomposición aeróbica y luego ser finamente transformados en humus.

El repollo, 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 enfermedades de la piel; otras propiedades del repollo podemos destacar el alto contenido en azufre y cloro, relativamente un alto porcentaje de yodo las cuales tienen maravillosas propiedades en la limpieza intestinal, problemas de las cuales sufre nuestra población y más los niños tanto de la zona rural como urbana de nuestro región.

El autor.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

El repollo (*Brassica oleracea var. capitata*) es una especie hortícola que se ha cultivado desde varios siglos atrás y tiene una importancia en la dieta alimentaria de la población humana y cuyo propósito es lograr alta producción y sana, principalmente en la región del Cusco; sea como fuente de proteína, energía o vitamina.

Al incrementar el uso de fertilizantes químicos en los suelos, éstos están perdiendo su fertilidad, y están limitando la producción de hortalizas sobre todo el repollo, que requiere grandes cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio para su producción. Así se puede ver que los agricultores están recurriendo al uso de fertilizantes como la urea, el fosfato di amónico y otros para elevar el rendimiento de peso fresco de cabeza del repollo, sin saber que el uso excesivo de estos fertilizantes traerá problemas de acidificación, salinización, disminución de la población de macro y micro fauna, así como de macro y micro flora, las cuales en un futuro limitaran la producción de hortalizas entre ellas el repollo. Su información es muy escasa; es decir, no existe referencias del efecto de dolomita, así como del humus de lombriz combinados, en el peso fresco de cabeza, diámetro de cabeza, longitud de cabeza, y longitud de raíz; razón que es importante contar con resultados que permitan ser la base para una alternativa de tecnología de esta especie hortícola.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo es la contribución de cuatro dosis de dolomita y dos dosis de humus de lombriz en la producción del cultivo de repollo (*Brassica oleracea L. Var. capitata*) en condiciones de campo del Centro Agronómico K'ayra - Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuánto es el rendimiento del repollo: peso fresco de cabeza, por efecto de cuatro dosis de dolomita y dos dosis de humus de lombriz?
- b. ¿Cómo es el comportamiento agronómico: diámetro de cabeza, longitud de cabeza, altura de planta y longitud de raíz del repollo, por efecto de cuatro dosis de dolomita y dos dosis de humus de lombriz?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la contribución de cuatro dosis de dolomita y dos dosis de humus de lombriz en la producción del repollo (*Brassica oleracea L. Var. capitata*) en condiciones de campo del Centro Agronómico K'ayra - Cusco.

2.2. Objetivos específicos

- a. Determinar el rendimiento del repollo: peso fresco de cabeza, por efecto de cuatro dosis de dolomita y dos dosis de humus de lombriz.

- b. Evaluar el comportamiento agronómico: diámetro de cabeza longitud de cabeza, altura de planta y longitud de raíz del repollo, por efecto de cuatro dosis de dolomita y dos dosis de humus de lombriz.

2.3. Justificación

Es de suma importancia determinar el efecto de las cuatro dosis de dolomita y las dos dosis de humus de lombriz en el cultivo de repollo, porque nos permitirá conocer las propiedades de este material encalante ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) y la influencia del humus de lombriz que permite un incremento en el rendimiento, del cultivo de repollo; conocer este efecto nos permitirá poner en práctica el uso de del material encalante junto al humus de lombriz en cultivos hortícolas, frutícolas, cultivos tradicionales como el maíz, papa, haba y forestales. Pero muy especialmente con la producción de repollo, el agricultor se beneficiará económicamente por ser uno de los ingresos que constantemente se cultiva en la zona de influencia del Centro Agronómico K'ayra.

Las variables del comportamiento agronómico como diámetro de cabeza, longitud de raíz, altura de planta y longitud de cabeza, permitirán determinar si el material encalante y el humus de lombriz, este último preparado a partir de estiércol de vacuno ejerce efectos positivos, sobre estas variables en estudio del cultivo de repollo, en el Centro Agronómico K'ayra. Además, la producción rendimiento del cultivo de repollo beneficiara socialmente a los horticultores, en razón de que da ocupación laboral a hombres, mujeres, niños y hasta ancianos, en la ejecución de labores de mantenimiento del cultivo y comercialización del producto final en los mercados locales y regionales.

Por otra parte, podrían recomendarse como enmiendas que mediante la variación de pH en el sustrato podría influir en el rendimiento y comportamiento agronómico del cultivo de repollo.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

El efecto de la contribución de cuatro dosis de dolomita y dos dosis de humus de lombriz en la producción de repollo (*Brassica oleracea L. Var. capitata*) en condiciones de campo del Centro Agronómico K'ayra- Cusco, es variable.

3.2. Hipótesis específicos

- a. El rendimiento del repollo, varía de acuerdo a las dosis de pH, como enmienda de dolomita sobre el sustrato orgánico como el humus de lombriz que estos cultivos tienden a pH ácido cuando hay excesos de ácidos orgánicos.
- b. Es variable, el comportamiento agronómico del repollo, por efecto de cuatro dosis de dolomita y dos dosis de humus de lombriz por las reacciones químicas entre los iones de las enmiendas y sustrato tierra.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Cultivo de repollo

4.1.1. Origen

Yamaguchi, citado por Carrillo, E. (1996), dice que la palabra col es de origen inglés, derivado del Anglosajón *cal*, *cawl*, *cawell*, o de la antigua, Noruega, ambos originados probablemente del Latín, “*caulis*”. Los tipos silvestres de ***Brassica oleracea* Var. *silvestris*** fueron encontrados creciendo a lo largo de la costa del mar mediterráneo. Es asumido que las coles son originarias de la Europa occidental.

Maroto, J. (2002), refiere que su origen es muy variado, encontrándose formas silvestres en lugares tan dispersas como Inglaterra, Francia y Grecia, aunque siempre en zonas litorales y costeras.

Jaramillo, J. (2006), indica que es una planta originaria de Europa (Inglaterra, Dinamarca, Francia, España, Holanda), Asia Occidental y las costas del Mediterráneo.

4.1.2. Nombres comunes

- ***Brassica oleracea* L.var. *capitata***
- Español: Col, col blanca, repollo.
- Inglés: Early Crop cabbage, cabbage
- Francés: Chou pommé blanc
- Portugués: Repolho
- Alemán: Weisskohl
- Italiano: Cavolo bianco
- Holandés: Wittekool.

4.1.3. Historia del repollo

Bolea, citado por Carrillo, E. (1996), dice que en más de 4000 años de cultivo, las hibridaciones fortuitas o deseadas y la selección han modificado completamente los caracteres del tipo primitivo. Solo las personas familiarizadas con la botánica pueden reconocer el antepasado de las coles cultivadas, planta que vegeta sobre acantilados, cántabros, y las rocas calcáreas del mediterráneo.

Montes, A. y Holle. (1972), refieren que el cultivo de repollo probablemente proviene del noreste de Europa, la costa norte del mediterráneo y quizás del Asia menor (De Candolle 1855), Madruger (1035), indican que en el norte de África también encontró coles en estado silvestre. Parece que los celtas que invadieron tierras mediterráneas distribuyeron del lugar (600 a.c). El predominio Céltico fue tan grande que ha influenciado el nombre en latín “Brassica” que significa col o repollo. Jackes Cartier (navegante y explorador francés) introdujo coles en Norteamérica en 1541-1542.

4.1.4. Distribución del repollo

Valencia, L. (1995), dice 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. Su producción está orientada al consumo interno, es aceptado en los distintos sectores de la sociedad llegando a ser un alimento esencial, para la mayoría de la población ya que está al alcance de la economía de todos.

4.1.5. Posición taxonómica del repollo

Según el sistema de clasificación filogenética de las plantas, propuesta por **A. Cronquist** en 1979, citado por **Merma, I. (1980)**, el repollo corresponde a:

REYNO	Plantae
DIVISIÓN	Magnoliophita
CLASE	Magnoliopsida
ORDEN	Capparales
FAMILIA	Brassicaceae
GÉNERO	Brassica
ESPECIE:	Brassica oleracea L. var. capitata
NOMBRE COMUN:	Repollo, col.

4.1.6. Variedades

INITA. (2002), indica que existen numerosas variedades clasificadas en grupos de acuerdo a la forma y consistencia de la cabeza y de las que la forman. Existen los siguientes grupos:

Repollos de hoja lisa: Aquellas variedades que forman cabezas compactas de hojas lisas y orbiculares. Es el repollo más común, caracterizado por sus hojas lisas de diferente intensidad de color verde. Las hojas exteriores son de coloración más intensa que las hojas internas. Existen numerosas variedades como: Golden Acre, Quintal, **Corazón de buey**, Charleston Wakefield, Green Express, etc. Existen también numerosas variedades híbridas como: Flash, Fortuna, Granada, Green Boy, Hermes, etc.

Repollo de hoja rizada: Estos repollos se caracterizan por formar 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. En el mercado se encuentran variedades de distintas formas, tamaños y precocidad como col de Milán o tipo Savoy (Savoy Chieftain, Savoy y Savoy Perfection).

Repollo de hoja morada: Se caracterizan por presentar hojas lisas y de color morada, especialmente en las hojas que forman la cabeza. Las variedades más conocidas son: Red Acre, Red Rock, Mammoth Red Rock.

También existen variedades híbridas como Early Red, Roxy y Ruby Ball.

4.1.7. Características botánicas

Jaramillo, J. (2006), refiere respecto a:

Raíz: La planta forma una raíz principal llamada pivote que penetra considerablemente en el suelo y cuya finalidad primordial es servir de anclaje a la planta, de esta raíz pivotante se deriva un sistema secundario o fasciculado, para la obtención de agua y nutriente. El 80% de las raíces se encuentra entre 5 y 30 cm de profundidad.

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

Hojas: Alternas simples, sin estípulas, con frecuencia lobuladas de color verde glauco o rojizas, de bordes ligeramente aserradas forma más o menos oval y en el caso de la coles de Milán repollo Savoy, ásperas al tacto y aspecto rizado.

Cabeza: Como consecuencia de 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 movilizaran para la alimentación de la planta necesario para la emisión del tálamo floral.

Flores: Las flores se forman generalmente en racimos terminales las cuales se desarrollan a partir del tallo principal. Son de color amarillas, hipóginas, compuestas de cuatro sépalos 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 cabezuela, un ovario súpero con dos celdas oviales y un óvulo 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 es una cápsula 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 fisiológica, para la dispersión natural de las semillas.

Semilla: El repollo produce una semilla pequeña, con cerca de 1/16 de pulgadas de diámetro, de forma globular, superficie lisa y de tonalidades cafés en su completa madurez.

4.1.8. Composición química

CUADRO N° 01. Composición química del repollo (Por 100 g de parte comestible)

COMPONENTES	COL O REPOLLO COMUN	COL O REPOLLO ROJO	COL DE MILAN O TIPO SAVOY
Agua (%)	92.40	90.20	92.00
Proteínas (g)	1.30	2.00	2.40
Grasas (g)	0.20	0.20	0.20
Hidratos de carbono totales (g)	5.40	6.90	4.60
Fibra (g)	0.80	1.00	0.80
Cenizas (g)	0.70	0.70	0.80
Calcio (mg)	49.00	42.00	67.00
Fosforo (mg)	29.00	35.00	54.00
Hierro (mg)	0.40	0.80	0.90
Sodio (mg)	20.00	26.00	22.00
Potasio (mg)	233.00	268.00	269.00
Vitamina A (UI)	130.00	40.00	200.00
Tiamina (mg)	0.05	0.09	0.05
Riboflavina (mg)	0.05	0.06	0.08
Ácido ascórbico (mg)	47.00	61.00	55.00
Niacina (mg)	0.30	0.40	0.30
Valor energético (cal)	24.00	31.00	24.00

Fuente: Maroto, J. (2002).

4.1.9. Fertilización del cultivo de repollo

Siura y Ugas, R. (2006), manifiestan que este cultivo requiere de un buen suministro de nitrógeno, principalmente la cantidad total es de 150 Kg de nitrógeno y la aplicación es en dos momentos: de 10 a 15 días después del trasplante, y en un segundo momento 15 a 20 días después de la primera aplicación.

Guevara, M. (1974), indica que es necesario hacer el abonamiento de acuerdo al análisis químico de fertilidad del terreno a cultivar. En el momento de preparar el terreno se incorpora el estiércol o compost, de 15 t/ha – 20 t/ha y la segunda a los

15 días después del trasplante, se fertiliza con abonos minerales radicales, según el resultado de análisis de fertilidad del suelo.

Zirena, J. (1998), dice que el nivel de extracción de este cultivo es de 300-85-350 (N-P-K), y por lo alto nivel de extracción se recomienda realizar las aplicaciones de los fertilizantes de acuerdo al resultado de análisis del suelo.

Maroto, J. (2002), dice que las extracciones de las coles son variables según los cultivares y los rendimientos obtenidos, como se indica en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 02. Extracción de nutrientes de las variedades de repollo

RENDIMIENTO t/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	VARIEDAD-FUENTE
70	250	90	300	REPOLLO BLANCO
50	300	85	350	REPOLLO ROJO
50	250	85	250	REPOLLO VERDE
35	250	84	250	REPOLLO DE MILAN

Fuente: Maroto, J. (2002).

4.1.10. Clima y suelo para el cultivo de repollo

Maroto, J. (2002), refiere lo siguiente:

Clima: Son plantas de gran adaptabilidad climática. En términos generales se adoptan mejor a ambientes húmedos, siendo muy sensibles a la sequía. En lo referente a temperatura vegetan óptimamente con temperaturas diurnas de 13C° - 18C° y nocturnas de 10C° - 12C°, algunas variedades de invierno pueden resistir hasta -10C°. En la floración prematura intervienen, el genotipo de las variedades y diversos factores como las bajas temperaturas y sequias.

Suelo: Este cultivo se adapta bien, a terrenos ricos de textura media y arcillosa que retengan buena humedad, pero sin presentar problemas de encharcamiento. No le favorecen los suelos ácidos por eso se aplicó dolomita, sobre todo porque 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.

4.1.11. Características de la semilla

La Torre, J. (2002), dice que la semilla debe tener todas las características propias de la variedad como: Precocidad, color, tamaño, estar libre de impurezas (semillas

extrañas u otros), tener buen poder germinativo, (no menor al 75%), sana (libre de enfermedades) y de buena calidad, se considera que la duración del poder germinativo de la semilla de repollo, alcanza aproximadamente 2-3 años en condiciones óptimas, de ahí la importancia de utilizar semillas frescas.

La cantidad de semilla/ha depende del sistema de siembra, siendo de 1 Kg/ha para sembrío directo y de 0.5 Kg/ha para sembrío indirecto o por almácigo.

4.1.12. Métodos de siembra

Maroto, J. (2002), menciona que existen dos métodos de siembra:

Método directo: Se realiza en el campo definitivo para lo cual se utiliza 2 Kg/ha de semilla con dos semillas por golpe y se realiza por raleo si es necesario cuando la planta tenga de 10 a 15 cm de altura, el distanciamiento depende de la variedad.

Método indirecto: Tradicionalmente la siembra se realiza en almacigueras que se llevaran a cabo en camas de 1.5 m – 2 m de ancho y 10 m de largo. La siembra suele hacerse al voleo, empleándose entre 2 y 3 gramos de semilla por metro cuadrado y pudiéndose contar con una producción media de 200 a 300 plantas por metro cuadrado de almacigueras.

4.1.13. Fenología

Jaramillo, J. (2006), indica que, durante el ciclo biológico del cultivo, se observan los siguientes estados de desarrollo del ápice de crecimiento del repollo.

- Etapa de semillero (Vo)

Se extiende desde la siembra de la semilla hasta el trasplante y comprende el estado de cotiledón, en que todavía no están presentes las hojas verdaderas y el de la plántula, cuando presenta cinco hojas verdaderas.

- Etapas de establecimiento o postransplante (V1)

Comprende desde la etapa de trasplante cuando las plantas tienen entre seis y ocho hojas, hasta el estado de 9 a 12 hojas, al final de esta etapa, la base del tallo es todavía visible cuando la planta es vista desde arriba y los peciolos de las hojas son alargados.

- **Etapa de preformación de la cabeza (R1)**

Comprende dos etapas de crecimiento uno es el de preformación de la copa, que se extiende desde el fin de la etapa anterior hasta el momento en que la base del tallo y de las hojas están ocultas cuando la planta es vista desde arriba. En este estado los peciolo de las hojas son cortos, las hojas del corazón crecen en forma vertical y son visibles sin tener que mover las hojas circundantes. El total de hojas en este estado oscila entre 13 y 19; la etapa de formación de la copa se inicia cuando la copa tiene 20 hojas hasta alcanzar 26. Aquí las hojas más profundas del corazón que crecen todavía en forma vertical están ya ocultas por las hojas circundantes, todas las hojas producidas durante esta etapa llegarán más tarde a ser las hojas exteriores que no tocan la cabeza en la planta madura.

- **Etapa de formación de cabeza (R2)**

Esta etapa comprende un estado temprano de formación de cabeza, que se inicia cuando esta tiene 5 u 8 cm de diámetro. En este estado las hojas internas del corazón se desarrollan rápidamente, formando una estructura semejante a una bola de hojas superpuestas, rodeadas por las hojas más circundantes, las cuales no ejercen presión contra la cabeza en desarrollo, llamada también el estado de llenado de la cabeza, cuando esta tiene entre 8 a 15 cm de diámetro, todavía sin una consistencia firme, la presión hacia afuera la ejercen las hojas que se van formando en el corazón; finalmente, comprende el estado de madurez, cuando la cabeza adquiere la máxima dureza y tamaño de aproximadamente 12 a 18 cm al final de esta etapa, la cabeza adquiere la consistencia ideal y está lista para cosechar.

4.1.14. Endurecimiento

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

4.1.15. Trasplante

Maroto, J. (2002), dice que se realiza a los 40 – 45 días después de la siembra, efectuándose a raíz desnuda y en seco, sobre surcos separados entre 0.50 m –

0.80 m y dejando entre plantas una distancia de unos 0.40 m. Inmediatamente después del trasplante se procede a realizar el riego de plantación.

4.1.16. Momento de la cosecha

Siura y Ugas, R. (2006), indican que cuando las cabezas están bien cerradas, de buen tamaño y estén compactas. La cosecha se realiza a los 70 a 100 días después del trasplante, dependiendo de las características de la variedad.

4.1.17. Comercialización

El precio del repollo varía de acuerdo al tamaño, calidad, y época del año. Existen factores que determinan la calidad como son características internas (sabor aroma y textura de las cabezas) y características externas (color, golpes o raspaduras, frescura libres de polvo y residuos de cosecha, etc.). La venta en el mercado generalmente se realiza por unidades, tajadas o por peso en Kg.

4.1.18. Descripción de la variedad de repollo en estudio Corazón de buey

Merma, I. (1980), dice que en un estudio realizado en Ollantaytambo el año de 1980, donde utilizó un distanciamiento de 0.40 m x 0.80 m con nivel de fertilización de 100-75-50 (nitrato de amonio, superfosfato triple y cloruro de potasio), obtuvo un rendimiento de 34.896 t/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), refiere que bajo las condiciones de Lares – Calca, indica que a un distanciamiento de 0.40 m x 0.80 m y un nivel de fertilización de 128-54-144 (N, P, K), el rendimiento es de 22.78 t/ha. Con diámetro promedio de cabeza de 13.25 cm y una altura promedio de 21.21 cm.

www.gardencenterejea, indica que es una variedad precoz de color verde, más oscuro en el haz que en el envés, forma de cabezas muy compactos, posee gran resistencia a la subida de flor, con maduración a los 67 a 70 días después del 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 3 g/m² con lo que se obtiene unas 400 plantas. El trasplante se realiza a los 30 a 35 días de la siembra, cuando la planta tiene la altura de 15 a 18 cm.

www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=1205, La cosecha del repollo debe realizarse de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Ciclo vegetativo de la variedad cultivada si es precoz (60 días), ciclo medio (80 días), tardío (120 días)
- Por la compactación de sus hojas o cabeza, esta de estar bien firme y tener ó pesar aproximadamente el peso especificado por la casa productora precoces 3-5 lbs, semitardíos 4-8 lbs y tardíos mayores de 8 lbs.
- Poseer el diámetro adecuado a su forma los precoces aproximadamente de 15 a 20 cm, los semi tardíos de 20-25 cm y los tardíos de 25 a 30 cm.

La cosecha manual se realiza con cuchillos muy afilados, se debe cosechar en horas frescas y requiere de un manejo muy cuidadoso para prevenir daño a las hojas, lo cual afecta la apariencia del repollo y además se constituye en posible fuente de entrada de microorganismos causantes de enfermedades. La producción esperada por hectárea para variedades precoces 40,000 unidades comerciables con un peso de 72,727 Kg las variedades semi tardías pueden producir 30,000 unidades comerciables por ha con un peso de 90,000 Kg.

Las variedades tardías producen aproximadamente 19,600 unidades por hectárea con un peso de 156,800 Kg comerciables

[www. Fitohobby.com/que](http://www.Fitohobby.com/que), dice que es una variedad de hoja lisa y verde. Produce un repollo esférico de tamaño medio, tiene gran resistencia a la subida y poca tendencia al agrietado. Poner 3-4 semillas por hoyo a 0,5 - 1 cm de profundidad, el marco de plantación adecuado es de 70 cm entre plantas y 70 cm entre líneas pleno sol, pero tolera la sombra y la humedad.

<http://felixmaocho.wordpress.com>, menciona que es de pie corto, repollo voluminoso de forma cónica y muy compacto, que da frutos en invierno y primavera. Rústico y de gran rendimiento, se siembra en mayo-agosto y en febrero-marzo en semillero, sombreándolo en las siembras de verano y abrigado o de buena exposición en las de invierno. Cuando las plantitas tienen 3 ó 4 hojas o unos 15 cm de altura, trasplantar al marco de 50 x 60 cm, la recolección se realiza en mayo-junio en las siembras de invierno, y de noviembre-diciembre en las de verano.

4.2. Dolomita

4.2.1. Origen de la dolomita

<http://www.rocasym minerales.net/dolomita/>, refiere que la dolomita es un mineral procedente de rocas sedimentarias continentales y marinas que se puede encontrar en capas de varios cientos de metros, siendo uno de los minerales más difundidos en las rocas sedimentarias carbonatadas. Su presencia representa un 2% de la corteza terrestre. Denominada de esa forma en honor al geólogo y mineralista Déodat Gratet de Dolomieu que la descubrió en torno a 1788-1789. Se trata de un mineral compuesto de carbonato cálcico y magnésico [(CaMg(CO₃)₂)].

Su formación se basa en la acción del agua rica en magnesio, sobre depósitos calcáreos, en donde se produce una progresiva sustitución del calcio por el magnesio. A este proceso se le denomina dolomitización. Además, como impurezas puede contener hierro y magnesio. Su color presenta diferentes tonalidades predominando el incoloro o blanco grisáceo.

La dolomita también puede formarse como un componente fundamental en otros minerales, tales como la limolita o el mármol.

4.2.2. Características de la dolomita

Este mineral por lo general reacciona de manera leve al ser aplicado con ácido clorhídrico diluido al 5% aunque a diferente manera de la que lo hace el carbonato de calcio puro.

No es sólo una variante de caliza ya que posee además 21.86% de MgO, 30.41% de CaO y un 47.73% de CO₂ en su forma más pura. Su forma suele ser de cristales romboédricos, los cuales se encuentran deformados, muy aplastados y curvos en formas masivas o de silla de montar, aunque también es posible encontrarlos en forma de pequeñas geodas o compactas. En ocasiones se puede encontrar como masas granulares.

4.2.3. Dolomita en la agricultura

<http://www.lithovit.es/>, indica lo siguiente:

Mineral de uso agrícola. En el procedimiento habitual para corregir el exceso de acidez de un suelo es la aplicación de cal en forma de caliza, caliza dolomítica, o cal muerta.

Cuando se añade cal, el hidrógeno del complejo coloidal del suelo es sustituido por el calcio de la cal. Las enmiendas son productos de naturaleza mineral u orgánica que al incorporarse al suelo modifican favorablemente sus propiedades físicas y/o químicas, sin tener en cuenta su valor como fertilizantes.

4.2.4. Composición química

Es un producto que está compuesto por el sustrato de rocas carbónicas, por $(CaMg(CO_3)_2)$.

Es el carbonato doble de calcio y magnesio.

La dolomita pura contiene:

- Hasta un 25% de calcio
- Mínimo 8% de magnesio,

4.2.5. Usos y aplicaciones

En la agricultura constituye un fertilizante (también llamado corrector) indispensable al modificar el pH del suelo logrando regular su acidez estableciendo un medio más propicio para el desarrollo de un cultivo y la actividad de la vida microbiana del suelo responsable de la humificación. Esta práctica agronómica se fundamenta en que en el rango de pH de 6,5 a 7, el proceso de fijación simbiótica del nitrógeno alcanza su máxima eficiencia. Además, en este rango el Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Molibdeno (Mo) presentan su máxima disponibilidad, gracias a ello se acelera la descomposición de materia orgánica y la liberación de nutrientes, mejorando la estructura química del suelo.

La dolomita es fuente de magnesio y de calcio.

Neutraliza los suelos ácidos mejorando la producción de los cultivos.

La dolomita es muy apreciada para fines agrícolas. Ya que el magnesio es un elemento esencial para los cultivos y frecuentemente es deficiente en suelos ácidos.

Eleva el pH del suelo.

Suministra calcio y con dolomita magnesio.

Neutraliza el efecto fito tóxico del aluminio y manganeso.

Mejora la estructura del suelo.

Incrementa el rendimiento y calidad de las cosechas de cultivos sensibles a la acidez.

4.2.6. Consejos de aplicación

Los materiales calcáreos se deben aplicar por lo menos de dos a cuatro meses antes de la siembra.

Se puede necesitar un encalado cada dos o cuatro años en ciertos suelos, especialmente si se usan tasas muy altas de los abonos nitrogenados, el estiércol, o las coberturas orgánicas.

Los suelos arenosos necesitan encalados más frecuentemente que los arcillosos porque tienen menos capacidad tamponada, pero los suelos arcillosos requieren tasas más bajas.

- Nunca suba el valor de pH del suelo a más de 6.5 cuando encala.
- Nunca suba el valor pH por más de una unidad completa (por ejemplo, de 4.6 a 5.6), etc. Sólo es necesario subir el pH hasta 5.5-6.0 para obtener buenos rendimientos de un cultivo sensible al aluminio.

Por varias razones, el encalado excesivo puede ser peor que la falta de encalado.

CUADRO N° 03. Recomendaciones de dosis de Dolomita de acuerdo al pH del suelo.

pH	dolomita
4.5 -4.2	1.3 t/ha
4.3 -4.8	1.0 t/ha
4.9 -5.3	0.75 t/ha

Fuente: <http://www.lithovit.es/>

4.3 El pH del suelo agrícola

El pH del suelo mide la actividad de los H⁺ libres en la solución del suelo, es decir la llamada **Acidez Actual**. La medida de los H⁺ fijados sobre el complejo de cambio en la llamada **Acidez Potencial**.

4.3.1 La acidez total del suelo

Es la suma de la Acidez Actual más la Acidez Potencial, porque cuando se produce la neutralización de los H⁺ libres se van liberando H⁺ retenidos, que van pasando a la solución del suelo.

El pH puede variar desde 0 a 14 y de acuerdo con esta escala los suelos se clasifican en:

Suelos ácidos.....pH inferior a 6,5

Suelos neutros.....pH entre 6,6 y 7,5

Suelos básicos.....pH superior a 7,5

Los suelos tienen tendencia a acidificarse. Primero se descalcifican, ya que el calcio es absorbido por los cultivos o desplazado del complejo de cambio por otros cationes y emigra a capas más profundas con el agua de lluvia o riego.

Después, lo normal, es que los iones H^+ ocupen los huecos que dejan el Ca^{2+} y el Mg^{2+} en el complejo.

Los abonos nitrogenados, en su mayoría, ejercen una acción acidificante sobre el suelo. También acidifican el suelo los ácidos orgánicos excretados por las raíces de las plantas. En España, los suelos del norte y de la parte más occidental son ácidos y el resto, que son la mayoría, básicos.

4.3.2. Influencia del pH del y sus consecuencias en el suelo

Un suelo con fuerte acidez:

Es pobre en bases como calcio, magnesio, potasio. La actividad de los microorganismos se reduce y el fósforo disponible disminuye, al precipitarse con el hierro y el aluminio.

Los micronutrientes, excepto el molibdeno, se absorben mejor en este tipo de suelos.

Un suelo con fuerte basicidad:

Presenta un alto contenido de bases de cambio, pero la presencia de un elevado contenido de carbonato de calcio bloquea la posible absorción de fósforo. Bloquea la absorción de la mayor parte de los micronutrientes.

La neutralidad en su sentido más amplio ($6,6 \leq pH \leq 7,5$):

Es una condición adecuada para la asimilación de los nutrientes y para el desarrollo de las plantas.

Algunas plantas como la patata, las pratenses y el centeno prefieren una ligera acidez, mientras que otras como el tomate, el pimiento, la alfalfa y la remolacha prefieren suelos con pH ligeramente elevado.

El poder tampón de un suelo refleja la mayor o menor facilidad que tiene un suelo para modificar su pH, y en gran parte depende de la textura. Los suelos arcillosos presentan una elevada resistencia, es decir, tienen un fuerte poder tampón.

4.4. Humus de lombriz

Gomero, L. (1991), Refiere que el humus de lombriz viene a ser una mezcla de compuestos químicos como producto de la acción digestiva y enzimática en el tracto digestivo de la lombriz, además del proceso metabólico de microorganismos sobre la materia orgánica. Está a sido degradada hasta su ultimo estado de descomposición y se encuentra estabilizada como coloide.

Izquierdo, R. (2016), Indica que el humus es el producto de la digestión de la lombriz. Tiene el aspecto de tierra muy fina de color café oscuro, pero su importancia principal está en lo que tiene ácidos húmicos, microelementos minerales y además una enorme cantidad de bacterias.

Ferruzzi, C. (1994), Sostiene que el humus de lombriz es el mejor abono orgánico porque su pH esta alrededor de 7 (neutro). También señala que humus de lombriz no quema ninguna planta, ni siquiera la más tierna; así también aumenta notablemente las producciones unitarias.

4.4.1 Propiedades del humus de lombriz

Vitorino. B. (2010), refiere que el humus de lombriz aporta los elementos nutritivos al suelo, mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo como:

- Retiene y mantiene la humedad contra las sequías. La materia orgánica tiene la propiedad de absorber agua hasta 300 veces su peso.
- Impide el lavaje de nutrientes porque aligera los suelos arcillosos y agrega los arenosos.
- Aumenta 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.
- Regula 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.
- Aumenta 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 pérdida por lavaje.
- Incorpora 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 comporta 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 disminución del ataque de las plagas y enfermedades a las plantas y por consiguiente el uso de pesticidas, comprobado en Cusco a nivel de invernadero, donde antes se usaba fungicidas o insecticidas ahora ha disminuido su uso, esto hace suponer que las bacterias y hongos que el humus aporta al suelo, por acción de masas crean resistencia al ataque de las plagas y enfermedades.

4.4.2 Contenido de nutrientes

Vitorino, B. (2010), dice que hace millones de años, la naturaleza ha dado al hombre el mejor de los abonos: el desecho de la lombriz o humus de lombriz. En

estos últimos tiempos ha descubierto lombrices que viven en cautiverio como la especie *Eisenia foetida*, que ya sea cría en nuestro medio, utilizando como medio de vida toda clase de estiércol y residuos orgánicos parcialmente descompuestos.

El humus o bio humus, es un fertilizante bio – orgánico de estructura coloidal, producto de la digestión de la lombriz que se presenta como un producto desmenuzable ligero e inodoro; es un producto muy estable, imputrescible y no fermentable, rico en enzimas y microorganismos no patógenos alrededor de 2 millones por gramo de suelo. Entre ellos se tienen las bacterias nitrificantes, es así que alrededor de 70% de N se encuentra en forma nítrica, asimilable por las plantas.

CUADRO N° 04. Contenido de nutrientes del humus de lombriz.

COMPONENTE	CANTIDAD	COMPONENTE	CANTIDAD
Nitrógeno	1,2%	Boro	0.4 %
Fósforo	0.5%	Molibdeno	0.6 %
Pótasio	0.8%	Hierro	0.73 %
Materia orgánica	23 %	Zinc	3.7 ppm
Humedad	47%	Cobre	5 ppm
pH	7.25%	Cobalto	0.03 ppm
CM mmhs / cm	2.24%	Carbonato de calcio	4.81 %
Calcio	1.91%	CIC meq / 100 g	23
Magnesio	1.8%	Bacterias	4.5 x 10 ⁵ ufc/g
Azufre	0.71%	Hongos	1 x 10 ⁵ ufc/g
NO ₃ ⁻	68% del N total		

Fuente: Vitorino, B. (2010), Fertilidad de Suelos y Abonamiento. UNSAAC, Cusco.

4.4.3. Composición química

Sánchez, C. (2004), menciona que el humus de lombriz que es uno de los pocos fertilizantes orgánicos, y es el único abono orgánico con fibra bacteriana (40 a 60 millones de microorganismos por cc), capaz de enriquecer y generar las tierras. Su aplicación baja hasta un 40 % los costos de fertilización. Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas.

Produce un aumento del porte de las plantas, árboles y arbustos y protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante el trasplante de los mismos.

El humus de lombriz es de color negro negruzco, granulado, homogéneo y un olor agradable a mantillo de bosque. La lombriz recicla en su aparato digestivo toda la materia orgánica, comida y fecada, por otras lombrices.

CUADRO N° 05. Composición química del humus de lombriz.

COMPONENTE	CANTIDAD	COMPONENTE	CANTIDAD
Humedad	30- 60%	Ácidos fúlvicos	14 – 30 %
pH	6.8 – 7.2	Ácidos húmicos	2.8 – 5.8 %
Nitrógeno	1 – 2.6 %	Sodio	0.02 %
Fósforo	2 -8 %	Cobre	0.05 %
Calcio	2 – 8 %	Hierro	0.02 %
Magnesio	1 – 2.5%	Manganeso	0.01 %
Materia orgánica	30 – 70%	Relación C/N	10 – 11%
Carbono orgánico	14 – 30 %		

Fuente: Sanchez, C. (2004).

4.4.4. Ventajas de su utilización

Guerrero, J. (1993), indica que el humus 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 de humus de lombriz. En vez de los pocos centenares de millones presentes en la misma cantidad de estiércol anual fermentado; lo cual permite que se realice la producción de enzimas importantes para la evolución de la materia orgánica del suelo. Además, por su alto contenido de ácidos fúlvicos favorece la asimilación casi inmediata de los nutrientes minerales por las plantas. También permite mejorar la estructura del suelo, favoreciendo la aireación, permeabilidad, retención de humedad y disminuyendo la compactación del suelo. Además, los agregados del humus de lombriz son resistentes a la erosión hídrica.

4.4.5. Características

Gomero, L. (1991), refiere que las características coloidales del “humus de lombriz”, sería consecuencia del tamaño pequeño de sus partículas, una gran área de dispersión por unidad de masa y la presencia de cargas eléctricas negativas en su superficie.

Muestra una estructura amorfa. En su superficie estarían presentes grupos químicos de carácter químico de carácter ácido (HO y COOH), que originan las cargas negativas.

Vásquez, R. (1991), menciona que el estiércol de la lombriz, recibe el calificativo de “humus”, debido que su composición y características serían semejantes al humus del suelo.

Ferruzzi, C. (1994), indica que otra característica importante es la enorme carga bacteriana (cada gramo de humus contiene aproximadamente 2 millones de colonias de bacterias) y su contenido de micro elementos. Por otro lado los macro elementos se encontrarían en forma disponible.

Gomero, L. (1991), menciona que la característica se explicaría por qué la atracción de las cargas eléctricas hace que los cationes y las moléculas de agua es fácilmente retenidas por los coloides. Esta retención es a bajo nivel energético, lo que permite a las plantas absorber fácilmente el agua y los nutrientes de la superficie del coloide.

El “humus de lombriz”, según los técnicos de la asociación de lombricultura tendría enzimas, hormonas (auxinas) y ácidos orgánicos que mejoren el ritmo de crecimiento de las plantas y el rendimiento de las cosechas.

Las enzimas, continuarían desintegrado la materia orgánica fuera del tracto digestivo de la lombriz.

Presenta también un efecto tampón, que modera los cambios de acidez y neutraliza a los compuestos orgánicos tóxicos que llegan por contaminación. A esto se agrega que por la alta cantidad de microorganismos que contiene, ejercería un control sobre los fito patógenos, como nematodos, hongos y bacterias nocivas.

Ferruzzi, C. (1994), refiere que las plantas tienen colores vivos, la floración es precoz, más desarrollada y duradera, este efecto se observa mejor en maceteros,

donde la cantidad de humus de lombriz es alta. Las cargas eléctricas son la fuente de contacto entre los agregados del suelo.

Gomero. L. (1991), menciona que el humus mejora la estructura permitiendo buen desarrollo radicular, mejora el intercambio gaseoso, activa a los microorganismos del suelo, aumenta la oxidación de la materia orgánica lo que acelera la entrega de nutrientes en forma asimilable.

Su baja relación C/N no crea fenómenos de competencia por nutrientes (N) entre los microorganismos del suelo y los cultivos.

Vásquez, R. (1991), al mezclar fertilizantes con “humus de lombriz”, estos gracias a la condición coloidal del producto son cubiertos por una sustancia “gelatinoides” resultante de la alteración del coloide, que protege de las pérdidas por lixiviación y permite la liberación paulatina de los nutrientes asegurando su total aprovechamiento.

4.4.6. Calidad

Vásquez, R. (1991), indica que la calidad del “humus de lombriz”, depende en primer lugar de la calidad del alimento que se le dé a la lombriz. En segundo lugar, el manejo post- cosecha y del almacenaje.

4.4.7. Uso del “humus de lombriz”

Según datos precedentes de los EE.UU., citados por **Ferruzzi, C. (1994)**, se empleó “humus de lombriz” en terreno que durante años habían sido trabajos en monocultivo, con fertilizantes y sin enmiendas orgánicas. Después del tratamiento se evaluó el incremento de la producción de las campañas sucesivas frente a la situación inicial, sin volver a aplicar el “humus” durante los 6 años. Los resultados del incremento fueron 250% el primer año, 150% el segundo, 100% el tercero y 70% el cuarto.

Vásquez. R. (1991), indica que el “humus de lombriz” intensificaría las características y los valores de los fertilizantes al ser usado en asociaciones, ahorrando entre 25 y 50 % de estos. Además, el uso del humus de lombriz aparentemente es muy costoso por las cantidades que se necesitan para alcanzar “niveles de fertilización efectiva”, por ello la aplicación al suelo no debe considerarse como un costo de campaña, sino como una inversión a corto y largo plazo.

Los resultados a mediano plazo son los más importantes, ya que comienza la influencia sobre las propiedades biológicas, mejora la estructura, la capacidad de intercambio catiónico y la solubilidad de los minerales, sirviendo además como fuente de energía para el desarrollo de los microorganismos, aumentando la fertilidad del suelo.

Esto se contradice con lo que menciona **Ferruzzi, C. (1994)**, a medida que el tiempo pasa el efecto disminuye.

En sembríos intensivos (2 o más campañas/año) aplicar de 3 a 4 t/ha. En sembríos extensivos aplicar de 1 a 2 t/ha. y periódicamente agregar de 200 a 300 g/m² (lo que representa 2 a 3 t/ha); en terrenos exhaustivos aplicar 5 t/ha, varias veces al año según las condiciones, a la preparación del terreno incorporar de 2 a 3 t/ha. y regar.

4.4.8. Oferta de “humus de lombriz”

Vitorino, B. (2010), refiere que no se tienen datos exactos de la cantidad de lombricultores existentes en la región. Por lo tanto, no conocemos la cantidad real de “humus de lombriz” ofertada.

Uno de los principales productores y difusor de la lombricultura es el centro de Investigación en Suelos y Abonos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSAAC, que viene trabajando desde 1992 en la lombricultura.

La producción es de 160 t/año, contando con 40 lechos, además las lombrices son usadas como alimento para aves, peces, ranas y otros. Brindan capacitación a agricultores, campesinos, técnicos agropecuarios y organismos no gubernamentales.

4.4.9. Época de aplicación del humus

Vitorino, B. (2010), indica que la época de aplicación del humus de lombriz en el campo es en toda época, es decir:

- En la preparación del suelo antes de la siembra para lo cual se distribuye el humus de lombriz en el suelo uniformemente luego se incorpora en el arado.
- En la siembra, en forma localizada sobre la semilla.
- En el aporque, cerca al cuello de la planta, en círculo o a chorro continuo.

- En cobertura, es decir sobre cultivo establecido, como es el caso de pastos y cultivos de cereales.
- Durante la floración y fructificación.
- Cuando se aplican fuertes cantidades de humus por hectárea, debe distribuirse uniformemente en el campo antes de la preparación del suelo y si la aplicación es en pequeñas cantidades, se colocaran en forma localizada junto a la semilla.

4.5. Cantidad de humus de lombriz a aplicar

Guerrero, J. (1993), Indica lo siguiente:

- Se recomienda aplicar 1 kg de humus por 5 m² (2000 Kg/ha), para cualquier tipo de suelo, especialmente en áreas pequeñas donde se va instalar hortalizas o flores.
- Se debe realizar una aplicación cada 6 años.
- No aplicar el humus de lombriz en los meses de frio o muy caluroso.
- El humus de lombriz aunque se utilice en dosis excesivas no quema ninguna planta, ni siquiera a las más tiernas.
- El humus de lombriz tienen una duración ilimitada ya que la flora microbiana se produce continuamente y prácticamente no tiene fin, si se conserva con la humedad y la temperatura óptima.
- Aplicar en el campo de preferencia en forma localizada (en bandas entre golpes y nunca al boleó).

4.5.1. Aplicación de mezcla con abonos químicos

Vitorino, B. (2010), refiere que, en forma general, se puede asegurar que las aplicaciones del humus de lombriz mezclado con los abonos químicos balanceados, están dando los mejores resultados en la mayoría de los cultivos.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

Descriptivo

5.2. Ubicación espacial

El trabajo de investigación fue realizado en la unidad de lombricultura – Centro Agronómico – K'ayra – Cusco.

Fotografía N° 01: Vista panorámica de ubicación de la investigación.



5.2.1. Ubicación geográfica en coordenadas UTM (WGS 84)

Altitud : 3227 m
Norte : 8499087.27 m
Este : 188580.19 m

5.2.2. Ubicación política

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

5.2.3. Ubicación hidrográfica

Cuenca Hidrográfica : Vilcanota
Subcuenca : Huatanay
Micro cuenca : Huanacaure

5.2.4. Ubicación ecológica

Temperatura Media Anual: 10.3 °C

Precipitación Media Anual: 665.8 mm

Zona de Vida Natural : Bosque Húmedo Montano Subtropical (bh-MS)

5.3. Ubicación temporal

Inicio : Noviembre 2016 (almacigado)

Finalización : Abril 2017 (cosecha)

5.3.1. Límites

Por el Norte : Carretera Cusco - Arequipa

Por el Sur : Pequeños propietarios Usphabamba

Por el Este : Pequeños propietarios, Ramón Castilla

Por el Oeste : Río Huanacaure.

5.3.2. Accesibilidad

Para acceder al Centro Agronómico de K'ayra es mediante la vía asfaltada de Cusco-Arequipa, a la altura del paradero K'ayra, existe una vía carrozable para ingresar al campo experimental.

5.4. Materiales y métodos

5.4.1. Material experimental

Cultivo de repollo (*Brassica oleracea L.var. capitata*):

- Semilla de la variedad "corazón de buey".

Materia orgánica:

- Humus de lombriz, procedente de la unidad de lombricultura del CISA.

Material encalante:

- Dolomita, es el carbonato doble de calcio y magnesio ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), procedente del sector ladrillera de la facultad de Ciencias Agrarias.

5.4.2. Historial del campo experimental

En el terreno experimental se cultivaron durante las cinco últimas campañas, los siguientes cultivos:

CUADRO N° 06. Historial del campo experimental.

AÑO	CULTIVO
2012-2013	Maíz
2013-2014	Repollo
2014-2015	Lechuga
2015-2016	Papa
2016-2017	El presente trabajo de investigación

5.4.3. Muestreo y análisis del suelo

Se realizó el muestreo de suelo, haciendo hoyos de 30x30x30 cm, ubicados por el método del zigzag, obteniendo un total de 8 sub muestras; después de mezclar se tomó una muestra representativa de 1 kg aproximadamente para luego llevar la muestra al laboratorio de suelos 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, para su análisis de fertilidad y mecánico.

5.4.4. Análisis del humus de lombriz y dolomita

Del humus de lombriz y dolomita proporcionado por la unidad de lombricultura se tomó muestras para el análisis de fertilidad en el Laboratorio de Suelos del CISA.

5.4.5. Otros materiales, equipos y herramientas.

- Cámara fotográfica
- Caja almaciguera
- Balanza de platillo
- pH-metro
- Computadora
- Impresora
- Cinta métrica
- Tablero
- Picos
- Palas
- Cordel
- Mochila pulverizadora 15L
- Rastrillo

- Aspersores
- Manguera
- Wincha métrica

5.5. Métodos

5.5.1 Diseño experimental

Para el análisis estadístico se optó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial 4A X 2B, 8 tratamientos y cuatro repeticiones; haciendo un total de 32 unidades experimentales.

FACTOR A: Dosis de dolomita

D0= 0 t/ha (testigo o control)

D1= 0.5 t/ha

D2= 0.75 t/ha

D3 = 1.0 t/ha

FACTOR B: Dosis de humus de lombriz

H0= 0 t/ha (testigo o control)

H1= 6 t/ha

CUADRO N° 07. Combinación de tratamientos.

N° Trat.	Combinaciones	Clave
1	0 t/ha sin dolomita X 0 t/ha de humus	D0/H0
2	0 t/ha sin dolomita X 6 t/ha de humus	D0/H6
3	0.5 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus	D0.5/H0
4	0.5 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus	D0.5/H6
5	0.75 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus	D0.75/H0
6	0.75 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus	D0.75/H6
7	1 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus	D1.0/H0
8	1 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus	D1.0/H6

5.5.2. Variables e indicadores

a. Rendimiento

Peso de cabeza, en Kg/planta, t/ha.

b. Comportamiento agronómico

Diámetro de cabeza, en cm

Longitud de raíz principal, en cm

Longitud de cabeza, en cm

Altura de planta, en cm

5.5.3. Dimensiones del campo experimental:

Largo	10 m
Ancho	10 m
Área total	100 m ²
Área neta	64 m ²
Número total de plantas	256

Bloques:

Número de bloques	4
Ancho	2.40 m
Largo	10 m
Distancia entre bloques	0.40 m
Área	24 m ²

Parcelas:

Número de parcelas por bloque	8
Número total de parcelas	32
Ancho	1 m
Largo	2 m
Área de cada parcela	2 m ²

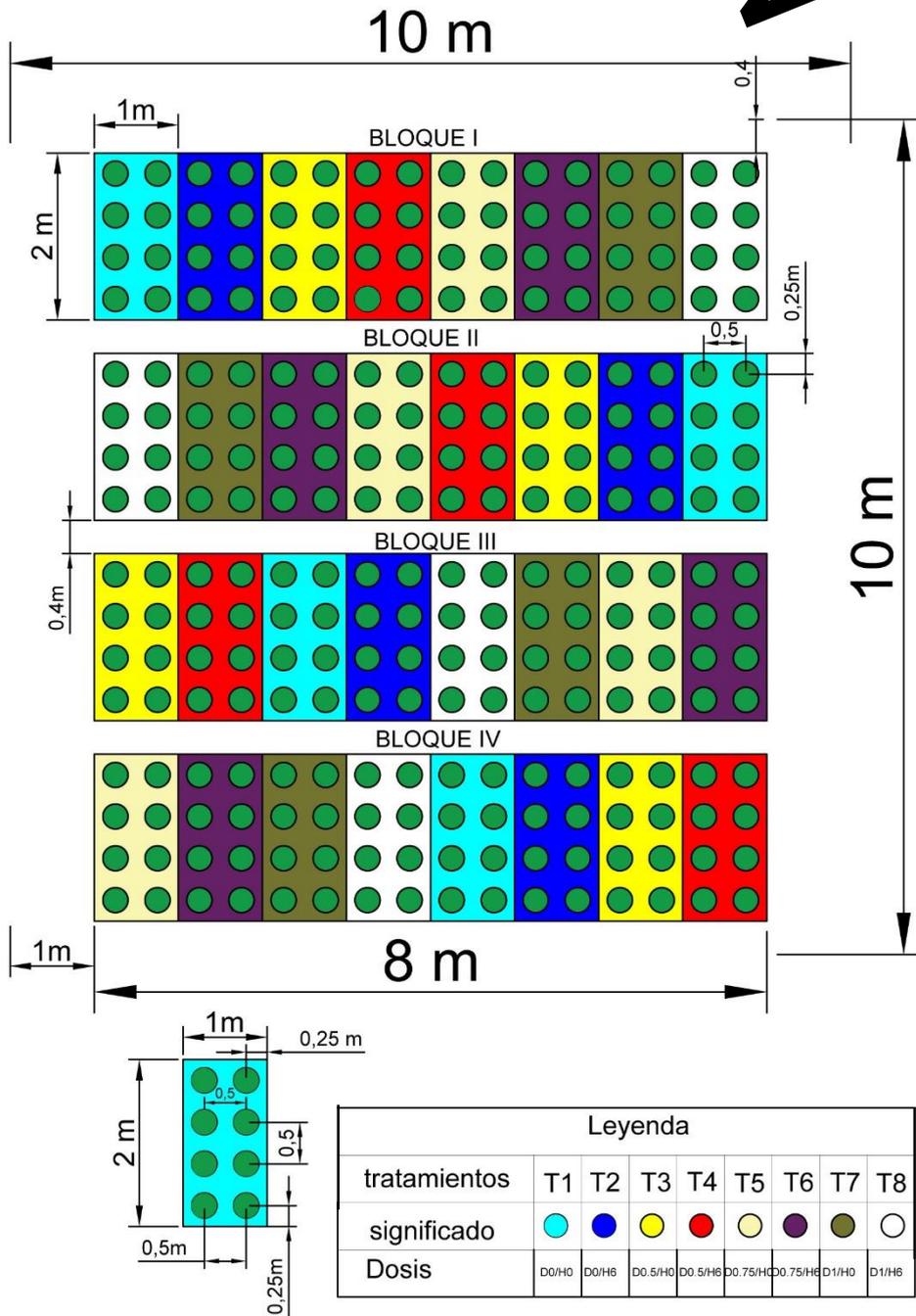
Calles internas:

Largo de calles por bloque	10 m
Ancho de calles	0.40 m

Densidad:

Entre plantas	0.50 m
N° de plantas/parcela	8
Área por planta	0.25 m ²
N° de plantas evaluadas	8
Área neta de parcela evaluada	2 m ²

Croquis del experimento



5.5.4. Conducción del experimento

5.5.4.1. Almacigado

Se preparó una almaciguera de 1.00 m de largo por 1m de ancho, donde se sembraron semillas de repollo variedad “corazón de buey” en pequeños surquitos y luego se cubrieron las semillas tapando con el mismo sustrato que tiene una mezcla, proporcional y homogénea de tierra agrícola, humus de lombriz y arena de río. Luego se regó cuidadosamente con una regadora manual y después se tapó con paja para protegerlos del sol, bajas temperaturas y daños ornitológicos. Esta labor se llevó a cabo el 15 de noviembre del 2016

Fotografía N°02: siembra de la semilla de repollo.



5.5.4.2. Riego a las plántulas de almacigo

Después que se sembró en almacigo se aplicaron riegos interdiarios, con la ayuda de una regadora manual; con tal de mantener la humedad del sustrato a capacidad de campo hasta una semana antes del trasplante.

5.5.5.3. Raleo de las plántulas de almacigo

Llamado también aclareo, entresaque o desahíje, labor que se efectuó a los 15 días después de la siembra con la finalidad de eliminar las plantas pequeñas y débiles, dejando las plantas más robustas; y esta actividad se realizó cuando las plántulas tenían el tamaño de 4 a 5 cm de altura.

5.5.4.4. Control de malezas en el almacigo

Las malezas se eliminaron en forma manual, esta labor se realizó el 23 de noviembre del 2016, con la finalidad de evitar la competencia de plantas por nutrientes, agua y suelo.

Fotografía N°03: Eliminación de malezas y raleo del cultivo de repollo.



5.5.4.5. Agoste o endurecimiento de las plántulas

Consistió en suspender el riego faltando una semana para el trasplante, con la finalidad de darle mayor vigorosidad y resistencia de las plantas durante el trasplante a campo definitivo.

5.5.4.6. Preparado del terreno

Se preparó todo el campo experimental, con la ayuda de picos y rastrillos; que consistió en el roturando, desmenuzando y nivelando de la capa arable del suelo agrícola.

Fotografía N°04: Preparación del sustrato para el campo experimental.



5.5.4.7. Marcado de parcelas

Se procedió por sorteo la designación del número de parcelas o tratamientos. Para lo cual se emplearon cinta métrica, cordel y dolomita.

Fotografía N°05: Marcado de la parcela.



5.5.4.8. Aplicación de humus de lombriz

Las diferentes dosis de humus de lombriz se aplicaron al voleo según el croquis de distribución de las parcelas experimentales.

5.5.4.9. Aplicación de dolomita

Se aplicaron al voleo las dosis de dolomita en las parcelas designadas en el croquis experimental. Después la dolomita se mezcla con el suelo agrícola, con ayuda picos y rastrillos.

5.5.4.10. Trasplante

Se efectuó el día 22 de diciembre de 2016 a los 37 días de la siembra en almacigo, cuando las plántulas tenían 4 hojas verdaderas y una altura promedio de 8 a 10 cm de altura. Las plantas se colocaron a distanseamiento de 0.50 m entre plantas y 0.50 entre surcos.

Esta actividad se realizó en las horas de la mañana y las plántulas se cubrieron del sol con malla rashel. Inmediatamente se aplicó riego por inundación para asegurar con el prendimiento total de plantas,

5.5.4.11. Riego en el cultivo

En la conducción del experimento el riego se aplicó con ayuda de una regadora manual y manguera, esto durante las primeras horas de la mañana y últimas horas de la tarde, cuando las precipitaciones pluviales fueron insuficientes; manteniendo húmedo el sustrato suelo a condiciones de capacidad de campo.

5.5.4.12. Aporque

El aporque se realizó de forma manual, por una sola vez el día 26 de enero de 2017 para la cual se ha empleado piquillos o picos pequeños.

5.5.4.13. Control de malezas

El control de malezas, se realizó aprovechando el aporque; estas labores juntas se realizaron con piquillos. El resto del control de malezas fueron realizadas durante todo periodo vegetativo del cultivo repollo, de acuerdo a la presencia de malas hierbas dentro del cultivo principal como es el repollo.

Fotografías N° 06: Eliminación manual de malezas.



CUADRO N° 08. Malezas de infestación encontradas dentro de la parcela experimental

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae
Trébol carretilla	<i>Medicago poliforma</i>	Fabaceae
Nabo silvestre	<i>Brassica campestris</i>	Brassicaceae
Jatacco	<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae
Llaque	<i>Rumex crispus</i>	Poligonaceae

5.5.4.14 cosecha

La cosecha se realizó todo en conjunto el día lunes 20 de abril del 2017; esta labor que se realizó con ayuda de un cuchillo cortando por encima de la segunda y tercera hojas inferiores

Fotografía N° 07: Cosecha del repollo var. “corazón de buey”.



5.5.5. Evaluación de variables

La evaluación de las variables que se describen a continuación, se efectuaron cuando el cultivo de repollo estuvo en estado fenológico de madurez comercial. Cosechando las 8 plantas por tratamiento, para después tomar los promedios aritméticos, a partir de las unidades de medida establecidas en el ítem de indicadores.

A. Rendimiento

- Peso de cabeza

Durante la cosecha, se procedió a cortar con ayuda de un cuchillo, separando la cabeza de repollo de la raíz, luego se eliminaron las hojas exteriores; deterioradas conforme se tomo la medida en gramos el peso fresco de cabeza por planta, para ello se empleó una balanza con aproximación a gramos. Los que sirvieron para los análisis estadísticos.

Fotografía N° 08: peso de cabeza de repollo.



B. Comportamiento agronómico

Diámetro de cabeza

Una vez separado la cabeza esto con ayuda de un cuchillo, y empleando una wincha milimetrada se midió el diámetro considerando la parte ancha de la cabeza de repollo. La unidad de medida de los datos tomados para los cálculos estadísticos fue en centímetro.

Fotografía N°09: Medición de diámetro de cabeza de repollo.



- **Altura de planta**

Con ayuda de una wincha milimetrada, se consideró como altura de planta, midiendo desde la parte superior del sustrato hasta el ápice superior de las hojas que forman parte de la cabeza de repollo; siendo el centímetro como unidad de medida para los cálculos estadísticos.

Fotografía N° 10: Medición de altura de la planta.



- **Longitud de raíz principal**

Según la profundidad alcanzada por la raíz principal de la planta de repollo se procedió a medir la longitud de raíz con ayuda de una wincha milimetrada en centímetro.

Fotografía N° 11: Medición de longitud de raíz principal.



- Longitud de cabeza

Con ayuda de una wincha se midió en centímetro, desde el ápice superior de la cabeza hasta su propia base. Los que serán tabulados para los análisis estadísticos.

Fotografía N° 12: Medición de longitud de cabeza.



VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. RENDIMIENTO

CUADRO N° 09: peso de cabeza (t/ha)

Dosis. Repeticiones.	Dosis de dolomita 0 t/ha		Dosis de dolomita 0.5 t/ha		Dosis de dolomita 0.75 t/ha		Dosis de dolomita 1 t/ha		Total
	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	
I	104.920	146.800	134.680	134.680	131.640	133.600	122.240	125.320	1033.880
II	137.360	133.240	121.320	142.880	114.360	146.800	125.320	158.840	1080.120
III	106.800	129.880	111.760	160.240	130.360	143.200	112.600	143.840	1038.680
IV	122.060	160.960	114.800	139.360	107.920	170.800	139.880	162.800	1118.580
Suma	471.140	570.880	482.560	577.160	484.280	594.400	500.040	590.800	4271.260
Promedio	117.785	142.720	120.640	144.290	121.070	148.600	125.010	147.700	133.477
Dosis de Dolomita	0 t/ha de dolomita (testigo) Suma = 1042.020 Promedio = 130.253		0.5 t/ha de dolomita Suma = 1059.720 Promedio = 132.465		0.75 t/ha de dolomita Suma = 1078.680 Promedio = 134.835		1 t/ha de dolomita Suma = 1090.840 Promedio = 136.355		4271.260 133.477
Dosis de Humus de Lombriz	0 t/ha Humus de lombriz Suma = 1938.020 Promedio = 121.126				6 t/ha Humus de lombriz Suma = 2333.240 Promedio = 145.828				4271.260 133.477

En el cuadro N° 09 de peso fresco de cabeza se desprende que existe una variación en el rendimiento de 148.600 t/ha hasta 117.785 t/ha con un promedio de 133.477 t/ha.

CUADRO N° 10: ANVA para el peso fresco de cabeza

F. de V.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	591.1163	197.0388	1.09	3.07000	4.87000	NS. NS.
Tratamientos	7	5080.0162	725.7166	4.01	2.49000	3.64000	**
Dosis de dolomita (DD)	3	172.3887	57.4629	0.32	3.07000	4.87000	NS. NS.
Humus de lombriz (HL)	1	4881.2140	4881.2140	26.97	4.32000	8.02000	**
Interacción DD * HL	3	26.4134	8.8045	0.05	3.07000	4.87000	NS. NS.
Error	21	3801.1732	181.0082				
Total	31	9472.3057	CV = 10.08%				

Del cuadro N°10 de ANVA para peso fresco de cabeza se desprende que entre bloques no presentan diferencia estadística al 95% y 99% de confianza, lo que indica que las repeticiones fueron adecuadamente distribuidas dentro de la unidad experimental y fueron homogéneas. Mientras tanto los tratamientos y dosis de humus de lombriz, presentan diferencias estadísticas al 95% y 99% de confianza. No existe diferencia estadística al 5% y 1% de probabilidad entre dosis de dolomita e interacción de dosis de dolomita y humus de lombriz. Con un coeficiente de variabilidad de 10.08% indica que los datos analizados expresan confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente bien controlado.

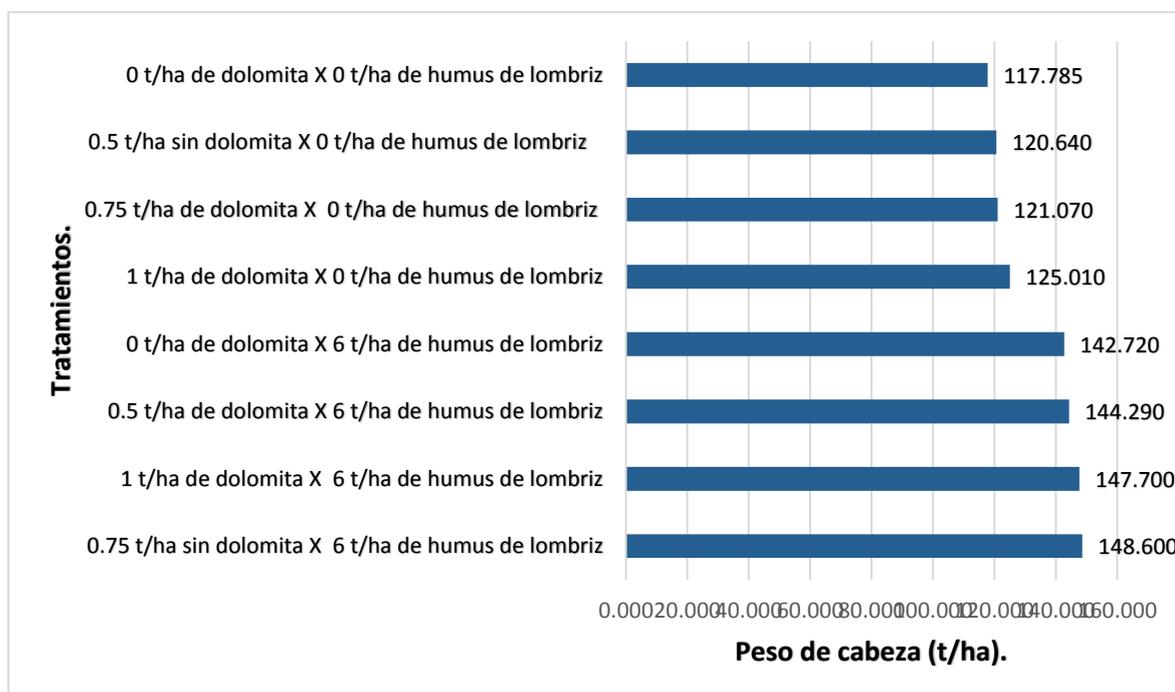
CUADRO N°11: Prueba Tukey de tratamientos para peso fresco de cabeza (t/ha)

ALS (5%)= 31,886

ALS (1%)= 38,949

Orden de Mérito	Tratamientos	Peso de Cabeza (t/ha)	Significación	
			5%	1%
I	0.75 t/ha sin dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	148,600	a	a
II	1 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	147,700	a	a
III	0.5 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	144,290	a	a
IV	0 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	142,720	a	a
V	1 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	125,010	a	a
VI	0.75 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	121,070	a	a
VII	0.5 t/ha sin dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	120,640	a	a
VIII	0 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	117,785	a	a

Gráfico 01: Peso de cabeza (t/ha) para tratamientos.

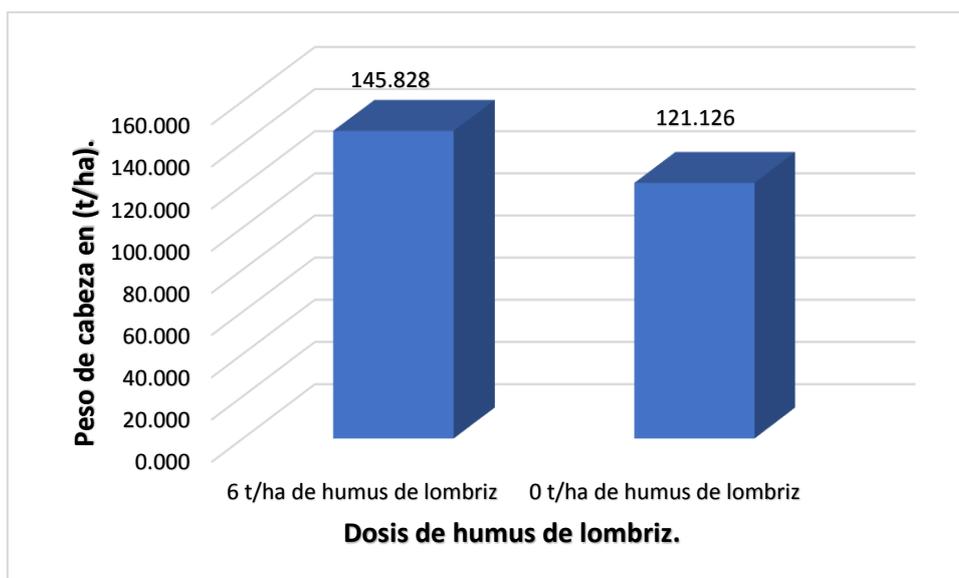


Del cuadro N° 11 de Prueba de Tukey de tratamientos para peso fresco de cabeza se desprende que, estadísticamente todos los tratamientos son iguales. Sin embargo, aritméticamente el tratamiento de 0.75 t/ha de dolomita x 6 t/ha de humus de lombriz fue superior a los demás tratamientos con 148.600 t/ha de peso fresco de cabeza, siendo el tratamiento testigo con 117.785 t/ha que ocupó el último lugar. Esta igualdad se debe a que el efecto de dosis de dolomita y humus de lombriz no tuvieron incidencia significativa en el peso de cabeza de repollo, porque la disolución de dolomita no fue inmediato, tampoco en efecto nutricional del humus de lombriz no tuvo efecto por los bajas fertilizaciones que tuvo este abono orgánico.

CUADRO N° 12: Prueba Tukey de humus de lombriz para peso fresco de cabeza de repollo (t/ha)

Orden de Mérito	Dosis de humus de lombriz	Peso de Cabeza (t/ha)	Significación	
			5%	1%
I	6 t/ha de humus de lombriz	145.828	a	a
II	0 t/ha de humus de lombriz	121.126	b	b

Gráfico 02: Peso fresco de cabeza (t/ha) para dosis de humus de lombriz.



En el cuadro N°12 se puede observar que la prueba de tukey realizado para la dosis de humus de lombriz con aplicación de 6 t/ha es superior con 145.828 t/ha al tratamiento sin humus de lombriz 0 t/ha con un rendimiento de 121.126 t/ha del peso fresco de cabeza evaluados al 95% y 99% de confianza. Esta superioridad en el peso de cabeza se debe al efecto de las características físicas y biológicas de humus de lombriz.

B. COMPORTAMIENTO AGRONOMICO

CUADRO N°13: Diámetro de cabeza de repollo (cm)

Dosis. Repeticiones.	Dosis de dolomita 0 t/ha		Dosis de dolomita 0.5 t/ha		Dosis de dolomita 0.75 t/ha		Dosis de dolomita 1 t/ha		Total
	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	
I	18,500	22,350	21,400	22,600	20,500	22,600	18,500	22,600	169,050
II	20,500	19,500	20,800	23,500	17,900	22,500	19,950	21,950	166,600
III	19,600	19,900	18,100	21,600	21,500	21,900	18,900	21,400	162,900
IV	20,200	22,250	18,500	21,600	19,200	23,700	21,500	23,800	170,750
Suma	78,800	84,000	78,800	89,300	79,100	90,700	78,850	89,750	669,300
Promedio	19,700	21,000	19,700	22,325	19,775	22,675	19,713	22,438	20,916
Dosis de Dolomita.	0 t/ha de dolomita (Testigo) Suma = 162,800 Promedio = 20,350		0.5 t/ha de dolomita Suma = 168,100 Promedio = 21,013		0.75 t/ha de dolomita Suma = 169,800 Promedio = 21,225		1 t/ha de dolomita Suma = 168,600 Promedio = 21,075		669,300 20,916
Dosis Humus de Lombriz.	0 t/ha Humus de lombriz Suma = 315,550 Promedio = 19,722				6 t/ha Humus de lombriz Suma = 353,750 Promedio = 22,109				669,300 20,916

En el cuadro N°13 de diámetro de cabeza se puede apreciar que existe una variación en el diámetro de 19.700 cm hasta 22.675 cm con un promedio de 20.916 cm

CUADRO N°14: ANVA para diámetro de cabeza

F. de V.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	4,3516	1,4505	0,92	3,07000	4,87000	NS. NS.
Tratamientos	7	52,4359	7,4908	4,76	2,49000	3,64000	**
Dosis de dolomita (DD)	3	3,6034	1,2011	0,76	3,07000	4,87000	NS. NS.
Dosis de Humus de lombriz (HL)	1	45,6012	45,6012	28,97	4,32000	8,02000	**
Interacción DD * HL	3	3,2313	1,0771	0,68	3,07000	4,87000	NS. NS.
Error	21	33,0547	1,5740				
Total	31	89,8422	CV = 6,00%				

Del cuadro N°14 de ANVA para diámetro de cabeza se desprende que los bloques no presentan diferencia estadística al 95% y 99% de confianza, lo que indica que las repeticiones fueron adecuadamente distribuidas dentro de la unidad experimental y fueron homogéneas. Mientras tanto los tratamientos y dosis de humus de lombriz presentan diferencias estadísticas al 95% y 99% de confianza. No existe diferencia estadística al 5% y 1% de probabilidad entre dosis de dolomita e interacción de dosis de dolomita y humus de lombriz. Con un coeficiente de variabilidad de 6.00% indica que los datos analizados expresan confiabilidad en sus resultados.

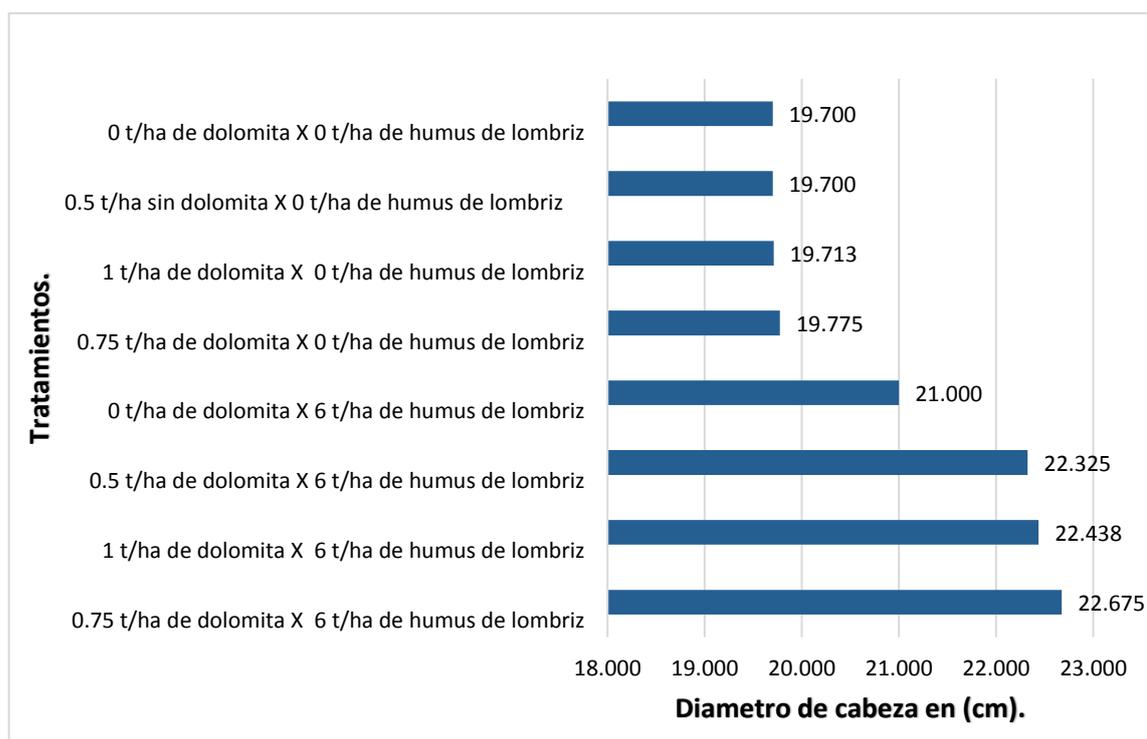
CUADRO N° 15: Prueba Tukey de tratamientos para diámetro de cabeza (cm)

ALS (5%)= 2,973

ALS (1%)= 3,632

Orden de Mérito	Tratamientos	Diámetro de cabeza (cm)	Significación	
			5%	1%
I	0.75 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	22,675	a	a
II	1 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	22,438	a b	a
III	0.5 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	22,325	a b	a
IV	0 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	21,000	a b	a
V	0.75 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	19,775	a b	a
VI	1 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	19,713	a b	a
VII	0.5 t/ha sin dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	19,700	a b	a
VIII	0 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	19,700	b	a

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



En el cuadro N° 15 de Prueba de Tukey de tratamientos para diámetro de cabeza se desprende que estadísticamente al 1% todos los tratamientos son iguales. Sin embargo, aritméticamente el tratamiento de 0.75 t/ha de dolomita x 6 t/ha de humus de lombriz fue superior a los demás tratamientos con 22.675 cm de diámetro de cabeza, siendo el tratamiento testigo con 19.700 cm que ocupó el último lugar. Esta igualdad estadística se debe a que el efecto de dosis de dolomita y humus de lombriz fueron similares en diámetro de cabeza de repollo fue uniforme, debido a que la disolución de dolomita no fue inmediato, tampoco en efecto nutricional del humus de lombriz no tuvo efecto por los bajas fertilizaciones que tuvo este abono orgánico.

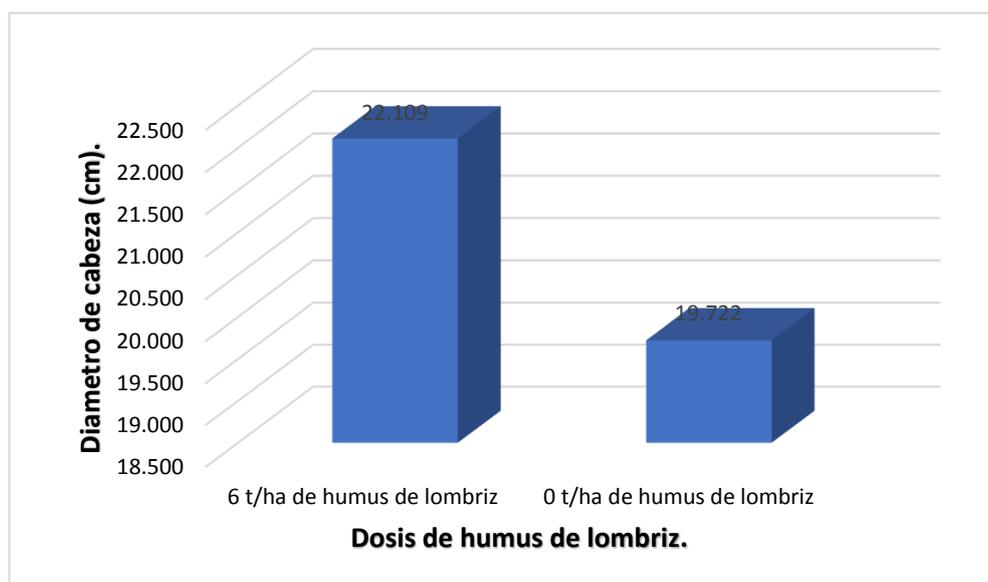
CUADRO N°16: Prueba Tukey de humus de lombriz para diámetro de cabeza (cm)

ALS (5%)= 0,922

ALS (1%)= 1,255

Orden de Mérito	Dosis de humus de lombriz	Diámetro de cabeza (cm)	Significación	
			5%	1%
I	6 t/ha de humus de lombriz	22,109	a	a
II	0 t/ha de humus de lombriz	19,722	b	b

Gráfico 04: Diámetro de cabeza (cm) para dosis de humus de lombriz.



En el cuadro N°16 se puede observar que la prueba de tukey realizado para la dosis de humus de lombriz con aplicación de 6 t/ha es superior con 22.115 cm al tratamiento sin humus de lombriz 0 t/ha con 19.741 cm de diámetro de cabeza evaluados al 95% y 99% de confianza. Esta superioridad en el diámetro de cabeza se debe al efecto de las características físicas y biológicas de humus de lombriz.

CUADRO N°17: Longitud de raíz principal del repollo (cm)

Dosis.	Dosis de dolomita 0 t/ha		Dosis de dolomita 0.5 t/ha		Dosis de dolomita 0.75 t/ha		Dosis de dolomita 1 t/ha		Total
	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	
I	20.440	21.650	19.010	22.270	22.500	22.790	21.340	23.000	173.000
II	18.870	21.970	20.100	23.000	19.320	23.830	21.390	23.110	171.590
III	20.230	20.790	17.250	22.310	21.810	23.670	19.530	23.720	169.310
IV	19.210	22.950	18.150	23.720	18.990	23.760	22.440	23.840	173.060
Suma	78.750	87.360	74.510	91.300	82.620	94.050	84.700	93.670	686.960
Promedio	19.688	21.840	18.628	22.825	20.655	23.513	21.175	23.418	21.468
dosis de Dolomita.	0 t/ha de dolomita (Testigo) Suma = 166.110 Promedio = 20.764		0.5 t/ha de dolomita Suma = 165.810 Promedio = 20.726		0.75 t/ha de dolomita Suma = 176.670 Promedio = 22.084		1 t/ha de dolomita Suma = 178.370 Promedio = 22.296		686.960 21.468
dosis de Humus de lombriz	0 t/ha Humus de lombriz Suma = 320.580 Promedio = 20.036				6 t/ha Humus de lombriz Suma = 366.380 Promedio = 22.899				686.960 21.468

En el cuadro N°17 de longitud de raíz principal de cabeza se puede apreciar que existe una variación en la longitud de 18.628 cm hasta 23.513 cm con un promedio de 21.468 cm

CUADRO N° 18: ANVA para longitud de raíz principal

F.de V.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	1.1572	0.3857	0.34	3.07000	4.87000	NS. NS.
Tratamientos	7	87.7832	12.5405	11.09	2.49000	3.64000	**
Dosis de dolomita (DD)	3	16.8904	5.6301	4.98	3.07000	4.87000	**
Dosis humus de lombriz (HL)	1	65.5512	65.5512	57.96	4.32000	8.02000	**
Interacción DD * HL	3	5.3415	1.7805	1.57	3.07000	4.87000	NS. NS.
Error	21	23.7522	1.1311				
Total	31	112.6926	CV = 4.95%				

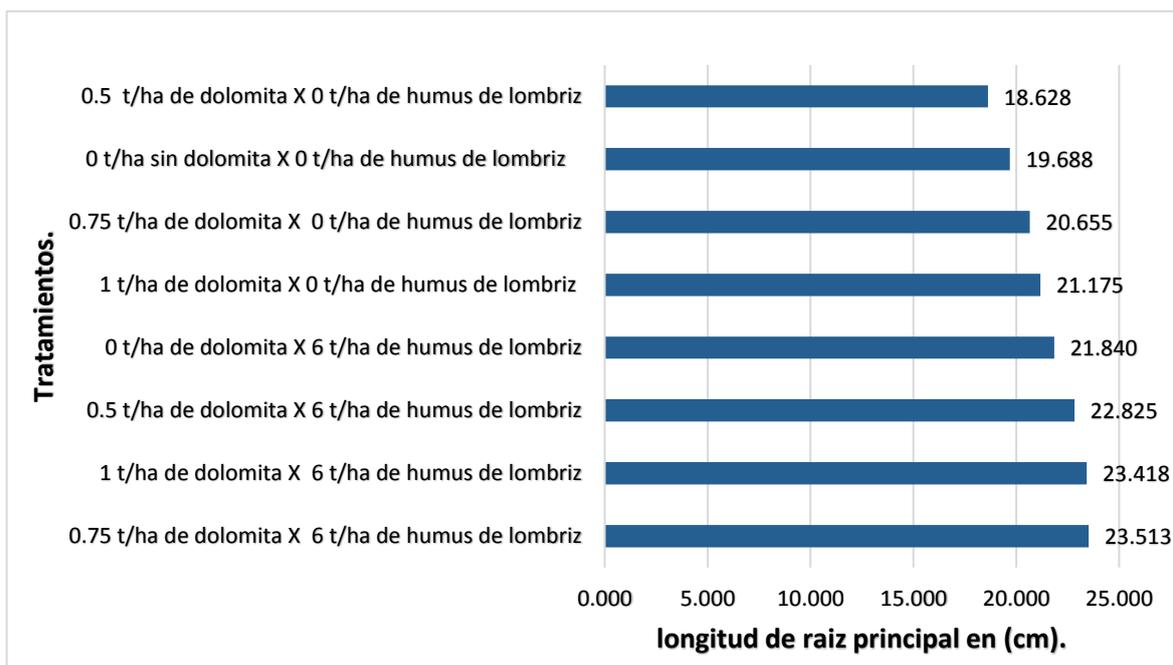
Del cuadro N°18 de ANVA para longitud de raíz principal se desprende que, los bloques no presentan diferencia estadística al 95% y 99% de confianza, lo que indica que las repeticiones fueron adecuadamente distribuidas dentro de la unidad experimental y fueron homogéneas. Mientras tanto los tratamientos y dosis de humus de lombriz presentan diferencias estadísticas al 0.05 y 0.01 de probabilidad; coeficiente de variabilidad de 4.95% indica que los datos analizados expresan confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado.

CUADRO N°19: Prueba Tukey de tratamientos para longitud de raíz principal (cm)

ALS (5%)= 2,521 ALS (1%)= 3,079

Orden de Mérito	Tratamientos	Longitud de Raíz (cm)	Significación	
			5%	1%
I	0.75 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	23,513	a	a
II	1 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	23,418	a b	a b
III	0.5 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	22,825	a b c	a b c
IV	0 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	21,840	a b c d	a b c d
V	1 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	21,175	a b c d e	a b c d e
VI	0.75 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	20,655	d e	a b c d e
VII	0 t/ha sin dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	19,688	e	d e
VIII	0.5 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	18,628	e	e

Gráfico 05: longitud de raíz principal (cm) para tratamientos.



En el cuadro N° 19 de Prueba de Tukey de tratamientos para longitud de raíz principal del repollo se desprende que, estadísticamente el tratamiento de 0.75 t/ha de dolomita x 6 t/ha de humus de lombriz con 23.513 cm ocupó el primer lugar, fue superior a los demás tratamientos, siendo el tratamiento 0.5 t/ha de dolomita x 0 t/ha de humus de lombriz con 18.628 cm ocupó el último lugar; y los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios. Esta diferencia se debe a que fue distinto el efecto de dosis de dolomita y humus de lombriz a través de las propiedades físicas y biológicas.

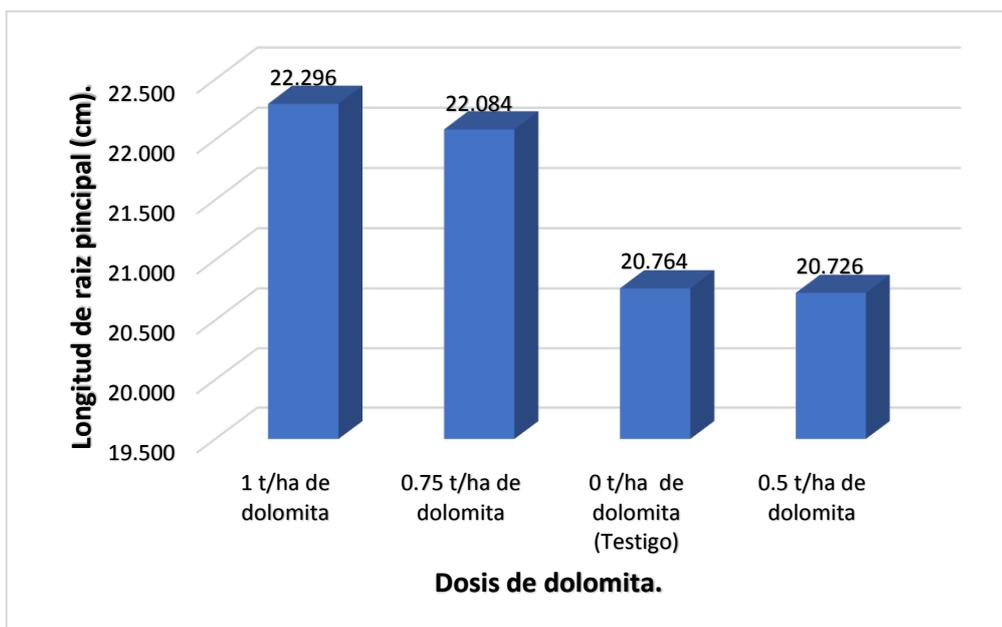
CUADRO N° 20: Prueba Tukey de Dosis de dolomita para longitud de raíz principal (cm)

ALS (5%)= 1.48

ALS (1%)= 1.88

Orden de Mérito	Dosis dolomita	Longitud de raíz (cm)	Significación	
			5%	1%
I	1 t/ha de dolomita	22.296	a	a
II	0.75 t/ha de dolomita	22.084	a b	a
III	0 t/ha de dolomita (Testigo)	20.764	b	a
IV	0.5 t/ha de dolomita	20.726	b	a

Gráfico 06: longitud de raíz principal (cm) para Dosis de dolomita.



En el cuadro N°20 se puede observar que la prueba de tukey realizado para la dosis de dolomita con aplicación de 1 t/ha fue superior con 22.296 cm al tratamiento sin dolomita 0.5 t/ha con una longitud 20.726 cm de raíz principal y los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios evaluados al 95% y 99% de confianza. Esta superioridad en la longitud de raíz principal se debe al efecto compuesto de dolomita es soluble y aumenta la absorción de amonio y fosforo; este estimula al crecimiento de la raíz.

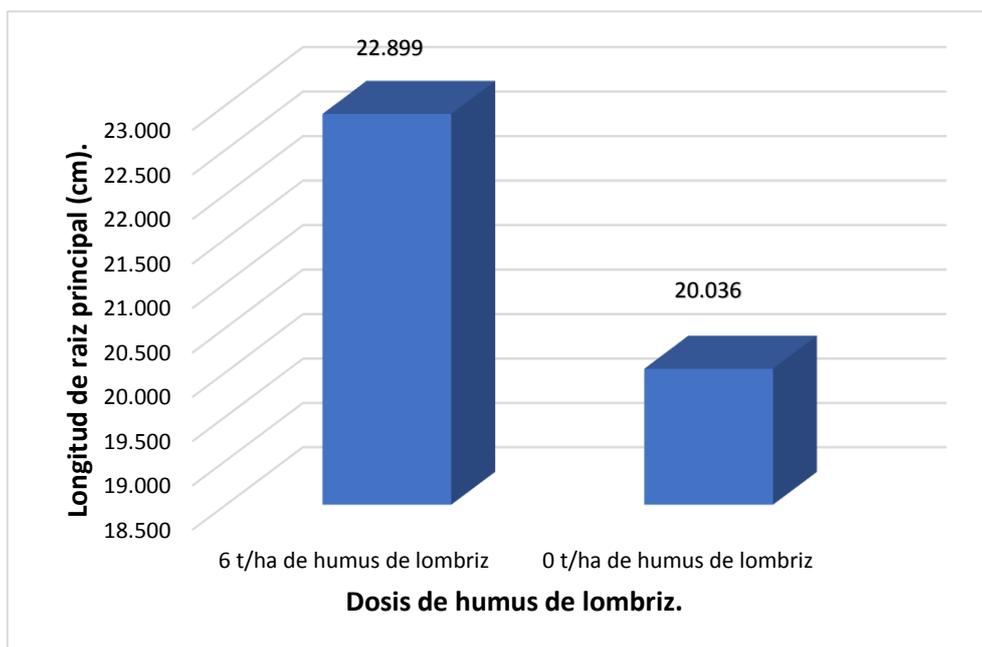
CUADRO N°21: Prueba Tukey de humus de lombriz para longitud de raíz principal (cm)

ALS (5%)= 0.782

ALS (1%)= 1.064

Orden de Mérito	Dosis de humus de lombriz	longitud de raíz (cm)	Significación	
			5%	1%
I	6 t/ha de humus de lombriz	22.899	a	a
II	0 t/ha de humus de lombriz	20.036	b	b

Gráfico 07: Longitud de raíz principal (cm) para dosis de humus de lombriz.



En el cuadro N°21 se puede observar que la prueba de tukey realizado para la dosis de humus de lombriz con aplicación de 6 t/ha es superior con 22.899 cm al tratamiento sin humus de lombriz 0 t/ha con una longitud 20.036 cm de la raíz principal evaluados al 95% y 99% de confianza. Esta superioridad en la longitud de la raíz principal se debe al efecto de las características, físicas y biológicas de humus de lombriz.

CUADRO N° 22: longitud de cabeza de repollo (cm)

Dosis. Repeticiones.	Dosis de dolomita 0 t/ha		Dosis de dolomita 0.5 t/ha		Dosis de dolomita 0.75 t/ha		Dosis de dolomita 1 t/ha		Total
	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	
I	29.750	32.630	31.460	33.000	31.930	33.500	30.980	32.600	255.850
II	30.920	32.810	29.070	33.500	30.500	34.000	31.760	33.810	256.370
III	29.430	32.710	29.920	31.000	31.000	33.900	30.900	34.540	253.400
IV	30.120	33.920	30.930	31.300	30.540	34.000	31.970	34.000	256.780
Suma	120.220	132.070	121.380	128.800	123.970	135.400	125.610	134.950	1022.400
Promedio	30.055	33.018	30.345	32.200	30.993	33.850	31.403	33.738	31.950
Dosis Dolomita.	0 t/ha de dolomita (Testigo) Suma = 252.290 Promedio = 31.536		0.5 t/ha de dolomita Suma = 250.180 Promedio = 31.273		0.75 t/ha de dolomita Suma = 259.370 Promedio = 32.421		1 t/ha de dolomita Suma = 260.560 Promedio = 32.570		1022.400 31.950
dosis de Humus de Lombriz.	0 t/ha Humus de lombriz Suma = 491.180 Promedio = 30.699				6 t/ha Humus de lombriz Suma = 531.220 Promedio = 33.201				1022.400 31.950

En el cuadro N°22 de longitud de cabeza se puede apreciar que existe una variación en la longitud de 30.055 cm hasta 33.850 cm con un promedio de 31.950 cm

CUADRO N° 23: ANVA para longitud de cabeza de repollo

F. de V.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.8610	0.2870	0.44	3.07000	4.87000	NS. NS.
Tratamientos	7	61.5633	8.7948	13.35	2.49000	3.64000	**
Dosis de dolomita (DD)	3	9.8934	3.2978	5.00	3.07000	4.87000	**
Dosis de humus de lombriz (HL)	1	50.1001	50.1001	76.03	4.32000	8.02000	**
Interacción DD * HL	3	1.5699	0.5233	0.79	3.07000	4.87000	NS. NS.
Error	21	13.8383	0.6590				
Total	31	76.2626	CV = 2.54%				

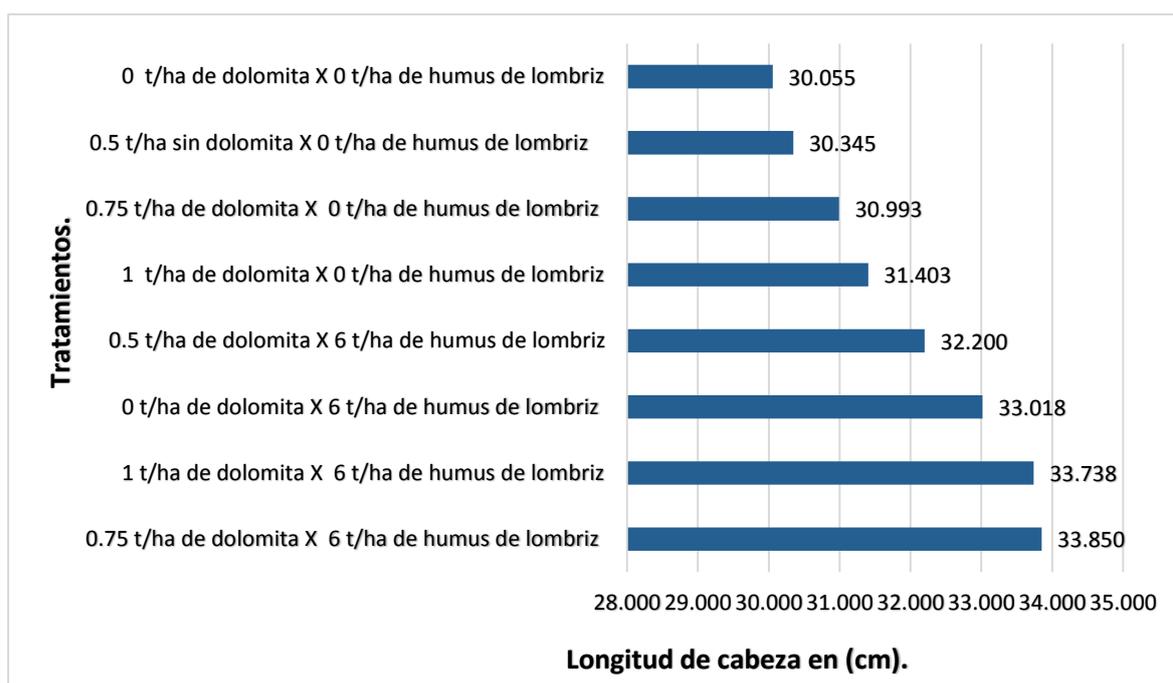
Del cuadro N°23 de ANVA para longitud de cabeza de repollo se desprende que, los bloques no presentan diferencia estadística al 95% y 99% de confianza; lo que indica que las repeticiones fueron adecuadamente distribuidas dentro de la unidad experimental y fueron homogéneas. Mientras tanto los tratamientos, dosis de dolomita y dosis de humus de lombriz, son significativos al 0.05 y 0.01 de probabilidad. El coeficiente de variabilidad de 2.54% indica que los datos analizados expresan confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado.

CUADRO N° 24: Prueba Tukey de tratamientos para longitud de cabeza de repollo (cm)

ALS (5%)= 1,924 ALS (1%)= 2,350

Orden de Mérito	Tratamientos	Longitud de cabeza (cm)	Significación	
			5%	1%
I	0.75 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	33,850	a	a
II	1 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	33,738	a b	a b
III	0 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	33,018	a b c	a b c
IV	0.5 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	32,200	a b c d	a b c d
V	1 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	31,403	c d e	c d e
VI	0.75 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	30,993	d e	c d e
VII	0.5 t/ha sin dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	30,345	d e	c d e
VIII	0 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	30,055	e	e

Gráfico 08: Longitud de cabeza de repollo (cm) para tratamientos.



Del cuadro N° 24 de Prueba de Tukey de tratamientos para longitud de cabeza del repollo se desprende que, estadísticamente los tratamientos son diferentes. Sin embargo, aritméticamente el tratamiento de 0.75 t/ha de dolomita x 6 t/ha de humus de lombriz con 33.850 cm ocupó el primer lugar, fue superior a los demás tratamientos, siendo el tratamiento testigo con 30.055 cm ocupó el último lugar; y los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios. Esta diferencia se debe al efecto de humus de lombriz por sus propiedades físicas y biológicas.

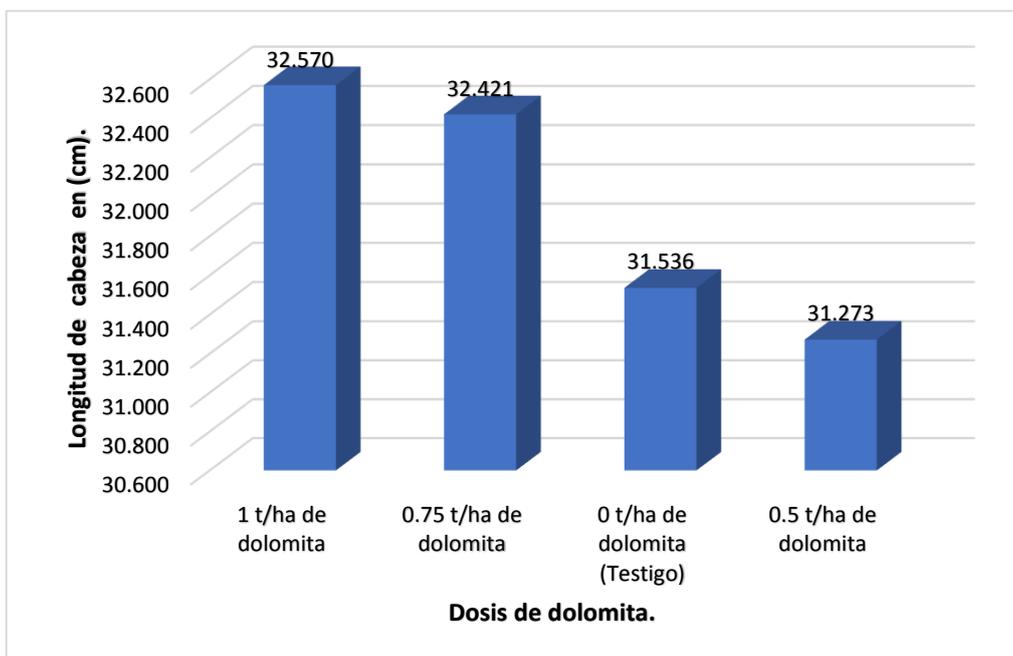
CUADRO N° 25: Prueba Tukey de Dosis dolomita para longitud de cabeza (cm)

ALS (5%)= 1.13

ALS (1%)= 1.43

Orden de Mérito	Dosis dolomita	Longitud de cabeza (cm)	Significación	
			5%	1%
I	1 t/ha de dolomita	32.570	a	a
II	0.75 t/ha de dolomita	32.421	a b	a
III	0 t/ha de dolomita (Testigo)	31.536	a b c	a
IV	0.5 t/ha de dolomita	31.273	c	a

Gráfico 09: longitud de cabeza de repollo (cm) para Dosis de dolomita.



En el cuadro N°25 se puede observar que la prueba de tukey realizado para la dosis de dolomita con aplicación de 1 t/ha es superior con 32.570 cm al tratamiento con dolomita 0.5 t/ha con una longitud de 31.273 cm de cabeza y los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios evaluados al 95% y 99% de confianza. Esta superioridad en la longitud de cabeza se debe más al efecto de las características, físicas y biológicas de lombriz y al efecto de dosis de dolomita por la falta de solubilidad total de este material encalante.

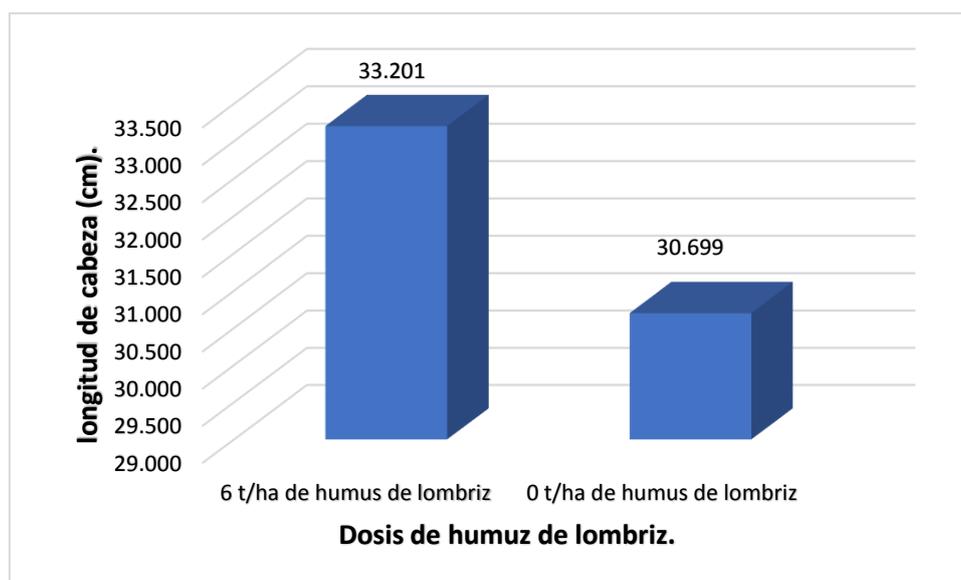
CUADRO N° 26: Prueba Tukey de humus de lombriz para longitud de cabeza de repollo (cm)

ALS (5%)= 0.597

ALS (1%)= 0.812

Orden de Mérito	Dosis de humus de lombriz	Longitud de cabeza (cm)	Significación	
			5%	1%
I	6 t/ha de humus de lombriz	33.201	a	a
II	0 t/ha de humus de lombriz	30.699	b	b

Gráfico 10: Longitud de cabeza de repollo (cm) para dosis de humus de lombriz.



En el cuadro N°26 se puede apreciar que la prueba de tukey realizado para la dosis de humus de lombriz con aplicación de 6 t/ha es superior con 33.201 cm al tratamiento sin humus de lombriz 0 t/ha con una longitud de 30.699 cm de cabeza evaluados al 95% y 99% de confianza. Esta superioridad en la longitud de cabeza se debe al efecto de las características, físicas y biológicas de humus de lombriz.

CUADRO N° 27: Altura de planta de repollo (cm)

Dosis. Repeticiones.	Dosis de dolomita 0 t/ha		Dosis de dolomita 0.5 t/ha		Dosis de dolomita 0.75 t/ha		Dosis de dolomita 1 t/ha		Total
	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	
I	38.500	45.800	39.470	43.700	39.600	44.900	39.400	44.800	336.170
II	37.900	41.700	40.700	44.500	39.800	43.800	40.000	48.900	337.300
III	39.600	47.500	39.700	46.300	39.800	44.000	39.200	45.600	341.700
IV	38.400	43.700	37.080	43.600	38.500	42.760	38.900	44.800	327.740
Suma	154.400	178.700	156.950	178.100	157.700	175.460	157.500	184.100	1342.910
Promedio	38.600	44.675	39.238	44.525	39.425	43.865	39.375	46.025	41.966
Dosis de dolomita	0 t/ha de dolomita (Testigo) Suma = 333.100 Promedio = 41.638		0.5 t/ha de dolomita Suma = 335.050 Promedio = 41.881		0.75 t/ha de dolomita Suma = 333.160 Promedio = 41.645		1 t/ha de dolomita Suma = 341.600 Promedio = 42.700		1342.910 41.966
Dosis de humus de lombriz.	0 t/ha Humus de lombriz Suma = 626.550 Promedio = 39.159				6 t/ha Humus de lombriz Suma = 716.360 Promedio = 44.773				1342.910 41.966

En el cuadro N°27 de altura de planta se puede apreciar que existe una variación en la altura de 38.600 cm hasta 46.025 cm con un promedio de 41.966 cm.

CUADRO N° 28: ANVA para la altura de la planta

F. de V.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	12.7674	4.2558	2.54	3.07000	4.87000	NS. NS.
Tratamientos	7	263.6539	37.6648	22.50	2.49000	3.64000	**
Dosis de dolomita (DD)	3	6.0551	2.0184	1.21	3.07000	4.87000	NS. NS.
Dosis de humus de lombriz (HL)	1	252.0574	252.0574	150.60	4.32000	8.02000	**
Interacción DD * HL	3	5.5414	1.8471	1.10	3.07000	4.87000	NS. NS.
Error	21	35.1464	1.6736				
Total	31	311.5678	CV = 3.08%				

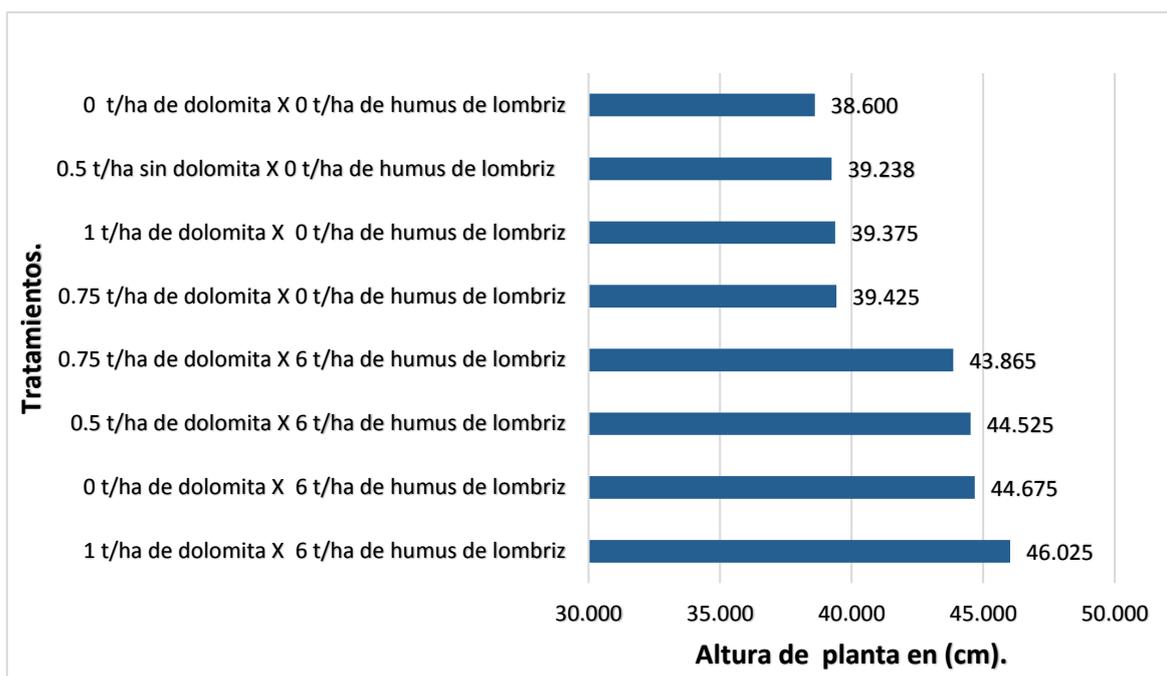
Del cuadro N°28 de ANVA para la altura planta se desprende que, los bloques no presentan diferencia estadística al 95% y 99% de confianza, lo que indica que las repeticiones fueron adecuadamente distribuidas dentro de la unidad experimental y fueron homogéneas. Mientras tanto los tratamientos y dosis de humus de lombriz presentan diferencias estadísticas al 95% y 99% de confianza. El coeficiente de variabilidad de 3.08% indica que los datos analizados expresan confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado.

CUADRO N° 29: Prueba Tukey de tratamientos para altura de planta (cm)

ALS (5%)= 3,066 ALS (1%)= 3,745

Orden de Mérito	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación	
			5%	1%
I	1 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	46,025	a	a
II	0 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	44,675	a b	a b
III	0.5 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	44,525	a b c	a b c
IV	0.75 t/ha de dolomita X 6 t/ha de humus de lombriz	43,865	a b c d	a b c d
V	0.75 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	39,425	e	e
VI	1 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	39,375	e	e
VII	0.5 t/ha sin dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	39,238	e	e
VIII	0 t/ha de dolomita X 0 t/ha de humus de lombriz	38,600	e	e

Gráfico 12: altura de planta (cm) para tratamientos.



En el cuadro N° 29 de Prueba de Tukey de tratamientos para altura de planta se desprende que, estadísticamente algunos de los tratamientos son diferentes. Sin embargo, aritméticamente el tratamiento de 1 t/ha de dolomita x 6 t/ha de humus de lombriz fu superior a los demás tratamientos con 46.025 cm de altura de cabeza, siendo el tratamiento 0 t/ha de dolomita x 0 t/ha de humus de lombriz con 38.600 cm que ocupó el último lugar. Esta diferencia se debe a que el efecto de dosis de dolomita similar y humus de lombriz fue distinto en altura de planta de repollo.

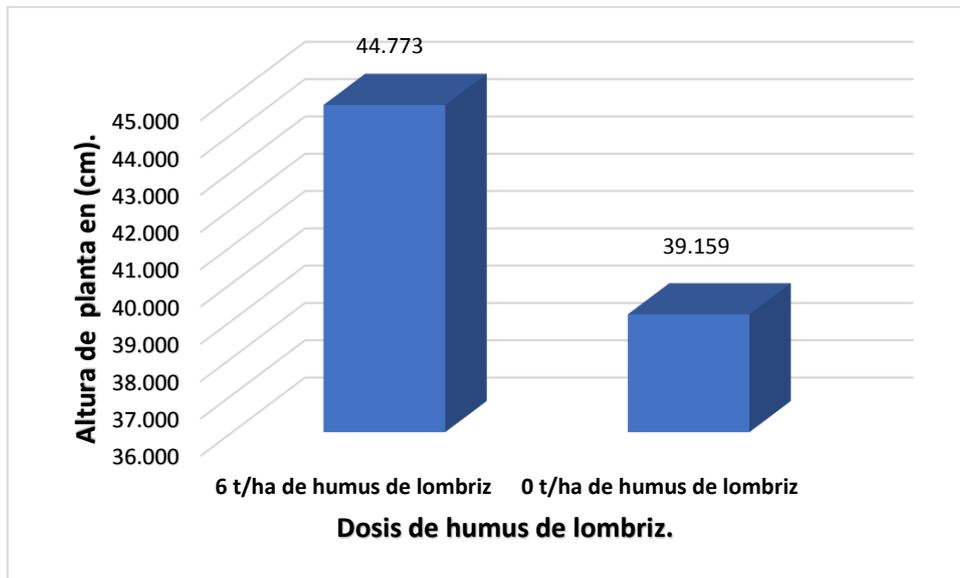
CUADRO N°30: Prueba Tukey de humus de lombriz para altura de planta (cm)

ALS (5%)= 0.951

ALS (1%)= 1.294

Orden de Mérito	Dosis de humus de lombriz	Altura de planta (cm)	Significación	
			5%	1%
I	6 t/ha de humus de lombriz	44.773	a	a
II	0 t/ha de humus de lombriz	39.159	b	b

Gráfico 11: Altura de planta (cm) para dosis de humus de lombriz.



En el cuadro N° 30 se puede observar que la prueba de tukey realizado para la dosis de humus de lombriz con aplicación de 6 t/ha es superior con 44.773 cm al tratamiento sin humus de lombriz 0 t/ha con una altura de 39.159 cm de cabeza evaluados al 95% y 99% de confianza. Esta superioridad en altura de planta se debe al efecto de las características, físicas y biológicas de humus de lombriz.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1 CONCLUSIONES

A. RENDIMIENTO DE REPOLLO

1. Peso fresco de cabeza

En peso fresco de cabeza el tratamiento de 0.75 t/ha de dolomita x 6 t/ha de humus de lombriz fue superior a los demás tratamientos con 148.600 t/ha de peso de cabeza, siendo el tratamiento testigo con 117.785 t/ha que ocupó el último lugar.

B. COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE REPOLLO

1. Diámetro de cabeza

En diámetro de cabeza se desprende aritméticamente el tratamiento de 0.75 t/ha de dolomita x 6 t/ha de humus de lombriz fue superior a los demás tratamientos con 22.675 cm de diámetro de cabeza, siendo el tratamiento testigo con 19.700 cm que ocupó el último lugar.

2. Longitud de raíz principal

En longitud de raíz principal de repollo aritméticamente el tratamiento de 0.75 t/ha de dolomita x 6 t/ha de humus de lombriz con 23.513 cm ocupó el primer lugar, fue superior a los demás tratamientos, siendo el tratamiento testigo con 18.628 cm ocupó el último lugar; y los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios.

3. Longitud de cabeza de repollo

En longitud de cabeza del repollo aritméticamente el tratamiento de 0.75 t/ha de dolomita x 6 t/ha de humus de lombriz con 33.850 cm ocupó el primer lugar, fue superior a los demás tratamientos, siendo el tratamiento testigo con 30.055 cm que ocupó el último lugar; y los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios.

4. Altura de planta de repollo

En altura de cabeza de repollo aritméticamente el tratamiento de 1 t/ha de dolomita x 6 t/ha de humus de lombriz fue superior a los tratamientos con 46.025 cm de altura de cabeza, siendo el tratamiento testigo con 38.600 cm que ocupó el último lugar; y los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios.

7.2 SUGERENCIAS

- Mejorar o probar a través de los Bachilleres de Agronomía realizar el experimento con otras dosis más altas de dolomita en el mismo cultivo.
- Realizar evaluaciones de dosis de dolomita probando otros cultivos de hoja en el mismo campo experimental como en otras zonas.
- Realizar estudios agregando dolomita con un año de anticipación al terreno de cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Carrillo, E.E. (1996).** “Efecto en la densidad de siembra y fertilización en el rendimiento y calidad de la col morada (*Brassica oleracea L. var. capitata*). Tesis presentada para optar el título de Ingeniero Agrónomo UNALM.
2. **Ferruzzi, C. (1994).** “manual de lombricultura”.
3. **Gomero, L. (1991).** “Características de humus de lombriz”.
4. **Guerrero, B. J. (1993).** “abonos orgánicos – tecnología para el manejo ecológico del suelo”. Primera edición. Lima – Perú
5. **Guevara, P. M. (1974).** “Estudio comparativo de rendimiento en seis variedades de repollo en K’ayra”. Tesis presentada para optar el título de Ingeniero Agrónomo – UNSSAC.
6. **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.
7. **Izquierdo, M. R. (2016).** “proyecto de factibilidad en la producción de humus de lombriz y compos con microorganismos eficientes para el agro en la provincia de santa elena”
8. **Jaramillo, E. J. (2006).** “El cultivo de Crucíferas”. Manual técnico N° 20. CORPOICA- Colombia.
9. **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.
10. **Maroto, B. J.V. (2002).** “Horticultura herbácea especial”. 5ta Edición. Ed. Mundi Prensa. Madrid- España.
11. **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 título de Ingeniero Agrónomo K’ayra – Cusco.
12. **Montes, A y Holle. (1972).** “Descripción de algunos cultivos Olerícolas”, Universidad Nacional Agraria La Molina, Programa Académico de Agronomía.

13. **Pietsch, R. (2006).** “Cultivo de repollo”. Ediciones INTA. Corrientes- Argentina.
14. **Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú Capacítate Perú “APROLAB”. (2007).** “Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces”. Folletos 001. Lima-Perú.
15. **Sánchez, C. (2004).** “Abonos orgánicos y lombricultura”.
16. **Siura y Ugas, R. (2006).** “Programa de horticultura”. Universidad Nacional Agraria La Molina. Edición EdiAgraria.
17. **Valencia, A.L. (1995).** “Cultivo de hortalizas de hoja”: Col y lechuga. Manual N° 3-95. Lima- Perú.
18. **Vitorino, F.B. (2010).** Fertilidad de Suelos y Abonamiento. Texto Universitario. UNSAAC – Cusco – Perú.
19. **Zirena, D. José. (1998).** “Elementos plásticos y oligoelementos”. Universidad Nacional Técnica de Cajamarca.
20. **www.fitohobby.com.que**
21. **<http://felixmaocho.wordpress.com>**
22. **www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=1205**
23. **www.gardencenterejea**
24. **<http://www.rocasym minerales.net/dolomita/>,**
25. **<http://www.lithovit.es/>**
26. **www.nuprec.com/Nuprec.56**
27. **<http://arbitae.com/tiendaagro/dolomita.html>**
28. **www.agroes.es/agricultura/el-suelo/148-ph-del-suelo-agricultor,**
29. **<http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/UNSM/686>**

ANEXOS

CUADRO N°31. Análisis de fertilidad – Análisis de humus de lombriz y dolomita (carbonato de calcio)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú
- FAX: 238156 - 238173 - 222512
- RECTORADO
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226
- CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- LOCAL CENTRAL
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015
- MUSEO INKA
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380
- CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS**

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : C. DE LOMBRICULTURA, K'AYRA, SAN JERONIMO – CUSCO.

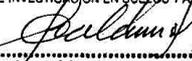
INSTITUCION SOLICITANTE : EMERSON AVELINO PAÑO ANCASI.

ANALISIS DE FERTILIDAD :

N°	CLAVE	mmhos/cm		pH	%			ppm	
		C.E.			CaCO ₃	M.ORG.	N.TOTAL	P ₂ O ₅	K ₂ O
01	M.TIERRA	0.54		7.90	--	4.60	0.23	108.3	77
02	H. LOMBRIZ	0.86		7.30	--	7.48	0.37	117.6	450
03	M. DIATOMITA	--		10.40	38.322	--	--	--	--

CUSCO-K AYRA, 17 DE NOVIEMBRE DEL 2,017.

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS


Mgt. Arcadio Calderón Choquechambi
DIRECTOR

CUADRO N° 32: Peso de la cabeza de repollo (kg)

Dosis. Repeticiones.	Dosis de dolomita 0 t/ha		Dosis de dolomita 0.5 t/ha		Dosis de dolomita 0.75 t/ha		Dosis de dolomita 1 t/ha		Total
	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	Humus de lombriz 0 t/ha	Humus de lombriz 6 t/ha	
I	2.623	3.670	3.367	3.306	3.291	3.340	3.056	3.133	25.786
II	3.434	3.331	3.033	3.572	2.859	3.670	3.133	3.971	27.003
III	2.670	3.247	2.794	4.006	3.259	3.580	2.815	3.596	25.967
IV	3.050	4.024	2.870	3.484	2.698	4.270	3.497	4.070	27.963
Suma	11.777	14.272	12.064	14.368	12.107	14.860	12.501	14.770	106.719
Promedio	2.944	3.568	3.016	3.592	3.027	3.715	3.125	3.693	3.335
Dosis de Dolomita	0 t/ha sin dolomita (Testigo) Suma = 26.049 Promedio = 3.256		0.5 t/ha de dolomita Suma = 26.432 Promedio = 3.304		0.75 t/ha de dolomita Suma = 26.967 Promedio = 3.371		1 t/ha de dolomita Suma = 27.271 Promedio = 3.409		106.719 3.335
Dosis de humus de lombriz.	0 t/ha Humus de lombriz Suma = 48.449 Promedio = 3.028				6 t/ha Humus de lombriz Suma = 58.270 Promedio = 3.642				106.719 3.335

Fotografía N°13: Control de malezas.



Fotografía N° 14: Regando la parcela del experimento para el transplante.



Fotografía N° 15: Control de malezas en crecimiento.



Fotografía N° 16: Cosecha del cultivo.



Fotografía N° 17: Medición de cabeza.



Fotografía N° 18: Peso de cabeza de repollo.



Fotografía N° 19: Medición de raíz principal.

