

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



EFFECTO DEL ABONAMIENTO DE GUANO DE ISLAS Y HUMUS
DE LOMBRIZ EN EL RENDIMIENTO DEL REPOLLO MORADO
(*Brassica oleracea* L.var. capitata - rubra) EN EL C.I.P.

CAMACANI - PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:

VLADIMIR RAMOS LLANOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



EFFECTO DEL ABONAMIENTO DE GUANO DE ISLAS Y HUMUS DE LOMBRIZ EN EL RENDIMIENTO DEL REPOLLO MORADO (*Brassica oleracea* L. var. capitata - rubra) EN EL C.I.P. CAMACANI – PUNO

TESIS PRESENTADO POR:
VLADIMIR RAMOS LLANOS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR :

PRESIDENTE :
D.Sc. Rafael Velásquez Huallpa

PRIMER MIEMBRO :
Ing. Mario Ángel Solano Larico

SEGUNDO MIEMBRO :
D.Sc. Israel Lima Medina

DIRECTOR / ASESOR :
Ing. M.Sc. Francis Miranda Choque

ÁREA : Ciencias Agrícolas
TEMA : Manejo agronómico de hortalizas, forestales, plantas ornamentales, aromáticas y Medicinales

FECHA DE SUSTENCION: 31 DE JULIO DEL 2019

DEDICATORIA

A Dios ya mis abuelos, quienes desde el cielo me guían mi camino. A mis padres; Leandro Ramos Colquehuaca y Julia Llanos Mamani, son pilares fundamentales en mi vida, les dedico todo mi esfuerzo en reconocimiento a todo el sacrificio puesto para que yo pueda seguir adelante, se merecen esto y mucho más. A mis hermanos; Javier, Wilcer, Mary, Ayde y Ruht, por su apoyado incondicional. A mis sobrinos, Leandro, Abel Li, Dayiros, Asumí, Samir, Yureimy y Evans, llenan de alegría cada día de mi vida.

A todos ustedes, con amor.

Al Ing. Francis Miranda Choque por su paciencia y apoyo incondicional durante la elaboración del presente trabajo.

VLADIMIR

AGRADECIMIENTO

- Al Ingeniero Francis Miranda Choque, por su apoyo en el asesoramiento y permanente colaboración, en la conducción y culminación del presente trabajo de tesis.
- A Ing. Amadeo Atencio Duranb Administrador del Centro de Investigación y Producción Camacani, y a los trabajadores.
- A mis familiares y demás seres queridos, por brindarme un apoyo incondicional y ser el soporte para mi formación profesional.
- A todos los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía de la FCA por sus consejos y enseñanzas durante mi estadía en las aulas.
- A mis amigos y compañeros por sus consejos y apoyo incondicional.

¡MUCHAS GRACIAS A TODOS!

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
I. INTRODUCCIÓN	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. Características del Repollo	15
2.1.1.El Repollo (<i>Brassica oleracea</i> L.)	15
2.1.2.Origen e Importancia.....	15
2.2. Descripción taxonómica del repollo morado	16
2.3. Descripción morfológica del repollo morado	16
2.4. Variedades.....	18
2.5. Fenología del cultivo de repollo.....	19
2.6. Importancia del nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de repollo.....	20
2.7. Cultivo de repollo.....	21
2.7.1.Clima y suelo para el cultivo de repollo.....	21
2.7.2.Ecología del repollo	21
2.7.3.Características de la semilla	22
2.7.4.Metodos de siembra.....	22
2.7.5.Endurecimiento	22
2.7.6.Trasplante	22
2.7.7.Fertilización del cultivo de repollo	23
2.7.8.Labores culturales del cultivo del repollo	23
2.7.9.Cosecha y postcosecha.....	24
2.8. Comercialización	24
2.9. Valor nutritivo del repollo.....	25
2.10. Abonos orgánicos	25
2.10.1.Beneficios del uso de abonos orgánicos.....	26
2.11. Los abonos.....	26
2.12. La agricultura orgánica.....	27
2.13. Guano de islas.....	27
2.13.1.Propiedades del Guano de Isla	28
2.13.2.Abonamiento con guano de islas	28
2.14. Humus de lombriz.....	29

2.14.1.Composición química del humus.....	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1. Lugar de investigación	31
3.2. Método de investigación.....	31
3.3. Análisis de suelo experimental.....	31
3.4. Temperaturas registradas	32
3.5. Características del campo experimental.....	33
3.6. Material experimental.....	34
3.6.1.Semilla de repollo morado.....	34
3.6.2.Guano de islas	34
3.6.3.Humus de lombriz.....	34
3.7. Factores en estudio.....	35
3.8. Diseño experimental	36
3.9. Conducción del experimento	36
3.10. Variables de respuesta y observaciones	38
3.11. Metodología de la medición de las variables de respuesta	38
3.12. Procesamiento y análisis de datos.....	39
IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Rendimiento de cabezas de repollo por ha.....	40
4.2. Periodo de días en la producción de repollo morado.	44
4.3. Parámetros biométricos del repollo morado.....	45
4.3.1.Número de hojas por planta.....	45
4.3.2.Ancho de hoja por planta.....	49
4.3.3.Largo de hoja.....	52
4.3.4.Diámetro polar	54
4.3.5.Diámetro ecuatorial	56
4.3.6.Altura de planta	59
V. CONCLUSIONES	63
VI.RECOMENDACIONES	64
VII. REFERENCIAS	65
ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Temperatura media registrada dentro del invernadero.	33
Figura 2. Periodo de días y fase fenológica del repollo morado.....	44
Figura 3. Efecto de las dosis de guano de islas sobre ancho de hoja/planta. .	50
Figura 4. Efecto de las dosis de humus de lombriz sobre ancho de hoja/planta.	50
Figura 5. Efecto de las dosis de guano de islas sobre largo de hoja/planta. ...	53
Figura 6. Efecto de las dosis de humus de lombriz sobre largo de hoja/planta.	53
Figura 7. Sobres de semillas de repollo var. capitata-rubra.	83
Figura 8. Preparación en almacigo.....	83
Figura 9. Siembra de semillas en almacigo.....	84
Figura 10. Desarrollo de plántulas en almacigo	84
Figura 11. Plántulas de repollo morado en almacigo	85
Figura 12. Área de terreno del invernadero para el experimento.	85
Figura 13. Preparación de terreno para el experimento.	86
Figura 14. Distribución de tratamientos según croquis.....	86
Figura 15. Pesado de humus de lombriz para cada parcela experimental.	87
Figura 16. Aplicación de humus de lombriz.....	87
Figura 17. Trasplante de plántulas de repollo morado por tratamiento	88
Figura 18. Evaluación del crecimiento de las plántulas de repollo morado.	88
Figura 19. Desarrollo vegetativo de hojas de repollo	89
Figura 20. Medición de características de hoja de repollo.	89
Figura 21. Cabezas de repollo cosechadas por tratamiento	90
Figura 22. Pesado de cabeza de repollo.....	92
Figura 23. Deshojado de hojas para determinar número de hojas por cabeza de repollo	91
Figura 24. Croquis de distribución de tratamientos.	92
Figura 25. Certificado de análisis de suelo.....	93
Figura 26. Certificado de análisis de semilla	94

.ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dosis de abonamiento con guano de islas para diferentes cultivos...	29
Tabla 2. Composición química de humus de lombriz	30
Tabla 3. Análisis físico – químico del suelo experimental antes de la instalación del trabajo experimental.	32
Tabla 4. Dosis de abonos orgánicos en kg/ha y g / 1.08 m ²	35
Tabla 5. Análisis de varianza para rendimiento del repollo.....	40
Tabla 6. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de guano de islas sobre rendimiento del repollo por planta.	41
Tabla 7. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de Humus de lombriz sobre rendimiento del repollo.	42
Tabla 8. Análisis de varianza para número de hojas por planta antes de la cosecha	46
Tabla 9. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de guano de islas sobre número de hojas por planta.....	47
Tabla 10. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de Humus de lombriz sobre número de hojas por planta.....	48
Tabla 11. Análisis de varianza para ancho de hoja por planta antes de la cosecha	49
Tabla 12. Análisis de varianza para largo de hoja por planta antes de la cosecha	52
Tabla 13. Análisis de varianza para diámetro polar del repollo por planta antes de la cosecha	54
Tabla 14. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de guano de islas sobre diámetro polar del repollo por planta.	55
Tabla 15. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de Humus de lombriz sobre diámetro polar de repollo.....	55
Tabla 16. Análisis de varianza para diámetro ecuatorial del repollo por planta antes de la cosecha	56
Tabla 17. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de guano de islas sobre diámetro polar del repollo por planta.	57
Tabla 18. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de Humus de lombriz sobre diámetro ecuatorial del repollo.	58

Tabla 19. Análisis de varianza para altura de planta antes de la cosecha	59
Tabla 20. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de guano de islas sobre altura de planta.....	60
Tabla 21. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de Humus de lombriz sobre altura de planta.....	61
Tabla 22. Periodo de días y fases fenológicas del cultivo de repollo morado..	72
Tabla 23. Altura de planta evaluada por tratamiento antes de la cosecha	73
Tabla 24. Número de hojas /planta evaluada por tratamiento antes de la cosecha	74
Tabla 25. Ancho de hoja/planta evaluada por tratamiento antes de la cosecha	75
Tabla 26. Largo de hoja/planta evaluada por tratamiento antes de la cosecha	76
Tabla 27. Diámetro polar del repollo/planta evaluada por tratamiento antes de la cosecha	77
Tabla 28. Peso unitario de cabeza de repollo/planta evaluada por tratamiento antes de la cosecha	78
Tabla 29. Rendimiento total de cabezas de repollo por 1.08 m ² por tratamiento antes de la cosecha.	79
Tabla 30. Resumen de rendimiento total de cabezas de repollo por 1.08 m ² por tratamiento antes de la cosecha.....	80
Tabla 31. Rendimiento total de cabezas de repollo (kg/ha) por tratamiento.	80
Tabla 32. Rendimiento total de cabezas de repollo (t/ha) por tratamiento.....	80
Tabla 33. Registro de temperaturas medias dentro de invernadero (°C).....	81
Tabla 34. Contenido de elementos nutritivos de guano de islas y humus de lombriz.....	82
Tabla 35. Elementos nutritivos de guano de islas y humus de lombriz.....	82
Tabla 36. Dosis de elementos nutritivos por tratamiento	82

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

F.V. = Fuente de variabilidad

Fc = F calculada

G.L. = Grados de libertad

C.M. = Cuadrados medios

C.V. = Coeficiente de variación o coeficiente de variabilidad

S.C. = Suma de cuadrados

n.s. = No significativo

* = Es significativo

** = Es altamente significativo

cm = Centímetros

kg = kilogramos

t/ha = toneladas por hectárea

RESUMEN

El repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. capitata-rubra) es una hortaliza nutritiva, apreciado por los consumidores, y es considerado como un alimento nutracéutico por contener antocianinas que previenen enfermedades en el organismo humano. El trabajo se ejecutó en un invernadero del Centro de Investigación y Producción Camacani, de la Universidad Nacional del Altiplano, ubicado a 3850 m.s.n.m. en el distrito de Platería de la provincia de Puno. El objetivo principal fue: Determinar el efecto del guano de islas y del humus de lombriz a diferentes dosis en las características biométricas y rendimiento del cultivo de repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. capitata-rubra); los objetivos específicos fueron: Conocer el periodo productivo del repollo morado a la aplicación de las distintas dosis de guano de islas y de humus de lombriz; Evaluar la altura de planta, número de hojas, largo y ancho de hoja, diámetro polar y ecuatorial del cultivo de repollo morado. El experimento fue conducido con el diseño Completamente al Azar con un arreglo factorial de 3 dosis de guano de islas por 3 dosis de humus de lombriz, con 9 tratamientos y 3 repeticiones, con 27 unidades experimentales. Los resultados fueron: Los mayores rendimientos en el repollo fueron de 82.30 y 81.02 t/ha que corresponden al aplicar una dosis de 1000 kg/ha de guano de islas y 5000 kg/ha de humus de lombriz respectivamente, en cambio en el testigo se obtuvo 50.77 a 55.45 t/ha. El menor número de días para la producción del repollo morado fue 131 días, se obtuvo aplicando una dosis de 1000 kg/ha; la mayor altura de planta fue de 12,71 cm aplicando la dosis 1000 kg/ha de guano de islas frente al testigo que fue de 12.28 cm; el mayor número de hojas fue de 16.41 con la dosis 1000 kg/ha de guano de islas, frente al testigo con 15.93; en el ancho de hojas se obtuvo 19.60 cm. con la dosis 10000 Kg/ha de humus de lombriz, seguido por la dosis 1000 kg/ha de guano de islas con 19.31cm; asimismo, en el largo de hoja no hay diferencias estadísticas, numéricamente oscilan de 20.33 a 21.09 cm; el mayor diámetro polar de 45.46 cm se obtuvo aplicando la dosis 1000 kg/ha de guano de islas, frente al testigo con 39.09 cm; y el mayor diámetro ecuatorial obtenido fue de 41.07 cm aplicando la dosis 1000 kg/ha de guano de islas, frente a testigo cuyo diámetro fue de 35.57cm. El mayor rendimiento obtenido fue de 82.30 y 81.02 t/ha que corresponden al aplicar las dosis de 1000 kg/ha de guano de islas y 5000 kg/ha de humus de lombriz respectivamente, y el testigo se obtuvo 50.77 a 55.45 t/ha de esta manera se comportó el repollo morado en el invernadero.

Palabras clave: Abono orgánico, Hortalizas, Invernadero, Repollo morado.

ABSTRACT

Red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata-rubra*) is a nutritious vegetable, appreciated by consumers, and is considered as a nutraceutical food to contain anthocyanins to prevent disease in the human body. The work was carried out in a greenhouse at the Center for Research and Production Camacani of the Universidad Nacional del Altiplano, located at 3850 meters above sea level in the plateria district of the province of Puno. The main objective was to determine the effect of guano islands and vermicompost at different doses in the biometric characteristics and crop yield of purple cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata- rubra.*); the specific objectives were to examine the production of purple cabbage period the application of different doses of guano islands and vermicompost; Evaluating plant height, leaf number, leaf length and width, polar and equatorial diameter of purple cabbage cultivation. The experiment was conducted in completely randomized design with a factorial arrangement of 3 doses of guano islands by 3 doses of vermicompost, with 9 treatments and 3 repetitions, with 27 experimental units. The results were: The highest yield in cabbage were 82.30 and 81.02 t / ha corresponding to a dose of 1000 kg / ha of guano islands and 5000 kg / ha vermicompost respectively, while in the witness 50.77 to 55.45 won t / ha. The fewer days for the production of purple cabbage fue131 days, was obtained using a dose of 1000 kg / ha; the highest plant height was 12,71 cm dose applying 1000 kg / ha of guano islands vs. control was 12.28 cm; the greater number of leaves was dose 16.41 1000 kg / ha of guano islands, compared with the control with 15.93; in width it was obtained sheets 19.60 cm. dose 10000 kg / ha vermicompost, followed by dose 1000 kg / ha of manure con19.31cm islands; also, in the long sheet there were no statistical differences numerically ranging from 20.33 to 21.09 cm; the largest diameter of 45.46 cm polar was obtained by applying the dose 1000 kg / ha of guano islands, compared with the control with 39.09 cm; and greater equatorial diameter of 41.07 cm was obtained using the dose 1000 kg / ha of guano islands, vs control was 35.57cm diameter. The higher yield obtained fuer 82.30 and 81.02 t / ha corresponding to applied doses of 1000 kg / ha of guano islands and 5000 kg / ha vermicompost respectively, and the control 50.77 was obtained 55.45 t / ha purple cabbage this way behave in the greenhouse.

Keywords: Organic manure, Vegetables, Worm humus, Greenhouse, Red cabbage.

I. INTRODUCCIÓN

El valor de las hortalizas es muy significativo desde el punto de vista nutricional y como fuente de riqueza natural renovable que generan valores económicos en las familias rurales que las producen. El consumo de hortalizas constituye una alimentación de volumen que contribuyen a mejorar la digestión. También son ricas en sales minerales principalmente en calcio y fierro y con ello mejoran la nutrición funcional. Las hortalizas tienen alto contenido de vitaminas. Junto con las frutas, constituyen las mejores fuentes naturales de vitaminas frescas para la nutrición humana. (Cerna, 2011)

El repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. capitata - rubra), es una hortaliza que se cultiva para el aprovechamiento de sus hojas, el color morado que posee se debe a su contenido de antocianinas (Reardon, 2010), de esta hortaliza se consumen sus hojas ya sean cocidas o crudas en ensaladas (Goites, 2008).

La diferencia que tienen los repollos morados con los verdes es por la presencia de antocianina, un pigmento de la familia de los flavonoides, que son potentes antioxidantes y tienen vitamina A, B₆ y C, potasio, fibra y es bajo en grasas, atribuyendo beneficios para la salud humana (Zamora, 2016). El repollo morado, también es conocido como col lombarda o col morada, es muy habitual en el mercado, es originario de la zona mediterránea y fue cultivada por los egipcios desde el año 2500 a.c. (Fuentes y Pérez, 2003). El repollo morado contiene flavonoides, entre los que destacan son las antocianinas (Salinas, *et al.*, 2009), el interés en los pigmentos antociánicos se ha intensificado recientemente debido a sus propiedades farmacológicas y terapéuticas (Garzón, 2008), actúan en la reducción de enfermedades coronarias, tumores, diabetes, así como efectos antiinflamatorios (García, 2016), protegen contra el cáncer y mejoran el funcionamiento del cerebro (Reardon, 2010), las antocianinas muestran una actividad antioxidante, atrapa radicales libres y actúan como agentes quimioprotectores (Aguilera, *et al.*, 2011).

Generalmente la producción de hortalizas, se hacen en base a agroquímicos sintéticos, los fertilizantes sintéticos, tales como la urea, el fosfato diamónico y

otros, se emplean para elevar los rendimientos del cultivo, sin saber que el uso excesivo de estos fertilizantes trae problemas de acidificación, salinización, erosión y contaminación del suelo, las cuales en un futuro limitarían la producción de hortalizas entre ellas el repollo, pues su uso es directo. (Nina, 2014).

En la zona circunlacustre de Puno y a nivel familiar se cultiva una serie de hortalizas, desde lechugas, repollos, rabanitos, zanahorias, cebollas, acelgas, beterragas, oréganos y entre algunas otras hortalizas, que se han adaptado a las condiciones ambientales de la zona, por lo que, es necesario impulsar la producción agroecológica. El presente trabajo de investigación, propone el cultivo del repollo morado, con la aplicación de guano de islas y humus de lombriz, siendo éste un cultivo orgánico, nutritivo y con alto contenido de antocianinas, clasificado como alimento nutraceutico. En consecuencia, se considera como una alternativa de producción hortícola para los productores horticultores de la región de Puno. Por lo antes mencionado, los objetivos planteados son:

Objetivo general

Determinar el efecto del guano de islas y humus de lombriz a diferentes dosis de aplicación, en el rendimiento y la características biométricas del cultivo repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. capitata- rubra) en el invernadero del C.I.P. Camacani – Puno.

Objetivos específicos

- a) Determinar el peso del repollo morado y estimar el rendimiento del cultivo por efecto de la aplicación de diferentes dosis de guano de islas y humus de lombriz.
- b) Conocer el periodo de días para la producción de repollo morado frente a la aplicación de las distintas dosis de guano de islas y humus de lombriz.
- c) Evaluar la altura de planta, número de hojas, largo y ancho de hojas, diámetro polar y ecuatorial del repollo morado en respuesta a la aplicación de diversas dosis de guano de islas y humus de lombriz.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Características del Repollo

2.1.1. El Repollo (*Brassica oleracea* L.)

El repollo morado es una variedad seleccionada de la col común cultivada en toda Europa. Se cultiva, prepara y consume de la misma manera que las otras coles. Es de sabor ligeramente dulce. Normalmente se hace cocer y resulta un buen ingrediente para diversos platos. Las variedades redondas e intensamente coloreadas se emplean generalmente para encurtidos. (Muñoz, 2018).

2.1.2. Origen e Importancia

Su origen está ligado al área Mediterránea desde tiempo inmemorial. Tanto, es así que hay datos que indican que ya era cultivada por los egipcios hace 2.500 años antes de Cristo. Así mismo, también fue muy apreciada por los griegos y romanos con uso tanto en la cocina como en la medicina, ya que con ella elaboraban emplastos y cataplasmas de eficaz remedio para diversos males, fue la civilización romana la encargada de extender sus atributos culinarios y medicinales por todo el Mediterráneo. (Muñoz, 2018).

Pagalo (2014), manifiesta que la col es originaria de las zonas litorales atlánticas y mediterráneas de Europa. Es una planta conocida desde hace mucho tiempo. La col se origina de la planta salvaje *Brassica oleracea* L., procedente de la región mediterránea y, desde tiempos remotos se ha cultivado en Italia, Malta y Egipto.

Fuentes y Pérez, (2003), manifiestan que la importancia del cultivo es para aprovechar las hojas que conforman la cabeza, que pueden consumirse en estado fresco. Este cultivo es alto en vitamina C, en hierro y el contenido de glucosinatos ha sido probado como efectivo para la lucha contra el cáncer, principalmente el pulmonar, de igual forma se atribuyen a efectos en la reducción del colesterol sanguíneo.

2.2. Descripción taxonómica del repollo morado

Según el Sistema de Clasificación Filogenético de Adolf Engler, citado por Solano (2017) el repollo morado se ubica en la siguiente posición taxonómica:

REINO : Vegetal
 Sub REINO : Phanerogamae
 DIVISIÓN : Angiospermae
 CLASE : Dicotyledoneae
 Sub CLASE : Archychlamydeae
 ORDEN : Popaverales
 FAMILIA : Brassicaceae
 GÉNERO : Brassica
 ESPECIE : ***B. oleracea*** L.
 VARIEDAD : ***B. oler.*** L. var. Capitata - rubra
 CULTIVAR : Peral escarlata

2.3. Descripción morfológica del repollo morado

Según, Jaramillo y Díaz, (2005) Brassica es el nombre latino de las coles; término que deriva, a su vez, del latín caulis que significa tallo y que corresponde al nombre general en español, para el grupo de hortalizas que componen esta especie de $2n = 18$ cromosomas. Cuyas características morfológicas son:

Raíz.- es principalmente 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 los 5 y 30 cm de profundidad.

Tallo.- Herbáceos erguidos, cortos, poco ramificados, generalmente no sobrepasan los 30 cm, de altura; debido a que el crecimiento en longitud se detiene en un estado temprano.

Hojas.- Alternas, simples, sin estípulas, con frecuencia lobuladas de color verde glauco o rojizas, de bordes ligeramente aserrados, forma más o menos oval y

en el caso de las coles de Milán repollo Savoy son ásperas al tacto y de aspecto rizado.

Cabeza.- Como consecuencia de la hipertrofia de la yema vegetativa germinal y de la disposición envolvente de las hojas superiores, se forma la 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 movilizarán para la alimentación de la planta, necesaria para la emisión del talamo floral.

Flores.- Se forman en racimos terminales, los cuales se desarrollan a partir del tallo principal. Son de color amarillas, hipoginas, compuestas de cuatro sépalos y cuatro pétalos, formando una abertura terminal en forma de cruz, seis estambres, cuatro largos y dos cortos; un estilo cortó con estigma en forma de cabezuela; un ovario supero 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 entre 20 a 30 semillas.

Fruto.- Es una cápsula llamada silicua, la cual exhibe dehiscencia longitudinal a través de una hendidura de las paredes a lo largo de la línea placentaria al momento de la madurez fisiológica, para la dispersión natural de las semillas.

Semilla.- El repollo produce una semilla pequeña, con cerca 0.16 cm de diámetro; de forma globular, superficie lisa y de tonalidades cafés en su completa madurez.

Muñoz (2018), afirma que las cabezas de col pueden ser achatadas redondas o puntiagudas. A medida que maduran es deseable que los niveles de humedad sean más estables, porque una sequía, seguida por una lluvia, puede llevar al resquebrajamiento de las cabezas. El llamativo color violáceo de las hojas se debe a la antocianina, un pigmento muy saludable que además de ser antioxidante, ayuda a la proliferación de linfocitos un tipo de leucocitos con un importante papel en el sistema inmunitario. Además, es antiinflamatorio.

Una descripción completa sobre esta especie es la que propone Fuentes (2003) mencionando que el tallo durante el primer ciclo vegetativo herbáceo, grueso, corto, jugoso, erecto y sin ramificaciones; con entrenudos cortos, no presenta ramificaciones y no alcanza más de 30 cm. La cabeza del repollo corresponde a un tallo que sostiene gran número de hojas no desplegadas, que encierra la yema terminal y las hojas más jóvenes. Las semillas son pequeñas, redondas y de color café, pardo rojizo o negro; en una onza se encuentran 8900 (300 semillas/g). Su raíz cilíndrica, pivotante y posee raíces secundarias al igual que las otras variedades botánicas de la especie, presenta un sistema radical reducido y superficial, entre 40 y 45 cm. Las flores son centenas en racimos; la corola es amarillenta de pétalos ovalados de naturaleza hermafroditas, pero de polinización cruzada. La planta es auto estéril por su incompatibilidad de polen propio, por lo que presenta polinización entomófila.

2.4. Variedades

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 Expres, 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, Ruby Ball y Peral Escarlata (INTA, 2002).

2.5. Fenología del cultivo de repollo

Fuentes y Pérez (2003), indica que las plantas de repollo son bienales, en clima templado, tardan un año para crecer y otro para producir flores y semillas. En clima tropical la planta tiene un ciclo de tres a cuatro meses, por lo general no florece. El primer ciclo de su vida pertenece a la fase vegetativa, representado por el desarrollo de las raíces, hojas y tallos y termina con la producción de un tallo ancho y corto que actúa como órgano de reserva. Las hojas nuevas forman una masa compacta que se desarrolla desde el interior y no contiene clorofila. Estas hojas son suculentas y en ellas se encuentran grandes cantidades de almidón y azúcares.

a) Fase vegetativa. El primer ciclo de la vida del repollo o fase de crecimiento vegetativa, es el más importante para los productores y es útil para planificar las prácticas de manejo del cultivo.

- **Primera etapa:** Se realiza entre los ocho a diez días, inicia con la germinación de la semilla y termina cuando la plántula tiene cuatro y cinco hojas verdaderas; corresponde al momento apropiado para el trasplante. Durante esta etapa desarrollan su sistema radical y las primeras hojas verdaderas.

- **Segunda etapa:** Inicia desde el establecimiento de la planta al trasplante hasta que esta tiene de seis a ocho hojas. Luego de recuperarse del estrés del trasplante, las plantas entran en una fase de rápido aumento de biomasa. El área foliar se incrementa al igual que el sistema radical y el tallo de la planta.

- **Tercera etapa:** Llamada de preformación de cabeza, la planta continúa produciendo hojas de peciolo alargados y limbo extendidos, finaliza cuando la planta tiene aproximadamente doce hojas. Las hojas originadas hasta ese

momento, no forma parte de la cabeza y solo algunas de las producidas durante la última etapa se doblan ligeramente para formar una capa protectora.

- **Cuarta etapa:** Se caracteriza por la producción de hojas sin peciolo, que se superpone formando una bola (pella), estas crecen rápidamente, permitiendo el desarrollo de más hojas suculentas, hasta que la cabeza alcanza el tamaño propicio de cada cultivar. Al final de esta etapa, las hojas forman una cabeza compacta que al tacto se siente firme y dura; en algunos casos, las hojas interiores pueden producir mucha presión sobre las externas provocando rajaduras en la cabeza.

b) Fase reproductiva. Requiere el estímulo de bajas temperaturas, las que activan los procesos fisiológicos que culminan con la producción de uno o más tallos florales en los que se origina la inflorescencia.

2.6. Importancia del nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de repollo

Nitrógeno.- tiene un papel importante del nitrógeno en las plantas es su participación en la estructura de las moléculas de proteína, aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, fosfolípidos, así también en el proceso de la fotosíntesis, debido a que es indispensable para la formación de la molécula de clorofila. En consecuencia, está involucrada la mayoría de las reacciones bioquímicas determinantes en la vida vegetal. (Jaramillo y Díaz, 2006)

Fósforo.- El fosforo es un elemento esencial, determinante del crecimiento inicial de los tejidos vegetales, especialmente de las raíces. Su efecto determinante en la fructificación, es absorbido desde la solución fosfato dihidrógeno según el pH del suelo, se requiere en cantidades muy inferior al nitrógeno. Es un elemento móvil en la planta por lo que una vez absorbido por las raíces, se moviliza y trasloca desde las hojas basales hacia las hojas superiores. (Sierra, 2013)

Potasio.- También es importante, se le reconoce como un elemento que mejora la calidad, ya que extiende el período de llenado e incrementa el peso del fruto, fortifica los tallos, mejora la resistencia a plagas y enfermedades y ayuda a la planta a resistir mejor el estrés. (Jaramillo y Díaz, 2006).

2.7. Cultivo de repollo

2.7.1. Clima y suelo para el cultivo de repollo

Según Morales (2012), se cultiva en zonas con alturas que oscilan desde los 400 hasta los 1800 m.s.n.m. Con temperaturas que varían de los 15 y 28 °C. En los últimos años se ha introducido híbridos que se adaptan a climas cálidos, es decir se adaptan a temperaturas entre 22 y 35 °C y alturas entre 100 y 500 m.s.n.m.

El rango óptimo de temperatura para el desarrollo del repollo esta entre 15 y 18 °C (59 y 65 °F). Arriba de 25°C (77 °F) el desarrollo del repollo es lento, mientras que la temperatura mínima es de 0°C (32°F). La temperatura mínima del suelo para la germinación de la semilla es de 5°C y la máxima es de 35°C. (Zamora, 2016).

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, sobre todo porque en ellos son más frecuentes los ataques de la hernia de la col (*Piasmodiophora brassicae*). El repollo es considerado como medianamente resistente a la salinidad (Maroto, 2002).

2.7.2. Ecología del repollo

El cultivo de repollo se desarrolla y produce mejor en climas templados y frescos; este se cultiva en zonas con alturas entre 1600 y 2700 m.s.n.m., y temperaturas entre 14 a 22°C. Bajo condiciones de confinamiento, la temperatura optima en el suelo para la germinación de la semilla, es de 25 a 30°C, emergiendo una plántula a los 3 o cuatro días de sembrada; la temperatura mínima para su germinación esta alrededor de 5°C. El repollo es muy exigente en la humedad tanto del suelo como del ambiente. En un día caluroso, la planta transpira en promedio de 4 mm. La humedad relativa alta favorece al ataque de patógenos foliares en especial el hongo ascomiceto (*Mycosphaerella brassicola*), que causa daño en las hojas envolventes, el síntoma es conocido como ojo de sapo o mancha de anillo. Igualmente, en épocas lluviosas, cuando hay momentos del día con altas temperaturas y humedad relativa, es frecuente el ataque de *Alternaria brassicola*. (Cipriano, 2006),

2.7.3. Características de la semilla

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%), 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.

2.7.4. Métodos de siembra

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. (Maroto, 2002).

2.7.5. Endurecimiento

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. (Pletsch, 2006).

2.7.6. Trasplante

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. (Maroto, 2002).

Datos revelaron que la circunferencia de la cabeza máximo (46,72 cm) se registró con la densidad de la planta inferior (60 × 60 cm), seguido de densidad media de la planta (60 × 45 cm) (38,18 cm). Sin embargo, la circunferencia de la cabeza mínimo (35,06 cm) se registró con la densidad de plantas superiores (45 × 45cm). (Manasa y Mukunda 2017).

2.7.7. Fertilización del cultivo de repollo

Según Cabrera (2010), las extracciones de las coles son variables según las variedades y los rendimientos obtenidos, en especial las coles de repollo poseen grandes necesidades en nitrógeno, potasio y calcio. La col lombarda o col morada para obtener un rendimiento de 50t/ha necesita: 300 kg de N, 85 kg/ha de P₂O₅ y 350 kg/ha de K₂O.

Este cultivo requiere de un buen suministro de nitrógeno, principalmente la cantidad 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 de 15 a 20 días después de la primera aplicación (Siura y Ugas, 2006).

2.7.8. Labores culturales del cultivo del repollo

En la elección del espaciamiento entre plantas, la distancia más apropiada es de 40 cm entre plantas y de 50 cm entre surcos. El momento de trasplante está determinado por el tamaño de la plántula; bajo el sistema de bandejas se obtienen plántulas de excelente calidad, listas para el trasplante con alturas de 10-12 cm y con cuatro hojas verdaderas, a los 20-25 días después de la germinación. La mejor época para el trasplante es cuando la plántula ha desarrollado la tercera o cuarta hoja verdadera; se seleccionan los más desarrollados y con mejores sistemas radiculares. Las plantas procedentes de semilleros muy abonados, especialmente con abonos nitrogenados, adelantan el desarrollo, pero dan mayor porcentaje de pellas deficientes. No es conveniente utilizar plantas ahiladas, muy altas y con poco vigor. La época crítica para el control de malezas, son los primeros cuarenta y cinco días después del trasplante, siendo necesario en algunos casos realizar hasta dos desyerbas; la primera se hace a los 15 - 20 días después del trasplante. Es necesario asegurar

un abundante suministro de agua, sobre todo durante la fase de germinación, desarrollo de plántula, al momento del trasplante y durante la etapa de formación de cabeza. (Jaramillo y Díaz 2005).

2.7.9. Cosecha y postcosecha

Las cabezas deben ser cosechadas cuando más del 40% de las plantas ha alcanzado su tamaño y consistencia, antes que alcancen su punto de madurez, cuando están compactas, pero sin reventarse, de acuerdo con las características de cada variedad. Después de la cosecha las raíces y tallo deben ser cortados justamente cerca de la base de la cabeza y dejar al menos una capa de hojas externas para protegerlas del manipuleo y almacenaje (Fuentes y Pérez, 2003).

Después de la cosecha según el mismo autor señala que se deben de almacenar únicamente las cabezas de gran consistencia, carentes de hojas amarillas y de daños mecánicos. Antes de ser almacenadas deben dejarse únicamente de tres a seis hojas sueltas, porque interfieren con la ventilación entre cabezas y la ventilación es esencial para un almacenamiento exitoso. El repollo se marchita rápidamente en condiciones de sequedad, de modo que la humedad debe ser alta para conservar las hojas verdes y turgentes. El momento de la cosecha, es cuando las cabezas están bien cerradas, de buen tamaño y estén compactas.

La cosecha del cultivo oscila entre 90 y 150 días aproximadamente. Es muy variable y depende de la variedad sembrada y condiciones climáticas y de las zonas donde se realiza el cultivo. Ocurre cuando la col alcanza su máximo tamaño pero se mantiene firme a la presión de los dedos, se efectúa con cuchillo cortando la pella o repollo INTA (2008)

2.8. 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, frescuras libres de polvo y residuos de cosecha, etc.). La venta en el mercado generalmente se realiza por unidades, tajadas o por peso en kg. (Siura y Ugas, 2006).

2.9. Valor nutritivo del repollo

(Pamplona, 2012) manifiesta que los repollos son hortalizas compuestas mayormente por agua, y muy nutritivas por su riqueza en vitaminas y minerales, este alto contenido acuoso hace que sean alimentos de bajo aporte calórico. Tras el agua, los hidratos de carbono y la fibra son los componentes más abundantes, seguidos de una menor proporción de proteínas y grasas.

Su contenido mineral, son ricos en potasio, además de presentar cantidades apreciables de calcio y magnesio, este último con mayor presencia en la col blanca. El calcio de las coles es de peor aprovechamiento que el que procede de los lácteos u otros alimentos que son fuente importante de este mineral. El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, además de colaborar en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. El magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos. Además forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante. En cuanto a las vitaminas, las coles se pueden considerar una buena fuente de provitamina A (sobre todo en la col rizada), folatos y vitamina C (Morales, 2012).

La vitamina E, al igual que la C, tiene acción antioxidante, mientras que la vitamina B3 o niacina actúa en el funcionamiento de los sistemas digestivo y nervioso, el buen estado de la piel y en la conversión de los alimentos en energía metabolizable (Pamplona, 2012).

2.10. Abonos orgánicos

Según Mosquera (2010), la importancia fundamental del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos. Los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra, sino que mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo.

Se conoce con este nombre a todos los residuos de las cosechas, las malezas secas, los abonos verdes, las basuras en general, y desechos de la cocina, las cenizas, tierra de bosque y el estiércol (Sánchez, 2011).

2.10.1. Beneficios del uso de abonos orgánicos

- Desde el punto de vista orgánico mejora el nivel de fertilidad del suelo.
- Mejora la estructura del suelo, aumenta el espacio de poros.
- Aumenta entre 20 y 50% la capacidad de retención de agua.
- Impide la erosión del suelo y reduce el peligro de inundaciones.
- Evita el endurecimiento de la tierra superficial después de la lluvia torrencial.
- Permite la multiplicación de la población microbiana.
- Por la buena estructura del suelo se puede roturar más profundo sin peligro.
- No se forman capas duras.
- Las máquinas pesadas no endurecen tanto el suelo.
- Al ser suelos oscuros absorben mejor el calor y hacen germinar antes las semillas.
- Al haber acumulado agua en su estructura, no hay tanto polvo y se puede arar en épocas de tiempo seco sin correr riesgos de que lleve el viento.
- De un suelo orgánico se puede extirpar mejor las malezas.
- Al preparar compost se matan patógenos y semillas no deseadas.
- Hay menos riesgos de malas cosechas.
- Hay menos enfermedades en las plantas.
- Se reduce al mínimo las amenazas de insectos.
- Los alimentos tienen mejor sabor y son más tiernos.
- Mejora en la salud humana. (Sánchez, 2011).

2.11. Los abonos

Son cualquier sustancia orgánica e inorgánica que mejora la calidad del sustrato, a nivel nutricional, para las plantas arraigadas a este. La definición de abono según el reglamento de abonos de la Unión Europea es "material cuya función principal es proporcionar elementos nutrientes a las plantas". (Sánchez, 2011).

Para cumplir el proceso de su vida vegetativa las plantas tienen necesidad de agua, de más de veinte elementos nutritivos que se encuentran bajo forma mineral en el suelo. (Sánchez, 2011).

2.12. La agricultura orgánica

La agricultura orgánica, o sus sinónimos ecológica o biológica, es un sistema para cultivar una explotación agrícola autónoma basada en la utilización óptima de los recursos naturales, sin emplear productos químicos de síntesis u organismos genéticamente modificados (OGMs), ni para abono ni para combatir las plagas; logrando de esta forma obtener alimentos orgánicos a la vez que se conserva la fertilidad de la tierra y se respeta el medio ambiente. Todo ello de manera sostenible y equilibrada. La agricultura orgánica es una técnica de cultivo y producción que privilegia la tierra y todo lo que signifique aumentar su fertilidad natural que es microbiológica, es decir incrementar la materia orgánica del suelo. (Sánchez, 2011).

2.13. Guano de islas

Tineo (2014) afirma que el guano de isla es un abono orgánico producido por las aves guaneras (guayanay, piquero, alcatraz o pelícano) en algunas islas de la costa peruana. El guano de isla es una mezcla de excrementos de aves, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc. Los cuales experimentan un proceso de fermentación sumamente lento lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales, así mismo, es uno de los abonos naturales de buena calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes, en general, todos los aportes dados por la acción del guano de islas causan un efecto positivo.

Guanos se pueden dividir de acuerdo con sus constituyentes principales en fosfato y nitrógeno Guanos. Fosfato Guanos se forman bajo la influencia de la lluvia o la resaca del mar, lo que hace que los compuestos de nitrógeno soluble y fosfato para ser lavados fuera del material. Si este proceso se lleva a cabo en un sustrato calcáreo. En mineralogía, estos son depósitos de fosfato de roca secundaria. Los Guanos lixiviados en la superficie de tales depósitos secundarios son bajos en nitrógeno pero que contienen grandes cantidades de bajo monosoluble a tricálcico fosfatos. Guanos con alto contenido de nitrógeno

son llamados simplemente “Guanos de nitrógeno”, el contenido de fosfato es por lo general siempre mayor que la de nitrógeno. (Ewald, *et al.*, 2018).

2.13.1. Propiedades del Guano de Isla

AGRORURAL (2011), reporta lo siguiente:

- a. Es un fertilizante natural y completo. Contiene todos los nutrimentos que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo.
- b. Es un producto ecológico. No contamina el medio ambiente.
- c. Es biodegradable. El Guano de Islas completa su proceso de mineralización en el suelo, transformándose parte en humus y otra se mineraliza, liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico.
- d. Mejora las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo. En suelos sueltos se forman agregados y en suelos compactos se logra la soltura. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), favorece la absorción y retención del agua. Aporta flora microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo. Además de suministrar los nutrientes indicados anteriormente, realiza aporte de microorganismos benéficos que van a enriquecer la micro flora del suelo, incrementando la actividad microbiana notablemente, lo que le confiere al suelo la propiedad de “organismo viviente”.
- e. Es soluble en agua, de fácil asimilación por las plantas (fracción mineralizada).

El guano de aves peruana contiene 8 - 22% de agua, 42 - 70% de materia orgánica, 3 - 11% de cal (CaO), 6 - ácido fosfórico 13% (P_2O_5), 11 - 17% N. En este joven guano, los compuestos nitrogenados se lixivian o volatilizan gradualmente, lo que resulta en un aumento lento, relativo del contenido de P. Las variedades de mayor calidad de la antigua, casi completamente degradado Perú Guanos contenían 20 - 30% absorbe fácilmente fosfato de calcio y 10 - 15% de nitrógeno enlazado, por ejemplo, como el ácido úrico y oxalato de amonio. (Ewald, *et al.*, 2018).

2.13.2. Abonamiento con guano de islas

Agroancash (2016), recomienda lo siguiente:

Tabla 1. Dosis de abonamiento con guano de islas para diferentes cultivos.

CULTIVO	RECOMENDACIÓN DE ABONAMIENTO				
	RENDIMIENTO t/Ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	GUANO DE ISLAS Kg/ha.
Papa	25 - 30	180-200	120	100	1,500 - 1700
Arveja	1.5 - 2	77	60	40	600
Frijol	1.5 - 2	65	60	50	500
Haba	1.5 - 2	85	60	60	650
Quinoa	2.5-3.5	80-100	60-80	60	700 - 900
Kiwicha	2.5-3.5	100-120	60-80	60	900 - 1000
Trigo	3.5	80-100	80	40	700 - 900
Cebada	3.5	60	60	40	500
Avena	1.5 - 2	60	100	60	500
Alfalfa	12	130	120	120-200	1000

Fuente: Agroancash (2016).

2.14. Humus de lombriz

Según Alarcón (2014), la lombricultura se presenta como una alternativa para el manejo ecológico de los residuos orgánicos que generalmente se disponen inadecuadamente y producen problemas ambientales. Los residuos orgánicos como: cáscaras de alimentos, frutas, verduras, papel y otros, se descomponen y al hacerlo se transforman en materia orgánica también llamado compost. Con el compost se alimentan las lombrices, las cuales aprovechan para sí, una parte y la otra la desechan como excremento produciendo el humus.

Sánchez (2011), afirma es uno de los poco fertilizantes orgánicos, y es el único abono orgánico con fibra bacteriana con (40 a 60 millones de microorganismos por centímetro cúbico), 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. El humus contiene cuatro veces más nitrógenos, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y medio más potasio que el mismo peso del estiércol de ovino. En la siguiente tabla se muestra los valores de la producción de lombriz compuesto; siendo el promedio una lombriz adulta de un gramo de peso, que ingiere lo que pesa por día y excreta el 60% en forma de humus (0.6 gramos).

Tabla 2. Composición química de humus de lombriz

VARIABLES	VALORES
Humedad	30-60%
pH	6.8-7.2
Nitrógeno	1-2.6%
Fósforo	2-8 %
Potasio	1-2.5 %
Calcio	2-8 %
Magnesio	1-2.5 %
Materia orgánica	30-70%
Carbono orgánico	14-30%
Ácido fúlvicos	14-30%
Ácidos húmicos	2.5-8%
Sodio	0.02%
Cobre	0.05%
Hierro	0.02%
Manganeso	0.006%
Relación C/N	10-11%

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo de la UNA-La Molina, Sánchez (2003).

2.14.1. Composición química del humus

Pazmiño (2014), define como la resultante de todos los procesos químicos y bioquímicos sufridos por la materia orgánica. El humus de la lombriz es la mejor enmienda orgánica conocida se consigue por la deyección de la lombriz, proporciona a las plantas óptimas porcentualidades de nitrógeno, fósforo, potasio y carbono, con una altísima carga de flora bacteriana y enzimas, que representan la mejor respuesta ecológica para devolver la vida a la tierra y plantas que se presentan débiles.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de investigación

El trabajo de investigación se ejecutó en el invernadero del Centro de Investigación y Producción de Camacani de la Facultad de Ciencias Agrarias, perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano, dicho Centro Experimental presenta las siguientes características:

3.1.1. Ubicación política

Región	: Puno
Provincia	: Puno
Distrito	: Platería
Sector	: Camacani

3.1.2. Ubicación geográfica

Latitud Sur	: 15° 56' 57''
Longitud Oeste	: 69° 51' 21''
Altitud	: 3,850 msnm

3.2. Método de investigación

El método de investigación fue experimental, porque se ha observado y evaluado las variables dependientes (peso, volumen, diámetro ecuatorial) y en las variables independientes (dosis de guano de islas y humus de lombriz), lo cual se experimentó en condiciones de invernadero.

3.3. Análisis de suelo experimental

El muestreo del suelo se realizó sobre el terreno, en forma de “zig zag”, tomando 10 sub-muestras de un kilo aproximadamente a una profundidad de 20 cm, luego se mezclaron las sub-muestras para obtener una muestra representativa de aproximadamente un kilo, el cual se llevó al Laboratorio de Análisis Aguas y Suelos, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA-Puno. El resultado del análisis del suelo indica que corresponde a un suelo de la clase de textura franco arenosa, con un pH de 6.20 definido como ligeramente ácido; el contenido de materia orgánica es alto (6.60%); el contenido de nitrógeno total está clasificado

como bajo (0.13%); el contenido de fósforo disponible se clasifica como medio (11.00 ppm) y el contenido de potasio disponible se encuentra clasificado como medio (184.00 ppm); ausencia en carbonatos; no hay contenido de sales.

Tabla 3. Análisis físico – químico del suelo experimental antes de la instalación del trabajo experimental.

Componentes	Cantidad	Unidad	Métodos
Análisis Físico			
ARENA	62.36	%	Bouyoucus
ARCILLA	18.10	%	Bouyoucus
LIMO	19.54	%	Bouyoucus
CLASE TEXTURAL	Franco Arenoso	-----	Triangulo textural
Análisis Químico			
M.O.	6.60	%	Walkley y Black
N total	0.13	%	Semi Micro - kjeldahl
P disponible	11.00	ppm	Olsen Modificado
K disponible	184.00	ppm	Pratt
pH	6.20	---	Potenciómetro
C.E.	0.25	mmhos/cm	Conductímetro
CO ₃ Ca	0.00	(%)	Gasó volumétrico

FUENTE: Laboratorio de Aguas y Suelos de la EPIA, FCA, UNA-Puno.

3.4. Temperaturas registradas

Mediante el uso del termómetro, se registró la temperatura media por día (tabla 33, anexo) durante los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre (2018), enero y febrero (2019). En la figura 1, se muestra los promedios mensuales de temperatura, registrándose en el mes de diciembre se presentó una temperatura mayor de 29.7°C, seguido de los meses de noviembre y febrero con valores de 29.5 y 29.3°C respectivamente: en el mes de enero, se registró 29.1°C. En contraste a ello, las menores temperaturas se registraron durante los meses de setiembre y octubre del 2018 con valores de 28.1 y 28 °C respectivamente.

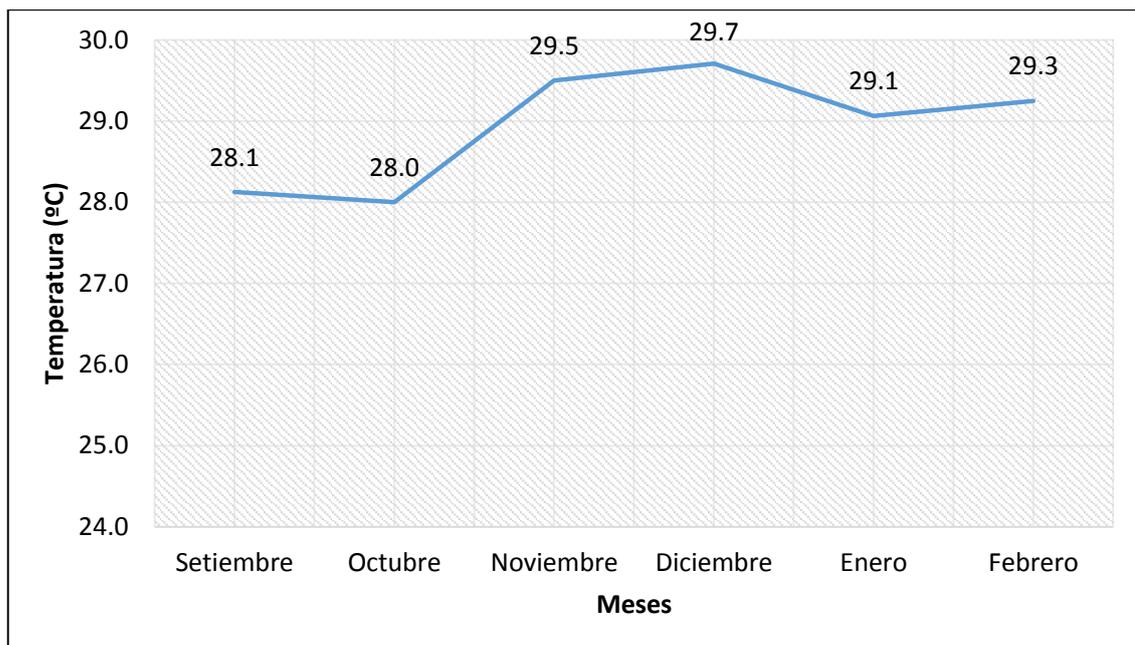


Figura 1. Temperatura media registrada en la campaña 2018 - 2019 dentro del invernadero del CIP Camacani.

3.5. Características del campo experimental

Según Maroto, (2002), indica que distanciamiento entre plantas de repollo es a 40 cm. y entre surcos separados a una distancia de 0.45 cm.

El área del invernadero de la parte interna fue de 5 m x 13 m, haciendo un total de 65 m², de área disponible dentro del invernadero, para lo cual las características del área experimental fueron los siguientes:

a) Del cultivo en la unidad experimental:

- Distancia entre surcos : 0.45 m
- Número de surcos : 2
- Distancia entre plantas : 0.40 m.
- Número de plantas por surco : 3
- Total de plantas : 6

b) Área de unidad experimental (U.E)

- Largo : 0.9 m
- Ancho : 1.2 m
- Área : 1.08 m²
- Distancia entre U.E : 0.40 m

c) Área de repetición experimental

- Número de repeticiones : 3
- Largo de repetición : 12.5 m
- Ancho de repetición : 1.2 m
- Área de repetición : 15.0 m²
- Distancia entre repeticiones : 0.50 m

d) Área experimental

- Largo : 12.5 m
- Ancho : 4.6 m
- Área total : 57.5 m²

3.6. Material experimental

3.6.1. Semilla de repollo morado

Se utilizó semillas de repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. capitata – rubra Cv. Peral Escarlata), se evaluó la calidad de la semilla haciendo la prueba de germinación que se realizó de acuerdo las reglas de análisis de semilla, utilizando tres repeticiones de 100 semillas (0.42g), cuyo poder germinativo fue de 88.3%. Se adquirió de la casa agropecuaria “Flor del campo” procedente de Bolivia, con una pureza del 99% y además indica que esta tratado con Thiram según la productora y distribuidora de semillas Tokita Seed CO. LTD.

3.6.2. Guano de islas

El guano de islas es un abono orgánico compuesto, de textura de polvo fino y granulación uniforme, Contiene macro-nutrientes como el Nitrógeno, Fósforo y Potasio en cantidades de 10-14, 10-12, 2 a 3 % respectivamente., se adquirió de la tienda comercial de la ciudad de Juliaca.

3.6.3. Humus de lombriz

Es un abono orgánico natural de color café, se adquirió comercialmente de la tienda comercial “PROMART” de la ciudad de Juliaca, procedente de la empresa productora J.BONANZA ING´S EIRL. Socabaya – Arequipa.

3.7. Factores en estudio

a) Guano de islas

Las dosis de aplicación, están planteada según Chávez (2015) cuya dosis es de 500 kg/ha= 50 g/m², en función del grado de fertilización del suelo.

G0 = 00 kg/ha

G1 = 500 kg/ha

G2 = 1000 kg/ha

b) Humus de lombriz

Las dosis de aplicación, está planteada según García (2012) en base a la demanda de nutrientes del cultivo, en donde reporta que para es de 10000 kg/ha,

H0 = 00 kg/ha

H1 = 5000 kg/ha

H2 = 10000 kg/ha

Tratamientos en estudio

Tabla 4. Dosis de abonos orgánicos en kg/ha y g / 1.08 m².

N° trat.	Dosis de guano de islas		Dosis de humus de lombriz		Código de tratamiento
	kg/ha	g/1.08 m ²	kg/ha	g/1.08 m ²	
T1	G0=00	00	H0=00	00	G0H0
T2	G0=00	00	H1=5000	540	G0H1
T3	G0=00	00	H2=10000	1080	G0H2
T4	G1=500	54	H0=00	00	G1H0
T5	G1=500	54	H1=5000	540	G1H1
T6	G1=500	54	H2=10000	1080	G1H2
T7	G2=1000	108	H0=00	00	G2H0
T8	G2=1000	108	H1=5000	540	G2H1
T9	G2=1000	108	H2=10000	1080	G2H2

Fuente: elaboración propia

3.8. Diseño experimental

El experimento fue conducido bajo el Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial de 3 dosis de guano de islas por 3 dosis de humus de lombriz, haciendo un total de 9 tratamientos, fueron conducidos con 3 repeticiones, con un total de 27 unidades experimentales.

3.9. Conducción del experimento

a) Acondicionamiento del invernadero

Previa coordinación con la Dirección y Administración del CIP Camacani, se procedió a inspeccionar el invernadero, para lo cual se ha efectuado la limpieza, luego, se ha procedido a tomar las dimensiones respectivas para delimitar las parcelas experimentales.

b) Muestreo de suelo experimental

Se realizó el muestreo del suelo, correspondiente al área experimental, los lugares de muestreo fueron en forma de zig-zag, se obtuvo 10 sub muestras, y se mezclaron todas las submuestras, obteniendo al final una sola muestra representativa de un kilogramo, y esta muestra fue enviada al Laboratorio de Agua y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional del Altiplano, para su respectivo análisis de fertilidad.

c) Siembra en almácigo

La siembra se realizó en bandejas germinadoras en el invernadero, se utilizó un sustrato preparado a base de tierra negra, compost y musgo en una proporción de 3:1:1 respectivamente, la siembra se realizó a una profundidad de 0.5 cm, logrando su emergencia y crecimiento de las plántulas hasta un tamaño de 10 cm de altura, de 4 a 6 hojas verdaderas, cuyo procedimiento fue según lo recomendado por la Fundación de Desarrollo Agropecuario.

d) Delimitación de parcelas experimentales

Mediante el croquis elaborado, se delimitó las parcelas experimentales, con sus respectivas calles o pasadizos, luego se marcó con yeso cada parcela para destinar a los tratamientos en estudio.

e) Aplicación de abonos orgánicos

Las dosis de guano de islas y humus de lombriz se aplicaron al terreno, antes del trasplante, según las dosis propuestas.

Aplicación de guano de islas

De acuerdo a los tratamientos en estudio, se procedió a pesar en una balanza analítica las dosis de guano de islas, siendo estos:

Dosis 0 = 00 g/1.08 m²

Dosis 1 = 54 g/1.08 m²

Dosis 2 = 108 g/1.08 m²

Aplicación de humus de lombriz

De acuerdo a los tratamientos en estudio, se procedió a pesar en una balanza analítica las dosis de humus de lombriz, siendo estas dosis de:

Dosis 0 = 00 g/1.08 m²

Dosis 1 = 540 g/1.08 m²

Dosis 2 = 1080 g/1.08 m²

f) Trasplante del repollo

El trasplante se realizó cuando las plántulas tuvieron de 4 a 5 hojas. Se realizó en surcos separados a 0.45 cm, y entre plantas a 40 cm, de acuerdo a lo recomendado por Maroto, (2002).

g) Labores culturales

- Deshierbo, se realizó en dos oportunidades cuando se presentaron las malezas en las parcelas experimentales, encontrándose las siguientes malezas:

Capsella bursa-pastoris “Bolsa de pastor”

Brassica campestris “Mostasa o nabo”

Erodium cicutarium “Aguja-aguja”

Poa annua “K’achu Pasto”

- Riego, se realizó al trasplante de forma manual utilizando una manguera, por un tiempo de 2 horas el total de tratamientos, y posteriormente cada 3 días por un tiempo de 2 horas para favorecer el crecimiento de las plantas, evitando encharcamientos.

El cálculo se hizo mediante la fórmula:

Consumo x superficie = riego

44.5 litros/m² día x 29.16m² = 1297.62 litros/día

1297.62 litros x 56 días = 72.6 m³

- No hubo la presencia de plagas y enfermedades, previa evaluación del mismo.

h) Cosecha

La cosecha se realizó cuando las plantas es decir han alcanzado su tamaño, consistencia y compactas, se realizó en forma manual, se cosecharon todas las cabezas de los repollos (6 cabezas por unidad experimental). Los repollos cosechados presentaron una condición óptima para el mercado.

3.10. Variables de respuesta y observaciones

a) Variables de respuesta

- Altura de planta (cm/planta)
- Número de hojas por planta (Nº hojas/plantas de repollo)
- Ancho y largo de hoja (cm)
- Diámetro polar (cm/cabeza de repollo)
- Diámetro ecuatorial (cm/cabeza de repollo)
- Rendimiento de repollo (kg/ha)

b) Observaciones

- Análisis físico-químico del suelo
- Presencia de malezas
- Presencia de plagas y enfermedades

3.11. Metodología de la medición de las variables de respuesta

a) Altura de planta (cm)

Se realizó la medición de la altura de planta, mediante el uso de la wincha metálica, la planta fue evaluada desde el nivel del suelo hasta el ápice de las hojas en cada unidad experimental por tratamiento.

b) Número de hojas por planta

Se evaluó mediante el conteo de hojas, realizando el deshojado por cada cabeza de repollo.

c) Diámetro polar y ecuatorial de repollo

Se midió el diámetro polar y ecuatorial de la parte media de los repollos, para lo cual se utilizó una wincha metálica y se expresó en centímetros.

e) Rendimiento del cultivo

Después de la cosecha de las cabezas de repollo de cada una de las parcelas experimentales, se procedió con el pesado respectivo, el rendimiento se expresó en toneladas por hectárea.

3.12. Procesamiento y análisis de datos

Las variables de respuesta como altura de planta, peso, diámetro ecuatorial y polar se digitaron por cada tratamiento y repetición en el registro de evaluación, y luego se trasladó los datos a una hoja de cálculo de Microsoft Excel. El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza y la prueba de medias usando un programa estadístico.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimiento de cabezas de repollo por ha

En la tabla 19, se observa el análisis de varianza para rendimiento del repollo morado, en donde, para el factor dosis de guano de islas (G), se encontró diferencia estadística altamente significativa, lo cual demuestra superioridad de rendimiento del repollo por efecto de las dosis 1000 kg/ha de guano de islas. Para el factor dosis de humus de lombriz (H), también se observa una diferencia estadística altamente significativa, dando a entender, que de las dosis 5000 kg/ha de humus de lombriz aplicadas muestra un mejor rendimiento. Para la interacción G x H, no existe diferencias estadísticas significativas, explicando que los factores actúan de forma independientes sobre el rendimiento del repollo. El coeficiente de variabilidad es de 15.99%.

Tabla 5. Análisis de varianza para rendimiento del repollo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01
Dosis de Guano de islas (G)	2	4843.791852	2421.895926	19.80 **	3.55	6.01
Dosis de humus de lombriz (H)	2	2986.656052	1493.328026	12.21**	3.55	6.01
G x H	4	1001.215881	250.303970	2.05 n.s.	2.93	4.58
Error experimental	18	2201.92413	122.32912			
Total	26	11033.58792				

CV=15.99%

En la tabla 20, se muestra la prueba de significancia de Tukey para factor dosis de guano de islas sobre el rendimiento de repollo morado, en donde la dosis de 1000 kg/ha obtuvo mayor rendimiento con 82.30 t/ha, conjuntamente con la dosis de 500 kg/ha con 74.38 t/ha, las cuales estadísticamente son similares y ambas superiores al testigo con la dosis de 00 kg/ha con 50.77 t/ha. El guano de islas, al ser un abono orgánico y natural, contiene microorganismos benéficos que permiten degradar los elementos nutritivos en el suelo, facilitando la absorción de los nutrientes para las plantas, las cuales lo asimilan fisiológicamente y lo expresan en mejores rendimientos vegetativos. Al respecto, Mosquera (2010), asevera que los abonos orgánicos son fuente de vida bacteriana para el suelo y

necesario para la nutrición de la planta, los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permite que las plantas lo asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos.

Tabla 6. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de guano de islas sobre rendimiento del repollo por planta.

Orden de mérito	Dosis de guano de islas	Promedio de rendimiento del repollo (t/ha)	Tukey $P \leq 0.05$
1	G2 = 1000 kg/ha	82.30	a
2	G1 = 500 kg/ha	74.38	a
3	G0 = 00 kg/ha	50.77	b

Los resultados del presente trabajo de investigación, son superiores a los reportados por Caicedo (2015), quien al aplicar gallinaza obtuvo 11.3 t/ha por la dosis de 5000 kg/ha; y 11.17 t/ha por la dosis de 8000 kg/ha, mientras que con Bovinaza tuvo 12.83 t/ha con la dosis de 5000 kg/ha; y 12.67 t/ha con la dosis de 8000 kg/ha. Las diferencias de rendimiento probablemente se deben a la variedad de repollo, al ambiente donde se condujo el experimento y las dosis de aplicación.

Estos rendimientos de repollo se comparan con Porras (2007), quien al aplicar diferentes dosis de nitrógeno obtuvo 36.8 t/ha por la dosis de 225 kg/ha, 37.8 t/ha por dosis de 150 kg/ha, 34.6 t/ha por 75 kg/ha y el testigo tuvo 20.7 t/ha. En consecuencia, la superioridad de rendimiento en el presente trabajo, se atribuye a que el cultivo de repollo morado fue conducido en invernadero, siendo este un ambiente favorable para el desarrollo del cultivo. Se debe tomar en cuenta lo que mencionan Olaniyi, y Ojetayo, (2015), afirman que el rendimiento de los cultivos vegetales podría estar vinculado a las influencias genéticas y ambientales entre los cuales es fuente de nutrientes, la condición climática, el estado de fertilidad del suelo.

En la tabla 7, se puede observar la prueba de Tukey para factor Dosis de humus de lombriz sobre rendimiento de repollo, en donde la dosis de 5000 kg/ha tuvo mayor rendimiento con 81.02 t/ha, conjuntamente con de la dosis de 10000 kg/ha con 70.99 t/ha, los cuales estadísticamente son similares y superiores a la dosis

testigo 00 kg/ha con 55.45 t/ha. En síntesis, el abonamiento con humus de lombriz, favorece el rendimiento de la planta, al respecto, Sánchez, (2003), indica que el humus de lombriz, presenta una elevada solubilización debido a la composición enzimática y bacteriana, proporcionando una rápida asimilación por las raíces de la planta, lo que favorece el desarrollo de la planta.

Tabla 7. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de Humus de lombriz sobre rendimiento del repollo.

Orden de mérito	Dosis de humus de lombriz	Promedio de rendimiento del repollo (t/ha)	Tukey $P \leq 0.05$
1	H1 = 5000 kg/ha	81.02	a
2	H2 = 10000 kg/ha	70.99	a
3	H0 = 00 kg/ha	55.45	b

Los resultados obtenidos son similares a lo manifestado por Calderón (2014), quien obtuvo 81.86 t/ha de repollo por efecto de aplicación de compost con Microorganismos Eficientes, 76.42 t/ha con compost normal y sin compost se tuvo 63.86 t/ha. Por otro lado los resultados son superiores a los reportado por Caicedo (2015), quien al aplicar humus de lombriz tuvo 16.0 t/ha por la dosis de 5000 kg/ha y 14.33 t/ha por la dosis de 8000 kg/ha. Sin embargo, Vélez (2008), obtuvo 58.10 t/ha de repollo al aplicar humus de lombriz, 49.77 t/ha con biol y el testigo tuvo 46.09 t/ha. De igual manera, Rengifo (2013), obtuvo un rendimiento de 16 080 kg/ha al aplicar 5.1 kg de humus de lombriz+900 g de gallinaza, 15 120 kg/ha con 5.4 kg de humus de lombriz + 600 g de gallinaza, 14 160 kg/ha con 5.7 kg de humus de lombriz + 300 g de gallinaza y 13 440 kg/ha con 6 kg de humus de lombriz (testigo).

Reyes, *et al.*, (2017), indican que el peso de la pella mostró diferencias entre tratamientos, observándose un incremento de esta variable en las plantas fertilizadas con vermicompost, seguido de las plantas fertilizadas con compost de camalote y la mezcla de 50:50 de vermicompost y compost de camalote, el incremento del peso de frutos fue de 58,1% en las plantas fertilizadas con el vermicompost respecto a las no fertilizadas (testigo), mientras que el incremento del peso de frutos en las plantas fertilizadas con el compost de camalote respecto a las no fertilizadas fue de 25,0%, mientras que en aquellas fertilizadas con la

mezcla 50:50 de vermicompost y compost de camalote el incremento de 23,4% respecto a las no fertilizadas.

La respuesta a los buenos rendimientos de repollo morado, en el presente trabajo se atribuye a lo manifestado por Zamora (2016), indicando que el nivel de fertilidad del nitrógeno tiene mayor influencia en el desarrollo y rendimiento del repollo, que cualquier otro nutriente en la planta, debido a que el nutriente frecuentemente es deficiente en el suelo de nuestra zona, tal es el caso de nuestro suelo experimental que presento un nivel bajo de nitrógeno con 0.13%; en consecuencia, el abonamiento con guano de islas favoreció el desarrollo y rendimiento del cultivo de repollo, pues este guano aporta de 10 a 14% de nitrógeno, en contraste, a ello, el humus de lombriz, contribuye solamente con 1 a 3% de nitrógeno.

De igual manera, Ponce (2018), reafirma que el nitrógeno es el macroelemento más importante en el cultivo de repollo, crea una mayor masa vegetal favoreciendo la división celular para formar nuevas células produciendo así un mayor crecimiento y desarrollo en las plantas de repollo.

Hasan y Sani (2018) indican que rendimiento más alto (45,29 t/ha) se obtuvo en la variedad Atlas pero la variedad Otoño, visto en menor rendimiento (35,95 t/ha), que fue estadísticamente diferente del otro. Rendimiento comercial fue significativamente influenciado por la aplicación de diferentes estiércoles y fertilizantes de acuerdo con el tratamiento en el marco del presente estudio Es evidente que se obtuvo el mayor rendimiento comercializable (47,92 t/ha) con el tratamiento de estiércol de aves de corral.

En síntesis, el cultivo del repollo morado es una alternativa en la producción agroecológica de hortalizas familiares o productivas en la zona de Puno; además, de poseer valores nutritivos necesarios, esta hortaliza, es un alimento funcional por contener pigmentos de antocianinas muy saludables para prevenir enfermedades diversas en la humanidad.

4.2. Periodo de días en la producción de repollo morado.

En la figura 2, se observa el periodo de días para la producción del cultivo del repollo morado, se estimó en base al cambio de las características morfológicas de la planta y en relación al periodo de días, considerándose desde el momento del trasplante de la plántula hasta el momento de la cosecha. El menor número de días para la producción del repollo morado se obtuvo aplicando una dosis de 1000 kg/ha de guano de islas el periodo fue 147 días; de igual manera, aplicando una dosis de 10000 kg/ha de humus de lombriz el periodo fue de 165 días. Mientras tanto, la mayor duración de desarrollo vegetativo fue en la dosis testigo, con un promedio de 168 días.

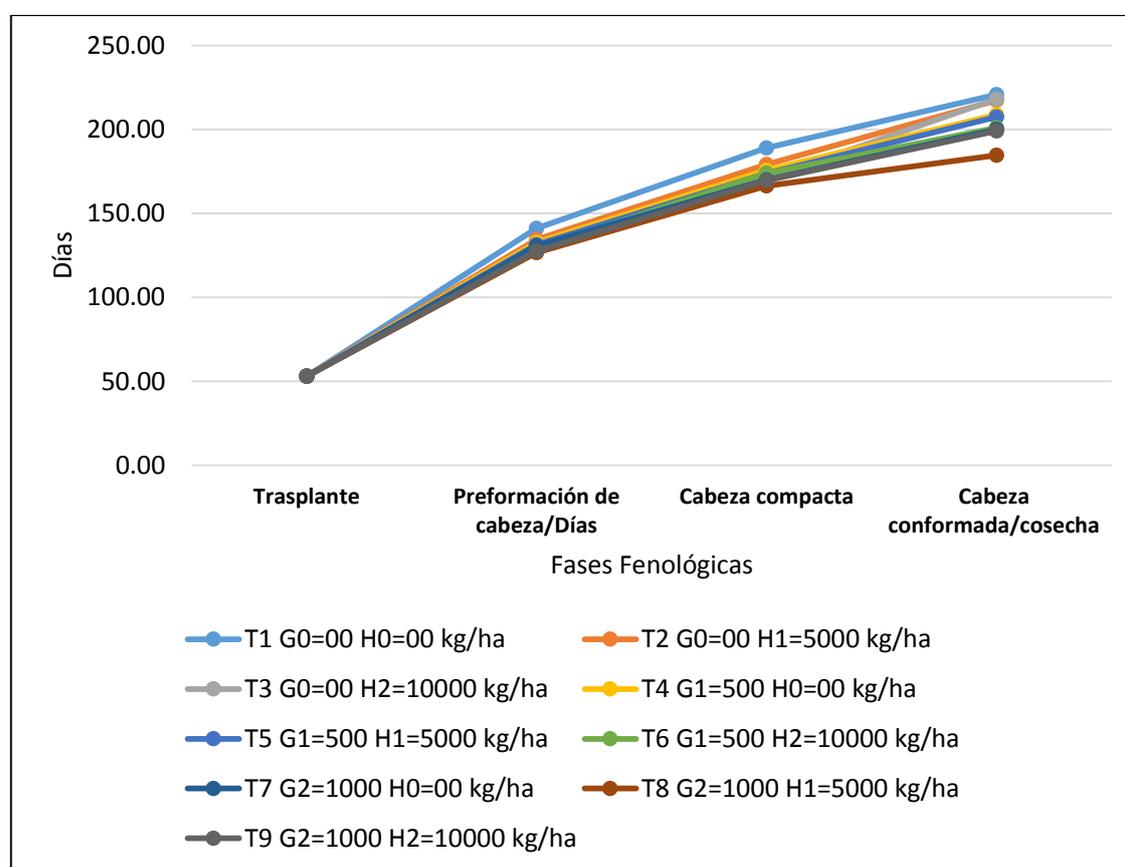


Figura 2. Periodo de días y fases fenológicas del repollo morado por tratamiento desde el trasplante.

Los resultados demuestran que la aplicación de los tratamientos con diferentes dosis de guano de islas o humus de lombriz influyen en el periodo de producción, siendo ligeramente diferentes a lo reportado por Nina (2014), indica que las fases del cultivo de repollo varían según las variedades, periodo vegetativo y la

conducción del cultivo de repollo ya sea en campo o invernadero, tal es, el caso de la variedad Savoy, que presentó un mayor número de días a la cosecha con 144 días, mientras que la variedad Corazón de buey tuvo 123 días.

Contrastando lo mencionado con González (2011), demostró que la variedad Corazón de buey fue la más precoz con 104 días a la cosecha, mientras que la variedad Brunswick presentó 142 días. Por su parte, Segura y Lardizabal (2008), manifiestan que el repollo se cosecha a los 115 días después del trasplante, cuando las cabezas están firmes, compactas y que presenten el color característico de la variedad y calidad.

Esto también, concuerda con lo manifestado por Llorach, (2008), quien, en sus investigaciones realizadas con diferentes variedades de repollo, indica un periodo de 90 a 150 días a la cosecha, es evidente entonces, que la variación del periodo de producción depende de la variedad utilizada, del manejo del cultivo y de las condiciones climáticas de la zona que influyen en el desarrollo y maduración del repollo.

En síntesis, estos valores demuestran que existen diferencias entre las variedades utilizadas, lo cual nos da a entender que la madurez vegetal está relacionada con las características propias y morfológicas de cada variedad, influenciadas también por el medio ambiente de la zona en estudio. En consecuencia, se concluye que la variación del periodo de producción del repollo morado, se atribuye a las condiciones climatológicas del altiplano e invernadero, lo cual, aun es desconocido, en vista que es un cultivo hortícola de naturaleza nueva en la zona.

4.3. Parámetros biométricos del repollo morado

4.3.1. Número de hojas por planta

En la tabla 8, se muestra el análisis de varianza para número de hojas por planta, con respecto al factor guano de islas (G), se encontró diferencia estadística significativa, lo que demuestra que alguna de las dosis aplicadas al cultivo, ha influido en el mayor número de hojas por planta. Para el factor dosis de humus

de lombriz (H), se encontró diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica, que las dosis aplicadas al cultivo, son diferentes en cuanto a número de hojas. Para la interacción G x H, no se encontró diferencia estadística significativa, explicando que ambos factores actúan de forma independiente sobre número de hojas por planta. El coeficiente de variabilidad fue de 1.71%, indicando valores aceptables de confiabilidad estadística.

Tabla 8. Análisis de varianza para número de hojas por planta antes de la cosecha

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01
Dosis de Guano de islas (G)	2	0.80962963	0.40481481	5.18 *	3.55	6.01
Dosis de humus de lombriz (H)	2	2.54518519	1.27259259	16.28 **	3.55	6.01
G x H	4	0.12592593	0.03148148	0.40 n.s.	2.93	4.58
Error experimental	18	1.40666667	0.07814815			
Total	26	4.88740741				

CV=1.71%

En la tabla 9, se muestra la prueba de significancia estadística de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor Dosis de guano de islas sobre número de hojas por planta, en donde se señala que el mayor número de hojas se logró con la dosis 1000 kg/ha de guano de islas, alcanzando 16.41 hojas por planta, de igual manera con la aplicación de 500 kg/ha de guano de islas, se logró 16.33 hojas por planta, y estadísticamente ambas dosis son superiores y similares en lograr el mayor número de hojas. En cambio, con la dosis testigo se logró el menor número de hojas con 16.01 hojas por planta.

Reyes, *et al.*, (2017), Indican que el número de hojas no mostró diferencias significativas entre tratamientos a los 30 y 60 días de evaluación; sin embargo, a los 30 días, se observó un incremento en el número de hojas en la mezcla 50:50 de vermicompost y compost de camalote, superando al testigo en 14,3%, mientras que a los 60 días, el número de hojas fue ligeramente superior en las plantas fertilizadas con el compost de camalote, con un incremento de 10,8% respecto al testigo.

Con estas características, el efecto del guano de islas, en el mejor desarrollo de las hojas se atribuye a sus componentes macro nutritivos, como el nitrógeno, fósforo y potasio, además de contener elementos secundarios como el calcio, magnesio y azufre que contribuyen favorablemente en la formación de los tejidos vegetales. Al respecto, Agrorural, (2012), sostiene que el guano de islas aparte de suministrar nutrientes, aporta microorganismos benéficos, entre los microorganismos más importantes se encuentran las bacterias nitrificantes del grupo nitrosomas y nitrobacter, las primeras transforman el amonio en nitrito y las bacterias de nitrobacter oxidan el nitrito a nitrato, que es, la forma como las plantas absorben mayormente el nitrógeno del suelo.

Tabla 9. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de guano de islas sobre número de hojas por planta.

Orden de mérito	Dosis de guano de islas	Promedio de número de hojas (N°)	Tukey $P \leq 0.05$
1	G2 = 1000 kg/ha	16.41	a
2	G1 = 500 kg/ha	16.33	a b
3	G0 = 00 kg/ha	16.01	b

En la tabla 10, se muestra la prueba de significancia de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor Dosis de humus de lombriz sobre número de hojas por planta, resalta que la aplicación de la dosis de 10000 kg/ha de humus de lombriz, logra el mayor número de hojas con 16.67 hojas por planta, demostrando superioridad frente a las demás dosis aplicadas. La menor cantidad de hojas se obtuvo en la dosis testigo con 15.93 hojas por planta. Una dosis alta de humus de lombriz, proporcionalmente aporta una mayor disponibilidad de elementos nutritivos, los pelos absorbentes de las raíces, absorben óptimamente los nutrientes para el metabolismo de la planta, convirtiéndose en la mejor formación de tejidos y órganos de la planta. Al respecto, Pazmiño, (2014), explica que el humus de lombriz, es la mejor enmienda orgánica, proporciona a las plantas óptima porcentualidad de nitrógeno, fósforo y potasio, con una altísima carga de flora bacteriana que se incorpora en el suelo ecológicamente.

Tabla 10. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de Humus de lombriz sobre número de hojas por planta.

Orden de mérito	Dosis de humus de lombriz	Promedio de número de hojas (N°)	Tukey $P \leq 0.05$
1	H2 = 10000 kg/ha	16.67	a
2	H1 = 5000 kg/ha	16.16	b
3	H0 = 00 kg/ha	15.93	b

Los resultados del presente trabajo de investigación, señalan un número menor de hojas en el cultivo de repollo frente a lo manifestado por Caicedo, (2015), quien manifiesta que, el repollo en la formación morfológica de la cabeza presenta 20 hojas hasta alcanzar un promedio de 26 hojas; probablemente estas características morfológicas se presenten en una variedad determinada del repollo.

Contrastando estos valores, Hasan y Sani (2018), afirman que el número de hojas por planta es un importante parámetro teniendo en cuenta el rendimiento más alto de rendimiento del cultivo de repollo, la variedad otoño dio una idea sobre el mayor número de hojas por planta en todas las etapas de crecimiento del cultivo de repollo. El mayor número de hojas planta a los 15, 30, 45 días y a la cosecha (17,58, 20,50, 22,00 y 22,75 respectivamente) fue con la variedad otoño que fue estadísticamente idéntico a la variedad Keifu en todas las etapas de crecimiento. Estos resultados podrían deberse a la causa de los caracteres genéticos de los cultivares que causó un número superior e inferior de las hojas por planta. El efecto de la interacción de la variedad y diferentes tipos de estiércol afectan al número de hojas por planta de manera significativa.

Número de hojas aumentó con la edad de la planta, el uso de fertilizantes tuvo un efecto significativo (11.55cm), seguido por compost registrado el mayor número de hojas en (12 cm) mientras , la más alta se registró con NPK (21,5cm), variedad de col influyó en el número de hojas de la planta de la col. (Olaniyi, y Ojetayo, 2015)

4.3.2. Ancho de hoja por planta

En la tabla 11, se muestra el análisis de varianza para el parámetro ancho de la hoja por planta. Para la dosis de guano de islas (G), no existe diferencia estadística significativa, por lo tanto, las dosis aplicadas al cultivo de repollo son diferentes estadísticamente y no afectaron en el ancho de las hojas. Asimismo, para el factor dosis humus de lombriz (H) tampoco existe diferencias estadísticas significativas en el ancho de la hoja, se tiene que las dosis de humus de lombriz aplicadas al cultivo son iguales estadísticamente. Para la interacción G x H, el análisis de varianza indica que no existe diferencias estadísticas significativas, explicando que ambos factores, guano de islas y humus de lombriz, actúan de forma independiente sobre el ancho de las hojas por planta. El coeficiente de variabilidad fue de 6.06%, lo que expresa valores aceptables de confiabilidad estadística.

Tabla 11. Análisis de varianza para ancho de hoja por planta antes de la cosecha

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01
Dosis de Guano de islas (G)	2	2.21555556	1.10777778	0.83 n.s.	3.55	6.01
Dosis de humus de lombriz (H)	2	6.80222222	3.40111111	2.55 n.s.	3.55	6.01
G x H	4	1.92222222	0.48055556	0.36 n.s.	2.93	4.58
Error experimental	18	23.98666667	1.33259259			
Total	26	34.92666667				

CV=6.06%

Al no existir diferencia estadística, en la figura 3, se presencia las diferencias numéricas para las dosis de guano de islas sobre ancho de hoja, resaltando que la dosis de 1000 kg/ha presentó un mayor valor en el ancho de hoja con 19.31 cm; seguido de la dosis de 500 kg/ha con un valor de 19.20 cm y la dosis testigo presentó un menor valor de ancho de hoja con 18.66 cm.

En el ancho de hojas por planta fue significativamente menor en el control de utilizar solamente guano de coral también es más bajo que el uso de la urea, Este resultado indica que el ancho de hojas aumentó significativamente con la aplicación de ambos. (Mebrahtu y Solomun, 2018)

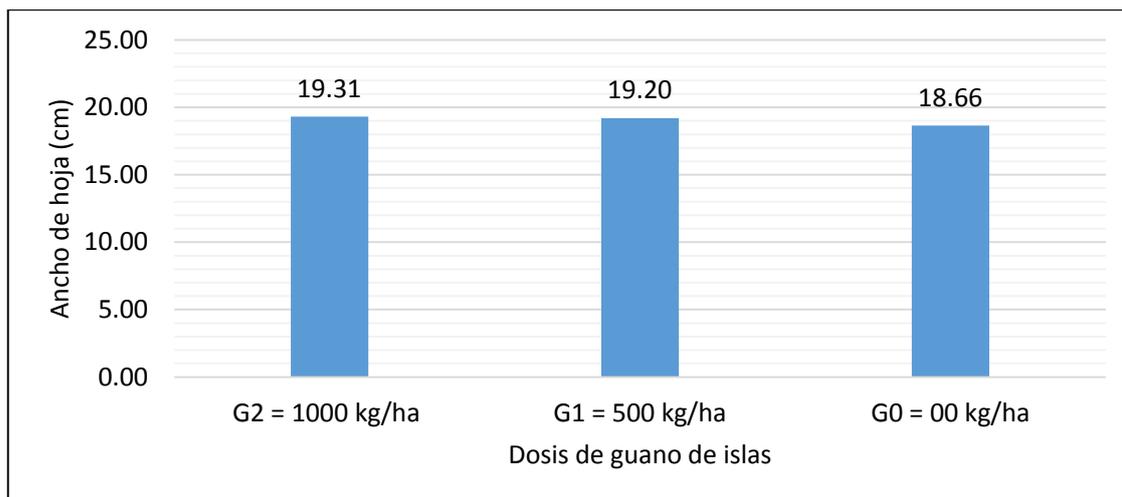


Figura 3. Efecto de las dosis de guano de islas sobre ancho de hoja/planta.

En la figura 4, también se observa que no hubo diferencia estadística para factor Dosis de humus de lombriz sobre ancho de hoja, numéricamente se observa las diferencias, en donde la dosis de 10000 kg/ha presento un mayor valor de ancho de hoja con 19.60 cm; seguido de la dosis de 5000 kg/ha con un valor de 19.18 cm. En cambio, la dosis testigo presento el menor valor de ancho de hoja con 18.39 cm.

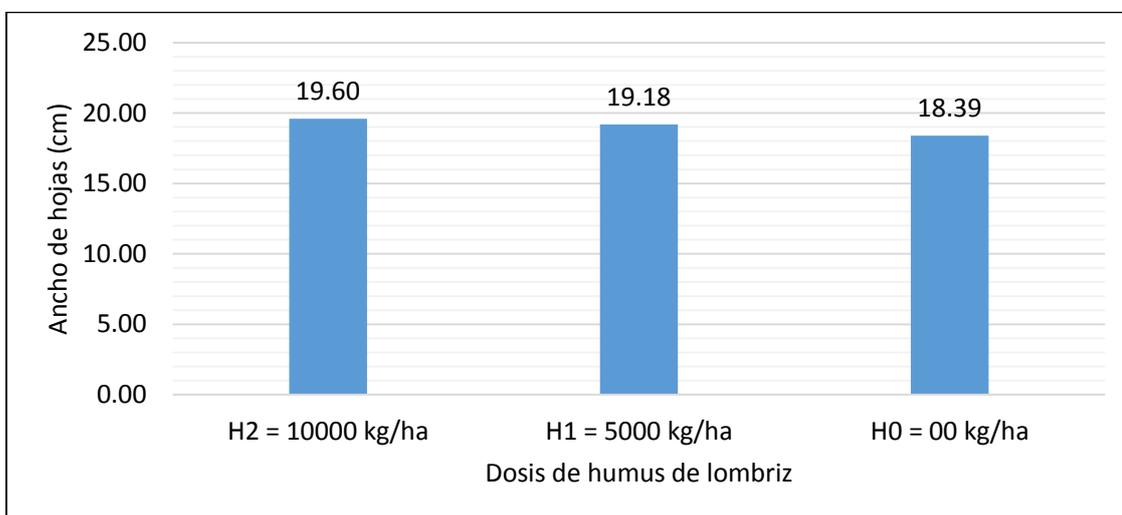


Figura 4. Efecto de las dosis de humus de lombriz sobre ancho de hoja/planta.

Reyes, *et al.*, (2017), señala que esta variable mostró diferencias significativas entre tratamientos a los 60 y 90 días posteriores a la siembra. Las plantas fertilizadas con compost de camalote presentaron hojas más anchas, seguido de las plantas fertilizadas con la mezcla de 50% de vermicompost + 50% de

compost de camalote, mientras que el testigo, presento hojas menos anchas. En valores porcentuales, las plantas fertilizadas con compost de camalote, a los 60 y 90 días, superaron a las plantas sin fertilización (testigo) en 43,2 y 33,6%, respectivamente, mientras que las plantas a las que se les aplicó la mezcla 50:50 de vermicompost y compost de camalote, superaron a las plantas sin fertilización (testigo) en 25,0 y 20,2%, a los 60 y 90 días, respectivamente.

Oliva, *et al.*, (2018) indican en cuanto al ancho de las hojas tenemos que la variedad de Corazón de Buey, fue superior a la variedad Quintalero, la variedad corazón de buey domina dicha variable. Para el caso de largo de hojas se mostró que la variedad Quintalero es la que tiene mayor longitud. Se notó que la variedad Quintalero fue superior. Donde los abonos nitrogenados y fosforados interactúan ambos ejerciendo una diferencia significativa sobre la longitud y ancho de hojas

Reyes (2016) menciona que para la variable ancho de hoja se presentaron los mayores valores a los 60 y 90 días con 16.63 y 17.43 cm, seguido del tratamiento compost camalote, con un valor inferior respectivamente, registrándose diferencia estadística a los 60 días en comparación vermicomposta. Este incremento se debe a que la vermicomposta se utiliza como mejorador de suelo en cultivos hortícolas y como sustrato para cultivos en invernadero que no contaminan el ambiente.

En nuestro caso las hojas de la variedad utilizada fueron sésiles, por lo que, el ancho fue menor. Las dimensiones de la hoja, son indiferentes en todos los tratamientos, esto podría atribuirse a las características morfológicas de la hoja de repollo, al respecto Ponce (2018), explica que las hojas de repollo pueden ser sésiles, es decir, sin tallo, en estos casos el ancho de la hoja es menor; en cambio, en variedades de hojas pecioladas las hojas son más anchas.

4.3.3. Largo de hoja

En la tabla 12, se muestra el análisis de varianza del variable largo de hoja por planta. Para la fuente de variabilidad dosis de guano de islas (G), indica que no existe diferencia estadística significativa, por tanto, las dosis aplicadas al cultivo de repollo son indiferentes y no afectaron el largo de la hoja. Asimismo, para el factor dosis humus de lombriz (H) tampoco existe diferencia estadística significativa en el largo de la hoja, indicando que las diferentes dosis de humus de lombriz aplicadas al cultivo no afectaron el tamaño del largo de la hoja de la planta. Para la interacción G x H, el análisis de varianza también indica que no existe diferencias estadísticas significativas, explicando que ambos factores guano de islas y humus de lombriz actúan de forma independientes sobre largo de hoja por planta. El coeficiente de variabilidad fue de 6.51%, demostrando un valor confiable estadísticamente.

Tabla 12. Análisis de varianza para largo de hoja por planta antes de la cosecha

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01
Dosis de Guano de islas (G)	2	0.76222222	0.38111111	0.21 n.s.	3.55	6.01
Dosis de humus de lombriz (H)	2	2.99555556	1.49777778	0.83 n.s.	3.55	6.01
G x H	4	0.58888889	0.14722222	0.08 n.s.	2.93	4.58
Error experimental	18	32.48000000	1.80444444			
Total	26	36.82666667				

CV=6.51%

Al no existir diferencia estadística, en la figura 5, se observa los promedios para las dosis de guano de islas sobre el largo de hoja, numéricamente se nota las diferencias, donde la dosis de 1000 kg/ha presento el mayor valor de largo de hoja con 20.83 cm; seguido de la dosis de 500 kg/ha con un valor de 20.61 cm y la dosis testigo, presento el menor valor de largo de hoja con 20.42 cm.

Reyes (2016) menciona que para la variable largo de hoja presentó los mayores valores a los 60 y 90 días con 22.66 y 21.06 cm respectivamente en el tratamiento, registrándose diferencia estadística a los 60 días, tales como ácidos húmicos y hormonas en el caso particular de los abonos orgánicos que pueden contribuir al largo de hojas de plantas.

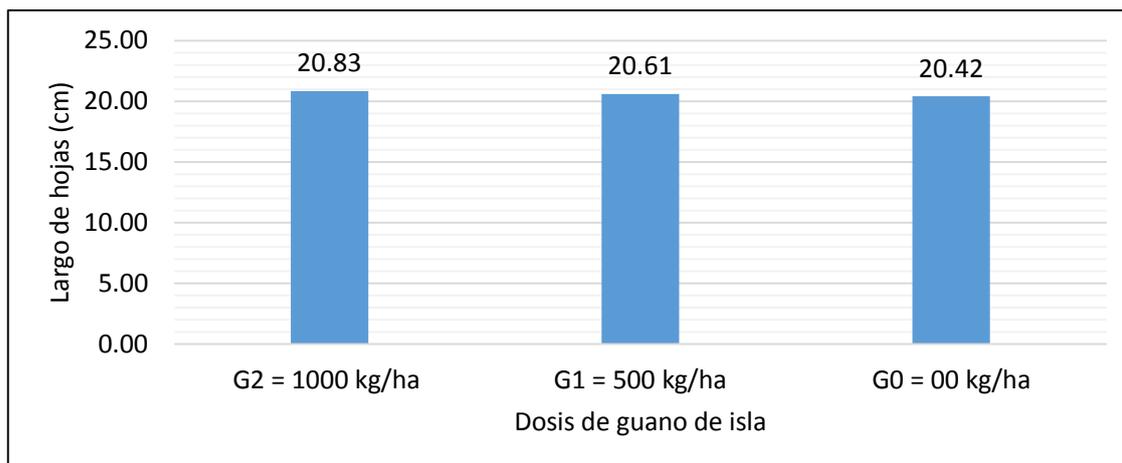


Figura 5. Efecto de las dosis de guano de islas sobre largo de hoja/planta.

Al no existir diferencia estadística, en la figura 6, se observa los promedios para las dosis de humus de lombriz, sobre el largo de la hoja, numéricamente se nota las diferencias. Así la aplicación de la dosis 10000 kg/ha presento el mayor valor de largo de hoja con 21.09 cm, seguido de la dosis de 5000 kg/ha con un valor de 20.44 cm. En cambio, la dosis testigo, presento en menor valor de largo de hoja con 20.33 cm.

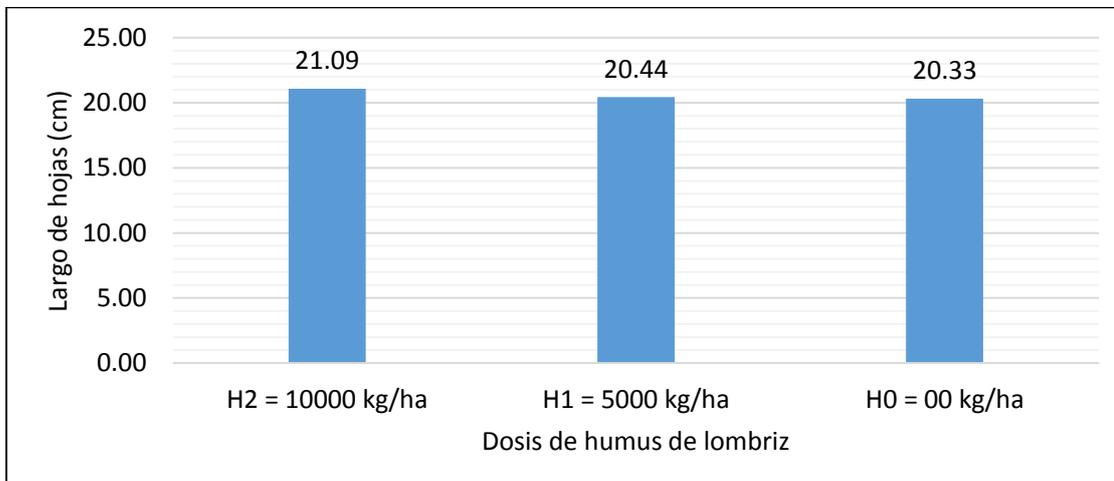


Figura 6. Efecto de las dosis de humus de lombriz sobre largo de hoja/planta.

En el presente trabajo de investigación, el largo de la hoja, revelo una longitud indiferente entre todos los tratamientos, fluctúan entre 20.33 hasta 21.09 cm de largo. Al respecto Cruz (2007), manifiesta que el repollo es una hortaliza, cuyas primeras hojas se despliegan y pueden llegar a tener 30 cm o más de longitud. En nuestro caso los valores fueron inferiores a lo reportado por este autor, esto probablemente se deba a la variedad empleada.

Reyes, *et al.*, (2017), indican que esta variable mostró diferencias significativas entre tratamientos a los 60 y 90 días. Las plantas fertilizadas con compost de camalote mostraron hojas más largas, seguido de las plantas fertilizadas con la mezcla 50:50 de vermicompost y compost de camalote. En términos de incremento, las plantas fertilizadas con compost de camalote, a los 60 y 90 días, superaron a las plantas sin fertilización (testigo) en 32,4 y 27,1%, respectivamente; mientras que las plantas a las que se les aplicó la mezcla 50:50 de vermicompost y compost camalote, superaron a las plantas sin fertilización (testigo) en 24,5 y 17,2%, a los 60 y 90 días, respectivamente.

4.3.4. Diámetro polar

En la tabla 13, se muestra el análisis de varianza para el diámetro polar del repollo morado por planta antes de la cosecha, se observa que para el factor Dosis de Guano de islas (G), existe diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual demuestra que existe diferencias en el diámetro polar del repollo como efecto de las dosis de guano de islas; para el factor Dosis de humus de lombriz (H), se visualiza que existe diferencias estadísticas significativas, dando a entender que existe diferencias estadísticas en el diámetro polar del repollo como efecto de las dosis de humus de lombriz. Para la interacción G x H, no existe diferencias estadísticas significativas, explicando que los factores actúan de forma independientes sobre el diámetro polar del repollo por planta antes de la cosecha. El coeficiente de variabilidad fue de 8.85%, indicando valores aceptables estadísticamente.

Tabla 13. Análisis de varianza para diámetro polar del repollo por planta antes de la cosecha

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01
Dosis de Guano de islas (G)	2	189.0200000	94.5100000	6.64 **	3.55	6.01
Dosis de humus de lombriz (H)	2	101.6866667	50.8433333	3.57*	3.55	6.01
G x H	4	18.3666667	4.5916667	0.32 n.s.	2.93	4.58
Error experimental	18	256.1333333	14.2296296			
Total	26	565.2066667				

CV=8.85%

En la tabla 14, se muestra la prueba de significancia de Tukey ($P \leq 0.05$) para el factor Dosis de guano de islas sobre el diámetro polar del repollo, en donde, la aplicación de la dosis de 1000 kg/ha sobre el cultivo del repollo presento la mayor distancia de diámetro con 17.48 cm, seguido de la dosis de 500 kg/ha con 16.04 cm, los cuales estadísticamente son similares. Mientras que el testigo con una dosis de 00 kg/ha presento el menor valor de diámetro polar con 14.47cm. En consecuencia, el mejor desarrollo del diámetro polar manifestado en el abonamiento con guano de islas, se atribuye a que la planta probablemente haya asimilado mejor los elementos nutritivos, contribuyendo así en la mejor conformación de los tejidos vegetales.

Tabla 14. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de guano de islas sobre diámetro polar del repollo por planta.

Orden de mérito	Dosis de guano de islas	Promedio de diámetro polar del repollo (cm)	Tukey $P \leq 0.05$
1	G2 = 1000 kg/ha	17.48	a
2	G1 = 500 kg/ha	16.04	a b
3	G0 = 00 kg/ha	14.47	b

En la tabla 15, se muestra la prueba de significancia de Tukey para factor Dosis de humus de lombriz sobre diámetro polar de repollo, en donde la dosis de 10000 kg/ha tuvo mayor diámetro con 16.92 cm, seguido de la dosis de 5000 kg/ha con 16.28 cm, los cuales estadísticamente son similares; mientras que el testigo con una dosis de 00 kg/ha tuvo 14.77 cm. El abonamiento con diferentes dosis de humus de lombriz ha influido mejor en el desarrollo de la planta, observándose como respuesta a ello un mayor diámetro polar en la cabeza de repollo frente a la dosis testigo.

Tabla 15. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de Humus de lombriz sobre diámetro polar de repollo.

Orden de mérito	Dosis de humus de lombriz	Promedio de diámetro polar de repollo (cm)	Tukey $P \leq 0.05$
1	H2 = 10000 kg/ha	16.92	a
2	H1 = 5000 kg/ha	16.28	a b
3	H0 = 00 kg/ha	14.77	b

Los resultados del presente trabajo, constituyen valores superiores a lo expresado por Gonzales (2010), quien indica, que existe diferencias entre cultivares de repollo, así, el cultivar con mayor diámetro polar es Judge con 22.23 cm, esto se deduce a que este cultivar se caracteriza por tener cabeza pequeña y bien compacta.

4.3.5. Diámetro ecuatorial

En la tabla 16, se muestra el análisis de varianza para diámetro ecuatorial de pellas del repollo antes de la cosecha, en donde se observa que para el factor dosis de guano de islas (G), se encontró diferencias estadísticas significativas, lo cual demuestra que existe diferencias en el diámetro ecuatorial como efecto de la aplicación de las diferentes dosis de guano de islas. Para el factor dosis de humus de lombriz (H), se visualiza, también que presenta diferencias estadísticas significativas, dando a entender que existe diferencias estadísticas en el diámetro ecuatorial como efecto de la aplicación de las dosis de humus de lombriz en el cultivo de repollo morado. Para la interacción G x H, no existe diferencias estadísticas significativas, explicando que los factores actúan de forma independientes sobre el diámetro ecuatorial del repollo. El coeficiente de variabilidad fue de 10.29%, indicando valores aceptables estadísticamente.

Tabla 16. Análisis de varianza para diámetro ecuatorial del repollo por planta antes de la cosecha

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01
Dosis de Guano de islas (G)	2	159.2007407	79.6003704	4.95 *	3.55	6.01
Dosis de humus de lombriz (H)	2	132.7674074	66.3837037	4.13 *	3.55	6.01
G x H	4	37.7281481	9.4320370	0.59 n.s.	2.93	4.58
Error experimental	18	289.6200000	16.0900000			
Total	26	619.3162963				

CV=10.29%

En la tabla 17, se muestra la prueba de significancia de Tukey para factor Dosis de guano de islas sobre diámetro ecuatorial de repollo, en donde la dosis de 1000 kg/ha presento el mayor diámetro con 15.21 cm, seguido de la dosis de

500 kg/ha con 14.91 cm, los cuales estadísticamente son similares; mientras que el testigo con 00 kg/ha presento el menor valor de diámetro con 13.17 cm.

Tabla 17. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de guano de islas sobre diámetro polar del repollo por planta.

Orden de mérito	Dosis de guano de islas	Promedio de diámetro ecuatorial de repollo (cm)	Tukey $P \leq 0.05$
1	G2 = 1000 kg/ha	15.21	a
2	G1 = 500 kg/ha	14.91	a b
3	G0 = 00 kg/ha	13.17	b

Contrastando con los resultados del presente trabajo, Oliva, *et al.*, (2017), indican que con la aplicación de guano de islas en el diámetro polar del repollo se obtuvo 13.04 cm; en tanto, con la aplicación de humus de lombriz se obtuvo 12.3 cm; con la aplicación del bocashi se logró 12.85 cm, y en el tratamiento testigo se logró 12.45 cm de diámetro, lo que demuestra que la aplicación de abonos orgánicos influye sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo, es decir influye sobre el diámetro de la cabeza de repollo.

Reyes, *et al.*, (2017), Indican que el diámetro de fruto no mostró diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, se observó que las plantas de col que se fertilizaron con compost de camalote, mostraron valores numéricos ligeramente superiores, seguido de las plantas fertilizadas con vermicompost, las plantas sin fertilización (testigo) y finalmente las plantas fertilizadas con la mezcla 50:50 de vermicompost y compost de camalote. El incremento del diámetro del fruto fue de 7,3% en las plantas fertilizadas con el vermicompost, respecto a las no fertilizadas (testigo), mientras que el incremento del diámetro del fruto en las plantas fertilizadas con vermicompost respecto a las no fertilizadas (testigo) fue de 6,5%.

En la tabla 18, se tiene la prueba de significancia de Tukey para el factor Dosis de Humus de Lombriz sobre el diámetro ecuatorial de repollo por planta, en donde con la aplicación de la dosis de 5000 kg/ha se obtuvo el mayor diámetro con 15.73 cm; seguido de la aplicación de la dosis de 10000 kg/ha con 14.86 cm, los cuales estadísticamente son similares; mientras que el testigo con la dosis 00

kg/ha se obtuvo el menor diámetro con 13.28 cm. Los mayores diámetros polares encontrados en el repollo se atribuyen a que el humus de lombriz es un abono orgánico que contiene los elementos nutritivos que requiere la planta para su desarrollo vegetativo.

Tabla 18. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de Humus de lombriz sobre diámetro ecuatorial del repollo.

Orden de mérito	Dosis de humus de lombriz	Promedio de diámetro ecuatorial de repollo (cm)	Tukey $P \leq 0.05$
1	H1 = 5000 kg/ha	15.73	a
2	H2 = 10000 kg/ha	14.86	a b
3	H0 = 00 kg/ha	13.28	b

Los resultados obtenidos son diferentes a lo manifestado por Martínez (2016), quien obtuvo en el rango de 31.54 a 40.60 cm de diámetro por efecto de la aplicación de humus vía foliar en dosis de 50, 70, 90 y 150 g/L, en un ambiente atemperado en el país de La Paz, Bolivia, las diferencias se deben a las dosis de aplicación, características del ambiente, fertilidad del suelo, y la variedad del repollo.

De igual manera los resultados difieren a lo señalado por Calderón (2014), quien obtuvo 21.49 cm en diámetro de repollo por efecto de aplicación de compost con microorganismos eficaces, luego obtuvo 21.30 cm con la aplicación de compost normal y sin compost obtuvo 19.91 cm. Por su parte Vélez (2008), obtuvo 60.78 cm de cabeza de repollo al aplicar humus de lombriz, con la aplicación de biol encontró 59.50 cm y en el tratamiento testigo obtuvo 54.38 cm en el diámetro ecuatorial del repollo.

Diámetro de la cabeza es una medida del tamaño de forma real de la col que indica el rendimiento, cantidad y de mercado, en el caso de diámetro de la cabeza entre el cultivar la col Atlas y Otoño, el resultado reveló que el diámetro más alta de que se logró por Atlas cabeza (20,24cm) y fueron los más bajos estaba con Otoño (18,03cm). Lo que indica, el estiércol ha influido significativamente en diámetro de la cabeza en dicho trabajo. (Hasan y Sani 2018)

4.3.6. Altura de planta

En la tabla 19, se muestra el análisis de varianza para la altura de planta, en donde señala que, para la fuente de variabilidad dosis de guano de islas (G) existe diferencias estadísticas significativas, lo que demuestra que alguna de las dosis aplicadas al cultivo fue superior en altura de planta frente a las otras dosis aplicadas. Para el factor humus de lombriz (H), se encontró una diferencia estadística altamente significativa, dando a conocer que alguna de las dosis aplicadas al cultivo, tuvo mejor efecto favoreciendo la superioridad en altura de planta frente a las demás dosis aplicadas. Para la interacción G x H, no se encontró diferencias estadísticas significativas, explicando que los factores actúan de forma independiente sobre altura de la planta. El coeficiente de variabilidad fue de 2.52%, indicando valores aceptables de confiabilidad estadística.

Tabla 19. Análisis de varianza para altura de planta antes de la cosecha

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01
Dosis de Guano de islas (G)	2	1.00074074	0.50037037	5.00 *	3.55	6.01
Dosis de humus de lombriz (H)	2	1.59185185	0.79592593	7.96 **	3.55	6.01
G x H	4	0.01481481	0.00370370	0.04 n.s.	2.93	4.58
Error experimental	18	1.80000000	0.10000000			
Total	26	4.40740741				

CV=2.52%

En la tabla 20, se puede observar la prueba significancia de Tukey ($P \leq 0.05$), para factor dosis de guano de islas en cuanto a la altura de planta, denota que la mayor altura de planta se logró con la dosis de guano de islas de 500 kg/ha con 12.71 cm/planta, sin embargo, entre esta dosis y la dosis 1000 kg/ha estadísticamente son similares con 12.66 cm/planta. En cambio, la dosis 00 kg/ha (testigo) presentó la menor altura de planta con 12.28 cm/planta, al respecto según estos resultados, podemos indicar que es innecesario aplicar altas dosis de guano de islas, pues no llega a incrementar la altura de la planta significativamente.

El significativo aumento en altura de la planta de col en cuatro a doce semanas después de la siembra fue de acuerdo con el trabajo de Olaniyi y Ojetayo. La altura media de la planta de repollo fue influenciada por los tipos de abonos fue, compost dio la altura más alta (10.40 cm), seguido por fertilizante (7.63cm), a lo largo del período de crecimiento, y mientras NPK tenía la menor (6,46 cm), en altura de la planta de repollo. (Olaniyi, y Ojetayo, 2015)

Reyes, *et al.*, (2017), Señalan que la altura de plantas no mostró diferencias significativas a los 30 días; sin embargo, a los 60 y 90 días se observó que las plantas de col morada fertilizadas con el compost de camalote, mostraron altura mayor, seguido por la mezcla de 50:50 de vermicompost y compost de camalote, mientras que las plantas con altura menor se presentaron en el testigo. A los 30, 60 y 90 días, el incremento de la altura fue mayor respecto al testigo en el compost de camalote, con 17,0; 22,9 y 31,5%; respectivamente.

Tabla 20. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de guano de islas sobre altura de planta.

Orden de mérito	Dosis de guano de islas	Promedio de altura de planta (cm)	Tukey $P \leq 0.05$
1	G1 = 500 kg/ha	12.71	a
2	G2 = 1000 kg/ha	12.66	a b
3	G0 = 00 kg/ha	12.28	b

Los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación son diferentes a lo reportado por Caicedo (2015), quien al aplicar bovinaza a los 90 días de evaluación obtuvo una altura de planta de 15.80 cm por la dosis de 5000 kg/ha; y una altura de planta de 15.40 cm por la dosis de 8000 kg/ha.

También Oliva, *et al.*, (2017), indica que con la aplicación de guano de islas tuvo 25.55 cm de altura de planta, con la aplicación de humus de lombriz tuvo 20.0 cm, con la aplicación de bocashi tuvo 22.5 cm, y con el testigo tuvo 22 cm; lo cual también demuestra que la aplicación de abonos orgánicos influye sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo.

En la tabla 21, se muestra la prueba de significancia estadística de Tukey ($P \leq 0.05$), para factor dosis de humus de lombriz sobre altura de planta, donde se demuestra que la mejor dosis de 10000 kg/ha, con la que se logró la mayor altura de planta con 12.87 cm/planta, el cual es estadísticamente superior, pero con igual altura de planta con la dosis 500 kg/ha que fue de 12.50, demostrando el mismo nivel de superioridad frente a la dosis testigo que presentó 12.28 cm/planta. Al respecto, Gracia, (2012), reporta que el humus de lombriz, es un fertilizante orgánico biorregulador, por su elevada solubilización, composición enzimática y bacteriana proporciona una rápida asimilación de nutrientes por las raíces de la planta, produciendo un aumento en el tamaño de las plantas. En el presente trabajo con la aplicación de humus de lombriz, se ha observado un aumento en el tamaño de las plantas de repollo.

Tabla 21. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para factor dosis de Humus de lombriz sobre altura de planta.

Orden de mérito	Dosis de humus de lombriz	Promedio de altura de planta (cm)	Tukey $P \leq 0.05$
1	H2 = 10000 kg/ha	12.87	a
2	H1 = 5000 kg/ha	12.50	a b
3	H0 = 00 kg/ha	12.28	b

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, son diferentes a lo reportado por Martínez (2016), quien obtuvo alturas de planta en el rango de 23.64 a 27.20 cm de altura como efecto de la aplicación de humus de lombriz vía foliar en las dosis de 50, 70, 90 y 150 g/L, en un ambiente atemperado en La Paz, Bolivia; las diferencias de estos valores se deben a las dosis de aplicación del humus de lombriz, también a las características del ambiente, la fertilidad del suelo, y la variedad del repollo.

Estos valores se contrastan con Ponce (2018), quien al aplicar 40 t/ha de gallinaza en el cultivo de repollo, obtuvo el mayor desarrollo de altura de planta con 25.03 cm y en el tratamiento testigo obtuvo 10.23 cm, de altura de planta en la variedad corazón de buey.

Por otro lado Mebrahtu y Solomun,(2018) manifiestan que en la altura de la planta hay una diferencia significativa, se detectó en las combinaciones de fertilizantes inorgánicos y abonos se obtuvo mayor altura de planta, se obtuvo la mayor altura cuando las parcelas se fertilizan con la combinación de Urea más estiércol de corral La altura más corta se observó en el control que no eran fertilizado, mientras que los tratamientos con tiene la altura de la planta intermedia no se observó una diferencia significativa entre estos tratamientos.

Sin embargo, los resultados difieren ligeramente al contrastar, a lo reportado por Caicedo (2015), quien al aplicar Humus de lombriz a los 90 días de evaluación obtuvo 18.40 cm de altura de planta por la dosis de 5000 kg/ha y 17.53 cm de altura de planta por la dosis de 8000 kg/ha. Las diferencias de estos valores se deben por las dosis de aplicación, al efecto del medio ambiente donde se condujo el experimento y a la variedad del repollo empleada. En tanto, Vélez (2008), reporta valores un poco altos, así a los 60 días de trasplante del repollo obtuvo una altura de planta de 28.88 cm al aplicar humus de lombriz; y una altura de planta de 24.33 cm a la aplicación del biol y en el tratamiento testigo alcanzo una altura de planta de 24.45 cm.

Reyes (2016) menciona que la altura en plantas de col verde, que a los 30 días la mayor altura de planta se presentó en el tratamiento 50% vermicompost + 50% jacinto de agua con 10.45 cm. A los 60 y 90 días la mayor altura se presentó con el tratamiento jacinto de agua con 23.80 y 22.06 cm respectivamente. El incremento de la altura con la aplicación de abonos orgánicos en la etapa del desarrollo vegetativo de la planta, corresponde a la fase de rápido crecimiento, para poder garantizar la mayor productividad biológica como agronómica en las etapas posteriores de crecimiento de este cultivo. Los incrementos de este indicador de crecimiento al parecer están relacionados con la composición de los abonos orgánicos. Estos componentes de los abonos orgánicos son fundamentalmente sustancias húmicas, de las cuales se conocen sus efectos y participación en los distintos procesos fisiológicos-bioquímicos en las plantas, con intervención positiva en la respiración y velocidad de las reacciones enzimáticas del Ciclo de Krebs.

V. CONCLUSIONES

1. Los mayores rendimientos obtenidos en el repollo morado fueron de 82.30 y 81.02 t/ha que corresponden al aplicar las dosis de 1000 kg/ha de guano de islas y 5000 kg/ha de humus de lombriz respectivamente, en cambio con la dosis testigo se obtuvo 50.77 a 55.45 t/ha.
2. El menor número de días para la producción del repollo morado se obtuvo aplicando una dosis de 1000 kg/ha de guano de islas con 147 días; de igual manera, aplicando una dosis de 10000 kg/ha de humus de lombriz el número de días para la producción de repollo morado fue de 165 días. Mientras tanto, la mayor duración de desarrollo vegetativo se obtuvo con la dosis testigo, con un promedio de 168 días.
3. En los parámetros biométricos para la “cabeza” o “pella” de repollo morado; la mayor altura de planta fue de 12,71 cm se obtuvo aplicando la dosis 1000 kg/ha de guano de islas y frente al testigo que fue de 12.28 cm; el mayor número de hojas fue de 16.41 aplicando con la dosis 1000 kg/ha de guano de islas, obteniendo con la dosis testigo 15.93 hojas; en el ancho de hojas no hay diferencias estadísticas pero numéricamente varía entre 19.31 a 18.39 cm; asimismo, en el largo de hojas no hay diferencias estadísticas, pero numéricamente oscila entre 20.33 a 21.09 cm; el mayor diámetro polar fue de 45.46 cm que se obtuvo aplicando la dosis 1000 kg/ha de guano de islas, frente al testigo que fue de 39.09 cm; y el mayor diámetro ecuatorial del repollo fue de 41.07 cm aplicando la dosis 1000 kg/ha de guano de islas, frente a la dosis testigo donde se obtuvo 35.57cm.

VI. RECOMENDACIONES

1. En condiciones de invernadero, el cultivo de repollo morado (***Brassica oleracea*** L. var. capitata - rubra), es una alternativa de cultivo hortícola en el altiplano, por lo que económicamente se recomienda abonar al suelo, con una dosis de 1000 kg/ha de guano de islas ó abonar al suelo con una dosis de 5000 kg/ha de humus de lombriz, efectuando, además, ensayos a nivel de la intemperie ambiental.
2. Se recomienda en el cultivo de repollo, tener en cuenta los requerimientos nutricionales para su normal desarrollo vegetativo, en base a los resultados del análisis del suelo y del abono, efectuando los cálculos respectivos de los nutrientes requeridos por la planta y que permita suministrar la cantidad adecuada de abono.
3. Dada la importancia por su contenido de nutrientes para la nutrición humana; particularmente se recomienda cultivar en los huertos del altiplano, el repollo morado (***Brassica oleracea*** L. var. capitata – rubra), al ser considerado como un alimento nutracéutico por su alto contenido de antocianinas para beneficio de la salud humana

VII. REFERENCIAS

Aguilera, M., Reza, M., Chew, R., y Meza, J. 2011. *Propiedades funcionales de las antocianinas*. Revista de Ciencias Biológicas y de la salud. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Juárez del estado de Durango. México. 22 p

Alarcón Álvarez, R, A. 2014. *Aprovechamientos de residuos orgánicos para la producción de humus de lombriz utilizando la Lombriz Roja Californiana*. (En línea). Consultado: 27 de mayo del 2019. Hora 13: 46. Disponible en: http://www.udesverde.com/PDF/Manual_Lombricultura_UDES.pdf.

Agroancash, 2016. *Guano de islas*. Consultado el día 12/06/2019; horas 4:43 pm. Recuperado de web: https://agroancash.gob.pe/agro/wp-content/uploads/2016/06/GUANO_DE_ISLAS.pdf

Agrorural. 2012. *Guano de las Islas - "Mejorando tu suelo, mejoras tu cosecha"*. Dirección de Operaciones - Sub Dirección de Insumos y Abonos. Lima – Perú. Consultado el día 15 /06/ 2019; a horas 3:32 pm. Recuperado de web: <http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/SEPARATA-G12.pdf>

Cabrera M. 2010, *Evaluación de la eficacia de tres fertilizantes orgánicos con tres diferentes dosis en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de col morada (**Brassica oleracea** L. var. capitata)* Facultad de Recursos Naturales. Escuela De Ingeniería Agronómica. Riobamba – Ecuador. Disponible en: <file:///f:/tesis/tesis%20col%20lombarda.pdf>.

Caicedo, D.A. 2015. *Respuesta del cultivo de col morada (**Brassica oleracea** L.) a la aplicación de abonos orgánicos en la zona de Babahoyo*. Tesis de ingeniero agropecuario. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo– Los Ríos – Ecuador. Recuperado de web (10/06/2018; horas 5:12 pm). Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/1076/1/T-UTB-FACIAG-AGROP-000049.pdf>.

Cerna, L. 2011. *Manual de olericultura*. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad privada Antenor Orrego. Edit. UPAO. Trujillo, Perú. 236 p

Chávez Centeno V. 2015. *El efecto en el cultivo de lechuga del guano de islas y de la roca fosfórica incubados en microorganismos*. Disponible en: <https://pirua.udep.edu.pe>.

Cipriano, A., Díaz, D., Jorge, E. y Jaramillo, N. 2006. *Cultivares de las crucíferas Brócoli, Coliflor, Repollo, Col China. Manual Técnico*. Col. pp. 33 – 34

Cruz, R. 2007. *Evaluación de dos métodos de inducción floral para la producción de semilla de repollo (**Brassica oleracea** L.) en el valle bajo de Cochabamba*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 122 p.

Ewald S., Jacobs F. y Stoven K. (2018) The White Gold of Seabirds, *Licenciatario IntechOpen* 294: DOI 10.5772/ intechopen. 79501

Fuentes, F. y Pérez, J. 2003. *Cultivo del repollo*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). La Libertad, El Salvador. 36 p.

Gracia Ramires L. 2012. niveles de abonamiento con humus de lombriz (*Eisenia foetida*) y su efecto en el rendimiento disponible en: [www. Lombrinatur.com](http://www.Lombrinatur.com).

Garzón, G. 2008. *Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos*. Red de revistas científicas de América Latina, El caribe, España y Portugal. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 42 p

Goites, E. 2008. *Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar*. Edición Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA Ministerio de desarrollo social. Presidencia de la Nación. Buenos Aires, Argentina. 136 p.

González, G. 2011. *Evaluación de la productividad de tres cultivares de repollo (**Brassica oleracea** L. var. capitata) al aire libre, en Valdivia*. Memoria presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 42 p

Hasan, M. y Sani, M. (2018) The growth and yield responses of cabbage cultivars influenced by organic and inorganic fertilizers. *Asian reseach journal of agricultura*, 9(3), 1-12, DOI: 10.9734 / ARJA / 2018/43265

INTA- Institución Nacional de Investigación Tecnología Agraria y Alimentaria. 2002. *Colección de semillas de col-repollo del centro de conservación y mejora de la agro diversidad Valenciana*. Madrid-España. 122 P

INTA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2008. *Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar / Enrique Goites; edición literaria a cargo de Janine Schonwald. - 1a ed. - Buenos Aires: Inst. Nacional de Tecnología Agropecuaria. 52 p*

Jaramillo J. y Diaz, C. 2005. *El Cultivo de las Crucíferas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Compiladores. CORPOICA, Centro de Investigación La Selva, Manual Técnico 4. Rio negro, Antioquia, Colombia. 176 p*

Llorach, S. 2008. *Ciclo de producción en col Lombarda*. Investigaciones. Consultado 26 de julio de 2019; hora 18:36 p.m. Disponible en: <http://www.beninhort/comd.assatjos.com/lombarda.htm>

Manasa, S. Mukunda, S. y Rajasekharam, (2017). Respuesta de col roja (**Brassica oleracea** L. var. capitata F. rubra) a diferentes niveles de la planta y la separación de filas. *nternational Journal of Microbiology actual y Ciencias Aplicada*, 11(6),1684-1689, DOI: org/10.20546/ijcmas.2017.611.202

Maroto Borrego J. V. 2002. *Horticultura Herbácea Especial* Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomas Madrid España. 197p.

Martínez, M.T. 2016. *Efecto del humus por vía foliar en el rendimiento del cultivo del repollo (**Brassica oleracea** L. var. Copenhagen market) en ambiente atemperado*. Facultad de Agronomía. Carrera de Ingeniería Agronómica. Universidad Mayor De San Andrés, La Paz, Bolivia. Recuperado de web (10/06/2019; horas: 6:31 pm). Disponible en:
<http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10320/T2306.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mebrahtu M, Solomun M (2018) *El efecto combinado de Orgánica e Inorgánica fertilizante en el rendimiento y sus componentes de la col (**Brassica oleracea** L.) en Dedebit central de Tigray, Etiopía*, Journal of Plant Sciences y Protección de Cultivos. 1(2), 202.

Morales, I. 2012. *Manejo agronómico de Cultivos*. El Salvador. 32 p

Mosquera, B., 2010. *Abonos Orgánicos*, protegen el suelo y garantiza Alimentación sana. (En línea). Consultado: 27 de mayo del 2019. Disponible en:
http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf.

Muñoz V. 2018. *Evaluación de la eficacia del biofertilizante orgánico “Biol mineralizado” en el rendimiento del cultivo de col morada (**Brassica oleracea** L.) en la zona de Babahoyo*. Facultad De Ciencias Agropecuarias. Carrera De Ingeniería Agropecuaria.
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/5182/TE-UTB.pdf>.

Nina, O. A. 2014. *Efecto del abonamiento con dos tipos de preparación de compost en el rendimiento de cuatro variedades de repollo (**Brassica oleracea** L. var. capitata) en K'ayra- Cusco*. Tesis de Pregrado. Facultad de Agronomía y Zootecnia, Carrera Profesional de Agronomía, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú. Recuperado de web (12/06/2019; horas: 6:46 pm). Disponible en:
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/979/253T20140024.pdf?sequence=1&isAllowed=y> 394

Olaniyi, J. y Ojetayo, A. (2015) Efecto de los tipos de abonos en el crecimiento y rendimiento de dos variedades de col. *Journal of animal y vegetal Sciences*,12(2) 1573-1582, DOI: ISSN 2071 – 7024.

Oliva M.; Eyner H.; Neri J. y Torrejón C. (2018). Características morfo-agronómicas en dos variedades de repollo (***Brassica oleracea*** L. var. capitata) en función a la aplicación de dosis de fertilizantes. *Agroproducción sustentable*, 3(1): 46-54, DOI: 10.25127/APS20191-482.

Pagalo Tacuri, H, M. 2014. *Efectos del humus de lombriz y bocashi en tres híbridos de col (***Brassica oleracea*** L.), en la parroquia Calpi, provincia de Chimborazo (en línea)*. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, EC. Consultado: 01 de Diciembre del 2014. Disponible en:

<http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/170/1/TESIS.- pdf>.

Pamplona. 2012. *Importancia de Cultivos Hortícolas*. Editorial Ataneo. Colombia 32 p-

Pazmiño Galeas J.2014 Evaluación de tres métodos de fertilización orgánica para el mejoramiento de la producción en el cultivo de col. Ambato Ecuador 110p.

Pletsch, R. 2006. *Cultivo de repollo*. Ediciones INTA. Corrientes Argentina.

Porras, F.J. 2007. *Evaluación de dosis de fertilización nitrogenada y densidad de siembra sobre el rendimiento del cultivo de repollo (***Brassica oleraceae***, var capitata) híbrido izalco*. Trabajo de diploma. Facultad de agronomía. Universidad nacional agraria. Managua, Nicaragua. Disponible en web: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04p838.pdf>

Ponce, F. 2018. *Efecto de cuatro dosis de gallinaza en la producción de repollo (***Brassica oleracea*** L.) var. Corazón de buey en el Alto Huallaga-Tocache*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela profesional de agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Martín Tarapoto, Perú. 132 p.

Reardon, J. 2010. *Mas descubrimientos sobre la col morada*. Nort Carolina Department of Agriculture and consumer serbvices. USA. 12 p.

Rengifo, R.E. 2013. *Utilización de humus y tres concentraciones de gallinaza y su efecto en el rendimiento de la col (**Brassica oleracea** L.) var. Tropical delight en bolsas de polietileno en Iquitos – Perú*. Tesis de pregrado. Escuela de Formación Profesional de Agronomía. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Disponible en web:

<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1885/T-631.422-R41.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Reyes, J. (2016) Organic Fertilizers And Their Effect on Grain Growth and Development Of Cabbage (**Brassica oleracea** L.) *Journal of Biological and Health Sciences*, 3(18): 28-32 DOI: XVIII (3): 28-32 (2016)

Reyes J.; Luna R.; Murillo B.; Nieto, A.; Hernández L.; Rueda E. y Preciado P. (2017) uso de vermicompost y compost de camalote (*Eichhornia crassipes*) en el crecimiento de col morada (**Brassica oleracea** L.) *Interciencia* 42(9) 610-615 DOI: 0378-1844.

Solano Larico M.A. 2017 identificación y descripción de especies de gimnosperma y angiospermas Puno – Perú 33p

Salinas, F., López, F., Valencia, J., y Cerón, G. 2009. *Preparación y estandarización del extracto de la col morada*. Universidad tecnológica de Tecamac. Estado de México. XII encuentro. Participación de la mujer en la ciencia. México 46 p.

Sánchez, C. 2011. *Abonos Orgánicos y Lombricultura*. Primera Edición, Editorial RIPALME, Lima-Perú. 86 p

Sánchez, C. 2003. *Floricultura, siembra, cultivo y especies*. Ediciones RIPALME E.I.R.L Lima, Perú. 72 p

Segura, R., y Lardizabal, R. 2008. *Manual de producción del repollo*. USAID-RED. Proyecto de diversificación económica rural. Honduras. 36 p

Siura y Ugas, R. 2006. *Programa de horticultura*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Edición Edit. Agraria. 36 p

Teuber, O. 2003. *Cultivo del repollo morado en Aysen*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro de investigación Tamel Aike. Ministerio de Agricultura. Chile. 12 p.

Sierra B., C. 2013. Fertilización y Manejo del Suelo en Hortalizas: Alcachofa, Apio, Col, Pepino dulce, Pimiento, Tomate y Zanahoria. INA N°271 Instituto de Investigaciones Agropecuarias, La Serena Chile, 112p.

Tineo, A. (2014). Aplicación de roca fosfórica, diatomita incubadas en una solución de microorganismos y guano, en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). IIFCA, UNSCH 51p

Velez, Y. 2008. *Rendimiento del cultivo de col quintal (**Brassica oleracea** L.), utilizando dos tipos de abonos orgánicos (humus y biol) en la Parroquia El Airo, del Cantón Espíndola*. Tesis de grado previa obtención del título de Ingeniero en Administración y Producción Agropecuaria. Carrera de Ingeniería en Administración y Producción Agropecuaria. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

Zamora, E. (2016). *El cultivo del repollo (**brassica oleracea** L. var. Capitata)*. Universidad de Sonora. División de ciencias biológicas y de la salud. Departamento de Agricultura y ganadería. Hermosillo, Sonora, México. 12 p.

ANEXOS

Tabla 22. Periodo de días y fases fenológicas del cultivo de repollo morado

Rep 1	Trasplante	Preformación de cabeza/Días	Cabeza compacta	Cabeza conformada cosecha
T1	00	88	136	166
T2	00	81	124	165
T3	00	76	117	165
T4	00	80	122	164
T5	00	78	120	162
T6	00	75	120	148
T7	00	77	117	145
T8	00	73	114	131
T9	00	75	116	146
Rep 2	Trasplante 07-09-18	Preformación de cabeza/Días	Cabeza compacta	Cabeza conformada cosecha
T1	00	78	136	168
T2	00	81	127	162
T3	00	75	118	164
T4	00	81	123	157
T5	00	80	121	152
T6	00	77	121	149
T7	00	76	117	147
T8	00	73	113	131
T9	00	74	117	145
Rep 3	Trasplante 07-09-18	Preformación de cabeza/Días	Cabeza compacta	Cabeza conformada cosecha
T1	00	89	136	169
T2	00	82	127	166
T3	00	77	118	166
T4	00	78	123	146
T5	00	77	121	149
T6	00	76	121	147
T7	00	80	117	149
T8	00	75	113	133
T9	00	75	117	147

Tabla 23. Altura de planta evaluada por tratamiento antes de la cosecha

Rep		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
		G0			G1			G2		
		H0	H1	H2	H0	H1	H2	H0	H1	H2
1	P1	12	12	12	14	13	14	13	13	14
	P2	11	12	13	13	12	13	12	13	13
	P3	12	12	12	12	13	13	12	14	14
	P4	12	12	13	13	13	14	13	13	14
	P5	12	13	12	12	14	14	13	12	13
	P6	13	12	13	12	13	13	14	13	13
	Prom.	12.0	12.2	12.5	12.7	13.0	13.5	12.8	13.0	13.5
2	P1	12	12	12	12	12	12	12	12	13
	P2	11	12	13	12	12	13	13	12	12
	P3	12	12	12	12	13	12	12	13	13
	P4	12	12	13	12	12	13	12	12	13
	P5	13	12	12	13	12	13	12	13	12
	P6	11	13	13	12	13	13	12	13	13
	Prom.	11.8	12.2	12.5	12.2	12.3	12.7	12.2	12.5	12.7
3	P1	12	12	13	12	13	13	13	13	12
	P2	13	12	12	12	12	13	13	13	14
	P3	12	13	12	13	13	12	12	11	13
	P4	13	13	13	12	12	14	10	13	12
	P5	12	12	13	12	13	13	12	12	13
	P6	12	12	13	13	13	13	13	12	12
	Prom.	12.3	12.3	12.7	12.3	12.7	13.0	12.2	12.3	12.7
Total		36.2	36.7	37.7	37.2	38.0	39.2	37.2	37.8	38.8
Prom.		12.1	12.2	12.6	12.4	12.7	13.1	12.4	12.6	12.9
Prom. G		12.3			12.7			12.6		
Prom. H		12.3			12.5			12.9		

Tabla 24. Número de hojas /planta evaluada por tratamiento antes de la cosecha

Rep		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
		G0			G1			G2		
		H0	H1	H2	H0	H1	H2	H0	H1	H2
1	P1	16	16	16	16	17	16	17	17	16
	P2	15	16	17	15	16	17	17	16	17
	P3	16	15	17	15	15	17	15	16	16
	P4	16	16	17	16	17	17	15	17	18
	P5	15	15	16	15	16	16	17	16	17
	P6	16	16	16	16	16	17	16	17	16
	Prom.	15.7	15.7	16.5	15.5	16.2	16.7	16.2	16.5	16.7
2	P1	16	16	16	16	17	16	16	16	18
	P2	16	17	18	15	16	17	16	17	16
	P3	16	16	16	16	16	17	16	16	17
	P4	15	16	16	17	15	16	17	18	16
	P5	16	17	15	16	17	17	16	15	18
	P6	16	17	17	16	17	17	16	16	16
	Prom.	15.8	16.5	16.3	16.0	16.3	16.7	16.2	16.3	16.8
3	P1	16	14	16	16	15	16	16	16	17
	P2	15	16	17	17	17	17	16	16	16
	P3	16	15	17	15	17	17	16	17	17
	P4	16	15	18	16	16	16	16	16	18
	P5	15	16	16	16	17	17	15	16	17
	P6	16	15	16	18	17	18	17	16	16
	Prom.	15.7	15.2	16.7	16.3	16.5	16.8	16.0	16.2	16.8
Total		47.2	47.3	49.5	47.8	49.0	50.2	48.3	49.0	50.3
Prom.		15.7	15.8	16.5	15.9	16.3	16.7	16.1	16.3	16.8
Prom. G		16.0			16.3			16.4		
Prom. H		15.9			16.1			16.7		

Tabla 25. Ancho de hoja/planta evaluada por tratamiento antes de la cosecha

Rep		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
		G0			G1			G2		
		H0	H1	H2	H0	H1	H2	H0	H1	H2
1	P1	15	17	17	20	17	19	16	19	21
	P2	17	18	16	15	19	19	17	20	20
	P3	17	18	17	16	21	19	16	17	17
	P4	18	16	18	16	19	29	17	20	19
	P5	18	19	19	18	16	19	18	20	17
	P6	16	16	20	15	17	17	20	21	17
	Prom.	16.8	17.3	17.8	16.7	18.2	20.3	17.3	19.5	18.5
2	P1	19	19	18	16	20	20	18	20	20
	P2	19	19	19	18	19	19	19	17	20
	P3	18	18	18	20	19	20	21	19	20
	P4	19	19	19	18	20	20	20	20	19
	P5	18	17	20	18	19	20	18	19	19
	P6	18	18	21	18	20	20	18	20	20
	Prom.	18.5	18.3	19.2	18.0	19.5	19.8	19.0	19.2	19.7
3	P1	19	19	21	19	20	19	19	20	22
	P2	21	19	20	21	20	19	21	20	21
	P3	20	20	21	20	21	21	20	20	21
	P4	19	19	20	19	20	22	19	20	20
	P5	20	22	21	20	20	21	19	21	19
	P6	19	21	19	19	21	20	21	21	20
	Prom.	19.7	20.0	20.3	19.7	20.3	20.3	19.8	20.3	20.5
Total		55.0	55.7	57.3	54.3	58.0	60.5	56.2	59.0	58.7
Prom.		18.3	18.6	19.1	18.1	19.3	20.2	18.7	19.7	19.6
Prom. G		18.7			19.2			19.3		
Prom. H		18.4			19.2			19.6		

Tabla 26. Largo de hoja/planta evaluada por tratamiento antes de la cosecha

Rep		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
		G0			G1			G2		
		H0	H1	H2	H0	H1	H2	H0	H1	H2
1	P1	18	18	17	18	21	20	23	18	21
	P2	19	19	19	21	19	20	21	18	22
	P3	19	19	19	21	18	20	19	18	18
	P4	18	20	20	20	17	21	20	18	21
	P5	21	20	21	17	19	20	19	20	21
	P6	17	21	20	18	17	19	19	21	22
	Prom.	18.7	19.5	19.3	19.2	18.5	20.0	20.2	18.8	20.8
2	P1	21	20	21	19	21	22	20	21	21
	P2	20	19	20	20	21	20	21	20	21
	P3	20	19	20	21	21	21	22	21	22
	P4	19	19	21	20	20	21	21	21	21
	P5	20	21	20	20	21	21	19	21	21
	P6	19	22	20	20	21	21	19	20	21
	Prom.	19.8	20.0	20.3	20.0	20.8	21.0	20.3	20.7	21.2
3	P1	23	21	22	21	23	21	20	22	23
	P2	22	21	23	21	23	21	22	21	23
	P3	22	22	23	22	22	23	22	21	22
	P4	21	22	23	22	21	23	21	22	22
	P5	21	23	24	22	21	23	22	22	22
	P6	20	23	21	23	22	22	22	22	22
	Prom.	21.5	22.0	22.7	21.8	22.0	22.2	21.5	21.7	22.3
Total		60.0	61.5	62.3	61.0	61.3	63.2	62.0	61.2	64.3
Prom.		20.0	20.5	20.8	20.3	20.4	21.1	20.7	20.4	21.4
Prom. G		20.4			20.6			20.8		
Prom. H		20.3			20.4			21.1		

Tabla 27. Diámetro polar del repollo/planta evaluada por tratamiento antes de la cosecha

Rep		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
		G0			G1			G2		
		H0	H1	H2	H0	H1	H2	H0	H1	H2
1	P1	9.6	10.4	17.4	17.0	12.2	19.6	19.6	14.8	22.2
	P2	13.0	13.3	17.4	17.8	21.5	19.6	19.6	20.0	20.0
	P3	13.0	14.8	12.2	13.3	15.9	17.0	18.1	15.9	16.3
	P4	14.4	14.4	11.5	13.7	18.9	18.5	14.8	18.5	14.8
	P5	13.7	17.4	17.0	12.6	9.6	22.2	15.9	15.2	14.1
	P6	11.1	13.3	18.1	13.3	10.4	21.5	13.0	14.8	18.9
	Prom	12.48	13.96	15.63	14.63	14.74	19.74	16.85	16.56	17.70
2	P1	15.2	13.7	14.1	12.2	17.0	14.4	15.9	15.2	15.6
	P2	13.7	14.4	15.9	14.4	19.6	16.7	14.8	14.8	16.3
	P3	13.3	13.0	14.4	13.3	15.6	14.8	14.8	17.0	16.7
	P4	14.8	15.6	14.8	10.4	18.5	14.1	14.1	14.4	16.7
	P5	14.4	20.0	15.2	14.8	19.6	14.8	14.8	20.4	16.3
	P6	10.7	15.6	14.1	14.8	17.0	14.8	15.2	17.0	14.8
	Prom	13.70	15.44	14.74	13.33	17.89	14.93	14.93	16.48	16.04
3	P1	15.2	13.3	14.8	15.6	19.6	10.7	16.3	20.4	14.8
	P2	14.1	14.4	15.6	18.5	19.6	11.5	14.4	17.0	15.2
	P3	14.4	15.6	15.9	18.1	18.1	14.4	14.8	15.2	15.6
	P4	14.4	16.3	14.4	14.8	17.8	22.6	17.0	21.1	15.6
	P5	14.1	14.8	15.6	14.4	14.8	19.6	16.3	22.2	20.4
	P6	14.8	14.8	13.3	14.1	17.0	18.5	20.4	22.6	18.5
	Prom	14.52	14.89	14.93	15.93	17.85	16.22	16.56	19.74	16.67
Total		36.60	39.83	40.77	43.89	45.43	45.83	43.50	47.50	45.40
Prom.		13.56	14.74	15.11	14.63	16.81	16.96	16.11	17.59	16.81
Prom. G		14.48			16.15			17.50		
Prom. H		14.78			16.41			16.92		

Tabla 28. Peso unitario de cabeza de repollo/planta evaluada por tratamiento antes de la cosecha

Rep		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
		G0			G1			G2		
		H0	H1	H2	H0	H1	H2	H0	H1	H2
1	P1	0.750	0.150	1.100	0.500	2.200	2.100	2.100	2.900	1.800
	P2	0.600	1.100	0.400	0.600	1.800	2.000	2.600	1.800	2.000
	P3	0.750	0.450	0.450	1.350	1.100	2.000	1.100	2.200	1.700
	P4	0.900	0.700	0.450	1.200	1.400	1.300	0.600	0.900	1.500
	P5	0.650	1.100	1.700	0.350	0.900	0.750	0.750	0.750	1.100
	P6	0.600	0.600	1.900	0.400	1.050	2.100	0.250	1.200	0.900
	Prom.	0.708	0.683	1.000	0.733	1.408	1.708	1.233	1.625	1.500
2	P1	1.200	1.000	0.700	0.650	1.800	1.100	1.200	1.500	1.250
	P2	0.600	0.700	1.200	0.900	2.000	1.400	1.600	1.600	1.000
	P3	0.200	0.650	0.800	0.800	1.200	1.100	1.550	1.350	1.400
	P4	1.000	1.600	1.100	0.750	1.900	0.900	0.750	1.700	0.900
	P5	0.900	2.000	1.150	0.950	2.000	1.500	0.900	1.600	2.200
	P6	0.450	1.200	0.700	0.700	1.700	1.100	1.150	1.500	1.400
	Prom.	0.725	1.192	0.942	0.792	1.767	1.183	1.192	1.542	1.358
3	P1	0.900	0.850	0.900	1.600	2.100	0.400	1.500	2.000	1.300
	P2	0.700	0.900	1.200	1.200	2.150	0.500	1.150	1.900	0.900
	P3	0.850	1.200	1.350	1.600	1.900	0.900	1.200	1.700	1.100
	P4	0.800	1.300	0.700	1.000	1.800	2.900	1.600	2.000	1.400
	P5	0.900	1.400	1.200	0.900	1.550	2.000	2.200	1.900	1.350
	P6	0.950	1.100	0.650	0.650	1.700	1.900	1.900	2.000	2.200
	Prom.	0.850	1.125	1.000	1.158	1.867	1.433	1.592	1.917	1.375
Total		2.283	3.000	2.942	2.683	5.042	4.325	4.017	5.083	4.233
Prom.		0.761	1.000	0.981	0.894	1.681	1.442	1.339	1.694	1.411
Prom. G		0.914			1.339			1.481		
Prom. H		0.998			1.458			1.278		

Tabla 29. Rendimiento total de cabezas de repollo por 1.08 m² por tratamiento antes de la cosecha.

Rep		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
		G0			G1			G2		
		H0	H1	H2	H0	H1	H2	H0	H1	H2
1	P1	0.75	0.15	1.10	0.50	2.20	2.10	2.10	2.90	1.80
	P2	0.60	1.10	0.40	0.60	1.80	2.00	2.60	1.80	2.00
	P3	0.75	0.45	0.45	1.35	1.10	2.00	1.10	2.20	1.70
	P4	0.90	0.70	0.45	1.20	1.40	1.30	0.60	0.90	1.50
	P5	0.65	1.10	1.70	0.35	0.90	0.75	0.75	0.75	1.10
	P6	0.60	0.60	1.90	0.40	1.05	2.10	0.25	1.20	0.90
	Total	4.25	4.10	6.00	4.40	8.45	10.25	7.40	9.75	9.00
2	P1	1.20	1.00	0.70	0.65	1.80	1.10	1.20	1.50	1.25
	P2	0.60	0.70	1.20	0.90	2.00	1.40	1.60	1.60	1.00
	P3	0.20	0.65	0.80	0.80	1.20	1.10	1.55	1.35	1.40
	P4	1.00	1.60	1.10	0.75	1.90	0.90	0.75	1.70	0.90
	P5	0.90	2.00	1.15	0.95	2.00	1.50	0.90	1.60	2.20
	P6	0.45	1.20	0.70	0.70	1.70	1.10	1.15	1.50	1.40
	Total	4.35	7.15	5.65	4.75	10.60	7.10	7.15	9.25	8.15
3	P1	0.90	0.85	0.90	1.60	2.10	0.40	1.50	2.00	1.30
	P2	0.70	0.90	1.20	1.20	2.15	0.50	1.15	1.90	0.90
	P3	0.85	1.20	1.35	1.60	1.90	0.90	1.20	1.70	1.10
	P4	0.80	1.30	0.70	1.00	1.80	2.90	1.60	2.00	1.40
	P5	0.90	1.40	1.20	0.90	1.55	2.00	2.20	1.90	1.35
	P6	0.95	1.10	0.65	0.65	1.70	1.90	1.90	2.00	2.20
	Total	5.10	6.75	6.00	6.95	11.20	8.60	9.55	11.50	8.25
Total		13.70	18.00	17.65	16.10	30.25	26.05	24.10	30.55	25.40
Prom.		4.57	6.00	5.88	5.37	10.08	8.68	8.03	10.18	8.47
Prom. G		5.48			8.04			8.89		
Prom. H		5.99			8.76			7.68		

Tabla 30. Resumen de rendimiento total de cabezas de repollo por 1.08 m² por tratamiento antes de la cosecha.

Rep.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
	G0			G1			G2		
	H0	H1	H2	H0	H1	H2	H0	H1	H2
1	4.25	4.10	6.00	4.40	8.45	10.25	7.40	9.75	9.00
2	4.35	7.15	5.65	4.75	10.60	7.10	7.15	9.25	8.15
3	5.10	6.75	6.00	6.95	11.20	8.60	9.55	11.50	8.25
Total	13.70	18.00	17.65	16.10	30.25	25.95	24.10	30.50	25.40
Prom.	4.57	6.00	5.88	5.37	10.08	8.65	8.03	10.17	8.47
Prom. G	5.48			8.03			8.89		
Prom. H	5.99			9.08			7.67		

Tabla 31. Rendimiento total de cabezas de repollo (kg/ha) por tratamiento.

Rep.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
	G0			G1			G2		
	H0	H1	H2	H0	H1	H2	H0	H1	H2
1	39351.85	37962.96	55555.56	40740.74	78240.74	94907.41	68518.52	90277.78	83333.33
2	40277.78	66203.70	52314.81	43981.48	98148.15	65740.74	66203.70	85648.15	75462.96
3	47222.22	62500.00	55555.56	64351.85	103703.70	79629.63	88425.93	106481.48	76388.89
Total	126851.85	166666.67	163425.93	149074.07	280092.59	240277.78	223148.15	282407.41	235185.19
Prom.	42283.95	55555.56	54475.31	49691.36	93364.20	80092.59	74382.72	94135.80	78395.06
Prom. G	50771.60			74382.72			82304.53		
Prom. H	55452.67			84104.94			70987.65		

Tabla 32. Rendimiento total de cabezas de repollo (t/ha) por tratamiento.

Rep.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
	G0			G1			G2		
	H0	H1	H2	H0	H1	H2	H0	H1	H2
1	39.35	37.96	55.56	40.74	78.24	94.91	68.52	90.28	83.33
2	40.28	66.20	52.31	43.98	98.15	65.74	66.20	85.65	75.46
3	47.22	62.50	55.56	64.35	103.70	79.63	88.43	106.48	76.39
Total	126.85	166.67	163.43	149.07	280.09	240.28	223.15	282.41	235.19
Prom.	42.28	55.56	54.48	49.69	93.36	80.09	74.38	94.14	78.40
Prom. G	50.77			74.38			82.30		
Prom. H	55.45			84.10			70.99		

Tabla 33. Registro de temperaturas medias dentro de invernadero (°C)

Setiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero	
Día	T° media	Día	T° media	Día	T° media	Día	T° media	Día	T° media	Día	T° media
1	s/r	1	29	1	30	1	29	1	29	1	27
2	s/r	2	28	2	32	2	30	2	28	2	29
3	s/r	3	30	3	31	3	30	3	30	3	28
4	s/r	4	31	4	29	4	32	4	31	4	27
5	s/r	5	29	5	27	5	32	5	28	5	29
6	s/r	6	30	6	28	6	31	6	29	6	29
7	30	7	28	7	29	7	29	7	33	7	30
8	28	8	27	8	30	8	27	8	32	8	30
9	30	9	28	9	32	9	26	9	30	9	31
10	30	10	27	10	30	10	30	10	31	10	32
11	24	11	25	11	31	11	31	11	29	11	28
12	25	12	26	12	30	12	30	12	28	12	29
13	27	13	28	13	32	13	32	13	29	13	29
14	26	14	29	14	30	14	31	14	30	14	30
15	31	15	26	15	29	15	30	15	28	15	31
16	27	16	27	16	28	16	27	16	28	16	29
17	29	17	28	17	27	17	25	17	27	17	28
18	32	18	29	18	28	18	27	18	32	18	28
19	29	19	30	19	29	19	29	19	31	19	27
20	28	20	30	20	30	20	30	20	31	20	29
21	28	21	30	21	31	21	32	21	29	21	30
22	26	22	28	22	29	22	31	22	28	22	30
23	27	23	29	23	29	23	29	23	28	23	31
24	29	24	26	24	30	24	31	24	28	24	32
25	30	25	25	25	28	25	30	25	29	25	29
26	29	26	24	26	27	26	32	26	27	26	29
27	28	27	28	27	29	27	29	27	26	27	28
28	29	28	27	28	31	28	28	28	27	28	30
29	27	29	29	29	30	29	31	29	28		
30	26	30	28	30	29	30	30	30	29		
		31	29			31	30	31	28		
Prom.	28.1	Prom.	28.0	Prom.	29.5	Prom.	29.7	Prom.	29.1	Prom.	29.3

s/r = sin registro

Tabla 34. Contenido de elementos nutritivos de guano de islas y humus de lombriz

Guano de islas			Humus de lombriz		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
10 - 14	10 - 12	2 -3	1 -3	0.5 - 2.5	1-4
12	11	2.5	2	1.5	1.5

Tabla 35. Elementos nutritivos de guano de islas y humus de lombriz

N %	P ppm	K ppm	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha
0.13	11.00	184.00	3640	30.8	515.2

Tabla 36. Dosis de elementos nutritivos por tratamiento

N° trat	Guano de islas Kg			Humus de lombriz kg		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
T1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
T2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0108	0.0075	0.0135
T3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0216	0.0162	0.0270
T4	0.0064	0.0059	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000
T5	0.0064	0.0059	0.0013	0.0108	0.0075	0.0135
T6	0.0064	0.0059	0.0013	0.0216	0.0162	0.0270
T7	0.0129	0.0118	0.0027	0.0000	0.0000	0.0000
T8	0.0129	0.0059	0.0027	0.0108	0.0075	0.0135
T9	0.0129	0.0059	0.0027	0.0216	0.0162	0.0270
Sub total	0.0583	0.0534	0.0121	0.0972	0.0712	0.1215
Total	0.175	0.160	0.036	0.291	0.213	0.364

PANEL FOTOGRAFICO

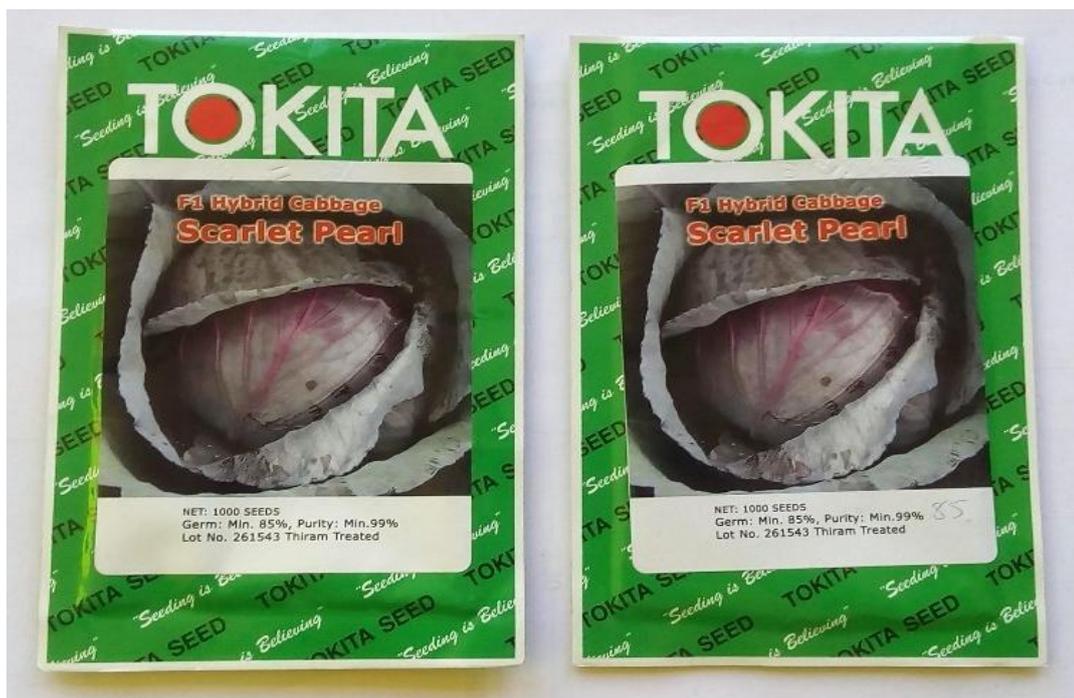


Figura 7. Sobres de semillas de repollo var. capitata-rubra. (Puno-26/06/18)



Figura 8. Preparación en almacigo (Invernadero FAC - UNA Puno 16/07/18)



Figura 9. Siembra de semillas en almacigo (Invernadero FAC - UNA Puno 16/07/18)



Figura 10. Desarrollo de plántulas en almacigo (Invernadero FAC - UNA Puno 02/08/18)



Figura 11. Plántulas de repollo morado en almacigo (Invernadero FAC - UNA Puno 27/08/18)



Figura 12. Área de terreno del invernadero para el experimento. (Invernadero CIP- Camacani 03/09/2018)



Figura 13. Preparación de terreno para el experimento (Invernadero CIP-Camacani 05/09/2018).



Figura 14. Distribución de tratamientos según croquis. (Invernadero CIP-Camacani 06/09/2018)



Figura 15. Pesado de humus de lombriz para cada parcela experimental.
(Invernadero CIP- Camacani 06/09/2018)



Figura 16. Aplicación de humus de lombriz. (Invernadero CIP- Camacani
07/09/2018)



Figura 17. Trasplante de plántulas de repollo morado por tratamiento.
(Invernadero CIP- Camacani 07/09/2018)



Figura 3. Evaluación del crecimiento de las plántulas de repollo morado.
(Invernadero CIP- Camacani 14/10/2018)



Figura 19. Desarrollo vegetativo de hojas de repollo (Invernadero CIP- Camacani 26/11/2018)



Figura 20. Medición de características de hoja de repollo. (Invernadero CIP- Camacani 04/12/2018)



Figura 4. Cabezas de repollo cosechadas por tratamiento (Invernadero CIP-Camacani 20/02/2019)



Figura 5. Pesado de cabeza de repollo (Invernadero CIP- Camacani 20/02/2019)



Figura 6. Deshojado de hojas para determinar número de hojas por cabeza de repollo (Invernadero CIP- Camacani 20/02/2019)



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
 LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

PROCEDENCIA : INVERNADERO CIP CAMACANI - PUNO
 INTERESADO : VLADIMIR RAMOS LLANOS
 MOTIVO : Análisis Fertilidad de suelos
 MUESTREO : 04/07/2018 (por el interesado)
 ANÁLISIS : 05/07/2018
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ²⁻ %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	Suelo de	62.36	18.10	19.54	Franco Arenoso	0.00	6.60	0.13

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S.B. %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
						me/100 g suelo						
01	6.20	0.25	1.25	11.00	184	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

FArA = Franco arcillo arenoso
 Ar = Arcilloso
 FArA = Franco arcillo arenoso
 CIC= Capacidad Intercambio Cationico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio cambiabile
 A= Arena
 Ca²⁺ = Calcio cambiabile
 Na⁺ = Sodio cambiabile
 CO₃²⁻ = Carbonatos
 me = miliequivalente.

FAr = Franco arcilloso
 M.O.=Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
 mS/cm = milisiemens por centimetro
 C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiabile
 NC= no corresponde

Tec. Benito Fernandez Calloapaza
 ANALISTA
 CONTROL DE CALIDAD DE FOLIAS
 PLANTAS, BRICATOLOGIA DE ALIMENTOS Y FERTILIZANTES

Ing. M.Sc. Daniel Canaza Mamanu
 JEFE DEL LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

Figura 85. Certificado de análisis de suelo



Universidad Nacional del Altiplano Puno
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Av. Floral 1153, C.U. Telf. (051) 366080 IP. 20102 Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



LABORATORIO DE ANALISIS DE SEMILLAS

INFORME N° 003-2018-EPIA-FCA-UNA-PUNO/LAS

DATOS DEL SOLICITANTE:

Nombre y Apellidos : Vladimir Ramos Llanos
 Procedencia : Cochabamba (Bolivia)
 Fecha de ingreso : 27 de Junio de 2018
 Análisis solicitado : Prueba de germinación, Peso de 1000 semillas

DATOS DE LA MUESTRA:

Especie : Repollo
 Variedad : Peral escarlata. F1
 Tamaño de muestra: En sobre

RESULTADO DE ANÁLISIS

Nº de muestra	Porcentaje de germinación (%)	Peso de 1000 semillas
Semilla de Repollo morado	88.3	0.42g

Puno, C.U., 11 de Diciembre del 2018



[Signature]
 Ing. M.Sc. SATURNINO MARCA VILCA
 JEFE DE LABORATORIO

[Signature]
 LUCIANO J. DUEÑAS QUISPE
 LABORATORISTA

Cc. Arch-2018

Figura 96. Certificado de análisis de semilla