

Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**EFFECTO DE CUATRO DOSIS DE GALLINAZA EN LA  
PRODUCCIÓN DE REPOLLO (*Brassica oleracea* L.) Var. Corazón  
de buey EN EL ALTO HUALLAGA - TOCACHE**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo**

**AUTOR:**

**Bach. Fransh Tirso Ponce Sobrados**

**ASESOR:**

**Ing. Roaldo López Fulca**

**Tarapoto – Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**EFFECTO DE CUATRO DOSIS DE GALLINAZA EN LA  
PRODUCCIÓN DE REPOLLO (*Brassica oleracea* L.) Var. Corazón  
de buey EN EL ALTO HUALLAGA - TOCACHE**

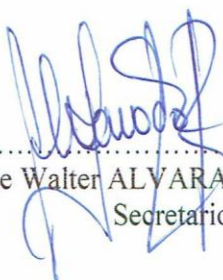
**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo**

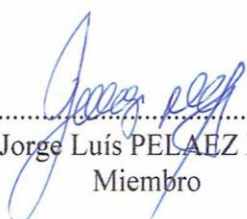
**AUTOR:**


**Bach. Fransh Tirso Ponce Sobrados**

**Sustentado y aprobado ante el honorable jurado el día 5 marzo de 2018**

  
.....  
Dr. Carlos RENGIFO SAAVEDRA  
Presidente

  
.....  
Ing. Dr. Jaime Walter ALVARADO RAMIREZ  
Secretario

  
.....  
Ing. Jorge Luis PELAEZ RIVERA  
Miembro

  
.....  
Ing. Roaldo LÓPEZ FULCA  
Asesor

## Declaración de Autenticidad

Yo, FRANSH TIRSO PONCE SOBRADOS, egresado(a) de la Facultad de CIENCIAS AGRARIAS de la Escuela Profesional de AGRONOMÍA, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, identificado con DNI N° 46924429, Domiciliado en: Jr. Tupac Amaru Cdra. 4 – Tocache – San Martín, con la tesis titulada: “EFECTO DE CUATRO DOSIS DE GALLINAZA EN LA PRODUCCIÓN DE REPOLLO (*Brassica oleracea* L.) Var. Corazón de buey EN EL ALTO HUALLAGA- TOCACHE”.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 5 de Marzo del 2018

FRANSH TIRSO PONCE SOBRADOS

DNI N° 46924429



**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis**

**1. Datos del autor:**

|   |                              |
|---|------------------------------|
| Apellidos y nombres: <i>Fransh Tirso Ponce Sobrados</i> |                              |
| Código de alumno : <i>0913 21</i>                       | Teléfono: <i>927 222 838</i> |
| Correo electrónico : <i>Franco1995_05@hotmail.com</i>   | DNI: <i>46924429</i>         |

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

|   |
|---|
| Facultad de: <i>Ciencias Agrarias</i>       |
| Escuela Profesional de:<br><i>Agronomía</i> |

**3. Tipo de trabajo de investigación**

|                                    |     |                          |     |
|------------------------------------|-----|--------------------------|-----|
| Tesis                              | ( ) | Trabajo de investigación | ( ) |
| Trabajo de suficiencia profesional | ( ) |                          |     |

**4. Datos de trabajo de investigación**

|  |
|--|
| Título: <i>Efecto de cuatro Dosis de Gallinaza en la Producción de Repollo (Brassica oleracea L.), var. corazón de Buey En el Alto Huallaga -Tocache</i> |
| Año de publicación: <i>2018</i>  |

**5. Tipo de Acceso al documento**

|                       |     |         |     |
|-----------------------|-----|---------|-----|
| Acceso público *      | ( ) | Embargo | ( ) |
| Acceso restringido ** | ( ) |         |     |

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indiquen el sustento correspondiente:

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |

**6. Originalidad del archivo digital**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el Inciso 12.2, del Artículo 12° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigaciones para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales –RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.

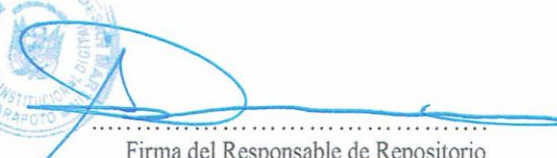


Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM-T.

Fecha de recepción del documento:

19 / 12 / 2018



Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM-T.

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\*Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## DEDICATORIA

Para los seres que formaron parte de mi desarrollo, aquellos que estuvieron conmigo en las buenas y en las malas, a los que no defraudare, a mis queridos padres.

A las mejores personas que estuvieron apoyándome incondicionalmente, que nunca dejaron de creer en mí, a los mejores hermanos que tengo.

## AGRADECIMIENTO

Al haber llegado feliz al término del trabajo de investigación en Tocache. Dejo constancia de mi infinito agradecimiento a Dios como creador de las obras espirituales y materiales. Me ha llenado de sabiduría para vencer los obstáculos que en el camino tuve, pero él me preparo y pude vencer y alcanzar este objetivo que alimenta mi alma y me hace más humilde.

Debo expresar mi gratitud sincera a las siguientes instituciones y personas que me apoyaron:

- ❖ A la Universidad Nacional de San Martín-T, Facultad de Ciencias Agrarias- Sede Tocache, por cobijarme en sus aulas y campus universitario brindándome la oportunidad de obtener el título de Ingeniero Agrónomo.
- ❖ Al Ing. Alberto Panduro Gonzales, coordinador de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto por preocuparse por los estudiantes y realizar una buena coordinación demostrando de esta manera eficiencia y profesionalismo
- ❖ Al Ing. Roaldo López Fulca, docente de la Universidad Nacional de San Martín-T por el asesoramiento incondicional, demostrando capacidad y profesionalismo.
- ❖ A la señora Horocia Padilla Herrera, por brindarme la facilidad de desarrollar mi trabajo de investigación en su terreno agrícola.
- ❖ A mis padres y hermanos por el constante apoyo que me brindaron. Sin ellos no sería la persona que soy, por su apoyo moral, económico y espiritual. Las buenas prácticas de los valores y la humildad por la cual nos caracterizamos.



## ÍNDICE GENERAL

|   | Página |
|---|--------|
| Dedicatoria.....  | vi     |
| Agradecimiento.....   | vii    |
| Resumen.....  | xi     |
| Summary.....  | xii    |
| INTRODUCCIÓN.....   | 01     |
| CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....                           | 03     |
| 1.1. Generalidades.....   | 03     |
| 1.1.1 Fenología del repollo.....                                  | 03     |
| 1.1.2 Características de la variedad Corazón de Buey.....         | 04     |
| 1.1.3 Condiciones edafoclimáticas.....                            | 05     |
| 1.1.4 Labores Culturales.....                                     | 07     |
| 1.1.5 Fertilización del cultivo de repollo.....                   | 07     |
| 1.2 Efecto de los Nutrientes Minerales en la Fotosíntesis.....    | 09     |
| 1.2.1 Nitrógeno.....  | 09     |
| 1.2.2 Fósforo.....  | 10     |
| 1.2.3 Potasio.....  | 11     |
| 1.2.4 Magnesio.....   | 11     |
| 1.2.5 Azufre.....   | 11     |
| 1.2.6 Calcio.....   | 12     |
| 1.2.7 Boro.....   | 12     |
| 1.2.8 Características de la fertilización orgánica.....           | 13     |
| 1.2.9 Rendimiento.....  | 16     |
| 1.3 La gallinaza.....   | 18     |
| 1.4 Trabajos de investigación con la aplicación de gallinaza..... | 20     |
| CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS.....                            | 24     |
| 2.1 Materiales.....   | 24     |
| 2.1.1 Ubicación del campo experimental.....                       | 24     |
| 2.1.2 Historia del campo experimental.....                        | 24     |
| 2.1.3 Características climáticas.....                             | 24     |
| 2.1.4 Características edáficas.....                               | 25     |

|   |   |    |
|---|---|----|
| 2.1.5                                     | Contenido nutricional del abono.....        | 26 |
| 2.1.6                                     | Análisis del proceso de fertilización.....  | 26 |
| 2.2                                       | Metodología.....                            | 27 |
| 2.2.1                                     | Diseño experimental.....                    | 27 |
| 2.2.2                                     | Características del campo experimental..... | 28 |
| 2.2.3                                     | Conducción del experimento.....             | 28 |
| 2.2.4                                     | Variables evaluados.....                    | 32 |
| CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... |   | 36 |
| 3.1                                       | Resultados.....                             | 36 |
| 3.2                                       | Discusión.....                              | 40 |
| CONCLUSIONES.....                         |   | 49 |
| RECOMENDACIONES.....                      |   | 50 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....           |   | 51 |
| ANEXOS.....                               |   | 55 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  | Página |
|--|--------|
| Tabla 1: Temperaturas óptimas en diferentes fases del cultivo.....   | 06     |
| Tabla 2: Extracción de nutrientes de las variedades de repollo.....  | 08     |
| Tabla 3: Condiciones climáticas del lugar del experimento.....   | 25     |
| Tabla 4: Análisis del suelo del campo experimental.....  | 25     |
| Tabla 5: Contenido nutricional de la gallinaza.....  | 26     |
| Tabla 6: Análisis de proceso de fertilización.....   | 26     |
| Tabla 7: Tratamientos en estudio.....  | 27     |
| Tabla 8: ANVA para el porcentaje de prendimiento (transformados $V_x$ ).....   | 36     |
| Tabla 9: Prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de tratamientos<br>respecto al porcentaje de prendimiento..... | 36     |
| Tabla 10: ANVA para la altura de planta (cm).....  | 36     |
| Tabla 11: Prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de tratamientos<br>respecto a la altura de planta.....        | 37     |
| Tabla 12: ANVA para el diámetro de la cabeza (cm).....   | 37     |
| Tabla 13: Prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de tratamientos<br>respecto al diámetro de la cabeza.....     | 37     |
| Tabla 14: ANVA para el peso de la cabeza (g).....  | 38     |
| Tabla 15: Prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de tratamientos<br>respecto al peso de la cabeza.....         | 38     |
| Tabla 16: ANVA para el rendimiento en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .....   | 39     |
| Tabla 17: Prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de tratamientos<br>respecto al rendimiento.....               | 39     |
| Tabla 18: Resumen de los costos de producción, rendimiento y beneficio/<br>costo por tratamiento.....                  | 40     |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | Página |
|--|--------|
| Figura 1: Toma de muestra del campo experimental.....                            | 28     |
| Figura 2: Siembra de la semilla del repollo en vivero.....                       | 29     |
| Figura 3: Limpieza de la cubierta vegetal.....                                   | 29     |
| Figura 4: Incorporación de gallinaza.....  | 30     |
| Figura 5: Época del prendimiento de las plántulas de repollo.....                | 31     |
| Figura 6: Desmalezado del terreno experimental.....                              | 31     |
| Figura 7: Control fitosanitario.....   | 32     |
| Figura 8: Evaluación de porcentaje de prendimiento.....                          | 33     |
| Figura 9: Evaluación de altura de planta.....                                    | 33     |
| Figura 10: Medición de las cabezas de repollo.....                               | 34     |
| Figura 11: Medición y pesado del repollo.....                                    | 34     |
| Figura 12: Dispersión y regresión de los promedios de diámetro de la cabeza..... | 38     |
| Figura 13: Dispersión y regresión de los promedios del peso de la cabeza.....    | 39     |
| Figura 14: Dispersión y regresión de los promedios del rendimiento.....          | 40     |

## RESUMEN

Los objetivos del trabajo de investigación fueron: Determinar la dosis de gallinaza de postura adecuada para el rendimiento y rentabilidad del cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.) variedad Corazón de Buey en el Alto Huallaga – Tocache. Evaluar el efecto de la aplicación de cuatro dosis de gallinaza de postura en el rendimiento del cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.) variedad Corazón de Buey en el Alto Huallaga – Tocache. Determinar el análisis económico de los tratamientos sobresalientes. Se utilizó el diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, evaluando 10 plantas por tratamiento, cuyos tratamientos fueron: 10, 20, 30 y 40 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza y un testigo absoluto. Ecológicamente el lugar donde se desarrolló el presente trabajo de investigación, es una zona caracterizada por el bosque húmedo tropical (bh-T). Las conclusiones reportadas fueron que la dosis con mayor efecto en la producción de repollo (*Brassica oleracea* L.) en la provincia de Tocache, fue con la aplicación de 40 t.ha<sup>-1</sup> (T4), se obtuvo el mayor promedio de rendimiento con 5.937,50 kg.ha<sup>-1</sup>, superando estadísticamente los promedios alcanzados por demás tratamientos, respecto a la altura de planta, los tratamientos T4 (40 t.ha<sup>-1</sup>), se obtuvo el mayor promedio de altura de planta con 25,03 cm. a comparación del T3 (30 t.ha<sup>-1</sup>) y T2 (20 T.ha<sup>-1</sup>) T1 (20 T.ha<sup>-1</sup>) quienes resultando ser estadísticamente iguales entre sí y los cuales obtuvieron promedios de 16,15 cm, 25,59 cm y 25,33 cm de altura de planta respectivamente y realizado el análisis económico se obtuvo que con la aplicación de 30 tn.ha<sup>-1</sup> de gallinaza (T3) en la producción de repollo (*Brassica oleracea* L.) en la provincia de Tocache alcanzó la mayor relación B/C con 0.91 que equivale a 7.767,00 nuevos soles, seguido de los tratamientos T4 (40 t.ha<sup>-1</sup>), T2 (20 t.ha<sup>-1</sup>), T1 (10 t.ha<sup>-1</sup>) y T0.

Palabras claves: cultivo de repollo, variedad corazón de buey, aplicación de gallinaza de postura, dosis, rendimiento y rentabilidad.

## SUMMARY

The objectives of the following research work were: Determine the dose of posture chicken suitable for the yield and profitability of the cabbage (*Brassica oleracea* L.) variety Heart of Ox in the Alto Huallaga - Tocache. To evaluate the effect of the application of four doses of laying hen on the performance of the cabbage (*Brassica oleracea* L.) variety Heart of Ox in the Alto Huallaga - Tocache. Determine the economic analysis of the outstanding treatments. The statistical design of completely random blocks (DBCA) was used, with five treatments and four repetitions, evaluating 10 plants per treatment, whose treatments were: 10, 20, 30 and 40 t.ha-1 of chicken manure and an absolute control. Ecologically, the place where the following research work was developed is an area characterized by the tropical humid forest (bh-T). The reported conclusions were that the dose with the greatest effect on the production of cabbage (*Brassica oleracea* L.) in the province of Tocache, was with the application of 40 t.ha-1 (T4), the highest average yield was obtained with 5,937.50 kg.ha-1, statistically exceeding the averages achieved by other treatments, with respect to plant height, treatments T4 (40 t.ha-1), the highest average plant height was obtained with 25.03 cm. compared to T3 (30 t.ha-1) and T2 (20 T.ha-1) T1 (20 T.ha-1) who turned out to be statistically equal to each other and who obtained averages of 16.15 cm, 25 , 59 cm and 25.33 cm of height of plant respectively and carried out the economic analysis was obtained that with the application of 30 tn.ha-1 of chicken manure (T3) in the production of cabbage (*Brassica oleracea* L.) in the province de Tocache reached the highest B / C ratio with 0.91 which is equivalent to S/ 7,767.00 soles, followed by treatments T4 (40 t.ha-1), T2 (20 t.ha-1), T1 (10 t.ha -1) and T0.

Keywords: cabbage cultivation, heart of ox variety, application of posture chicken, dosage, yield and profitability.



## INTRODUCCIÓN

El repollo (*Brassica oleracea* L.), es una de las hortalizas más importante en el mundo, debido a su capacidad para favorecer la digestión y atenuar las consecuencias de la ingesta excesiva de alcohol. Se cultivan generalmente en zonas templadas, desarrollándose además con cierto éxito en los trópicos, (Infoagro 2016). El tipo o variedad más cultivado es el repollo blanco y en menor importancia el morado.

El cultivo de col (*Brassica oleracea*) en el Perú es una de las hortalizas que ocupan un sitio de gran importancia en la alimentación por el contenido de vitaminas A, B, C, cantidades muchos menores de hidratos de carbono y proteínas por lo que resulta poco energético, carbohidratos y minerales. La col es una de las especies hortícolas más antiguas de Grecia y Roma (Consumer 2017).

La producción de hortalizas en nuestra región, esta poco difundido. Se cultiva en pequeñas áreas con otros tipos de hortalizas. Más aún en el manejo agronómico de estos cultivos, se emplea cantidades considerables de insumos químicos; como son los fertilizantes, plaguicidas entre otros; perjudicando de esa forma la biodiversidad de la región.

En la zona del Alto Huallaga, se observa el desarrollo de los cultivos como la palma aceitera, cacao, arroz y café, en áreas significativas cuyas producciones generan rendimientos económicos. Es necesario pues alcanzarle al agricultor de esa zona una alternativa más para desarrollar otras actividades agrícolas, que le pueda generar ingresos económicos familiares.

Entonces nos planteamos en el trabajo de investigación, estudiar la producción de repollo bajo las condiciones edafloquimáticos y la aplicación de la gallinaza de postura con diferentes dosis. Con el propósito de enriquecer las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y por consiguiente incrementar el rendimiento del cultivo.

El informe tuvo como objetivos general: Determinar la dosis de gallinaza de postura adecuada para el rendimiento y rentabilidad del cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.) variedad Corazón de Buey en el Alto Huallaga – Tocache.

Y como objetivo específico: Evaluar el efecto de la aplicación de cuatro dosis de gallinaza de postura en el rendimiento del cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.) variedad Corazón de Buey en el Alto Huallaga – Tocache y determinar el análisis económico de los tratamientos sobresalientes.



# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 Generalidades

Las plantas de repollo son bianuales, el primer ciclo de su vida corresponde a la fase vegetativa y termina con la producción de un tallo ancho y corto. Para la 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. La fase de crecimiento vegetativo es lo más importante para los productores y la única que se cumple de forma natural en las condiciones climáticas tropicales. Esta fase se divide en cuatro etapas, útiles para planificar el manejo del cultivo (Pletsch, 2003).

#### 1.1.1 Fenología del repollo

Fuentes y Pérez (2003) señalan que la fase vegetativa es la más importante para los productores hortícolas, y describen las etapas fenológicas de la siguiente manera:

Primera etapa: se realiza entre los ocho y diez días, iniciándose con la germinación y termina cuando la plántula tiene entre cuatro y cinco hojas verdaderas, y este corresponde al momento oportuno de trasplante. Durante esta primera etapa las plantas desarrollan su sistema radical y sus primeras hojas verdaderas.

Segunda etapa: esta se inicia del momento del trasplante, hasta que tiene de seis a ocho hojas. Luego de recuperarse del estrés del trasplante, las plantas entran en un proceso de rápida ganancia de biomasa. El área foliar se incrementa rápidamente al igual que el sistema radical y el tallo de la planta.

Tercera etapa: esta es llamada de preformación de cabeza, la planta continúa produciendo hojas de pecíolo alargados y láminas extendidas, finalizando cuando la planta tiene aproximadamente doce hojas. Las hojas ya originadas, no formarán

parte de la cabeza y sólo algunas de las producidas durante la última etapa se doblarán ligeramente para formar una capa protectora de la cabeza. Cuarta etapa:

En esta etapa se producen hojas sin pecíolo, que se superponen formando una cabeza (pella), estas crecen rápidamente, lo que permite el desarrollo de hojas más succulentas hasta que la cabeza o pella alcanza el tamaño característico de cada cultivar. Al final de esta etapa, las hojas han formado una bola compacta que al tacto se siente firme y dura.

Y por último, la fase reproductiva requiere los estímulos de bajas temperaturas, las que activan los procesos fisiológicos que culminan con la producción de uno o más tallos florales, de los cuales se origina la inflorescencia.

### **1.1.2 Características de la variedad Corazón de Buey**

Es un repollo de maduración promedio (102 días después del trasplante). De color verde muy estable. Interior muy blanco, forma redonda. Pata larga, lo que permite cultivarla en época lluviosa con menores problemas de pudrición en las hojas inferiores. Es un repollo muy rústico y con gran tolerancia al manejo rudo, por lo que tiene facultades para transportarse a largas distancias (Superb, 2011).

Bajo las condiciones de Lares - Calca, indica que a un distanciamiento de 0,40 m x 0,80 m y un nivel de fertilización de 128-54-144 (N, P, K), el rendimiento es de 22,78 t/ha. Con diámetro promedio de cabeza de 13,25 cm y una altura promedio de 21,21 cm (La Torre, 2002).

Variedad precoz de color verde, más oscuro en el haz que en el envés, forma de cabezas muy compactos, posee gran resistencia a la subida de flor, con maduración a los 67 a 70 días después del trasplante. La cabeza es de forma cónica, de color verde claro, muy compacto y con un peso de 1,5 kg a 2 kg. Para la siembra en semillero se emplean unos 3 g/m<sup>2</sup> con lo que se obtiene unas 400 plantas. El trasplante se realiza a los 30 a 35 días de la siembra, cuando la planta tiene la altura de 15 a 18 cm ([www.gardencenterejea](http://www.gardencenterejea)). Variedad de hoja lisa y verde. Produce un repollo esférico de tamaño medio, tiene gran resistencia a la subida y poca tendencia al agrietado. Poner 3-4 semillas por hoyo a 0,5 - 1 cm de profundidad, el

marco de plantación adecuado es de 70 cm entre plantas y 70 cm entre líneas pleno sol, pero tolera la sombra y la humedad ([www.Fitohobby.com/que](http://www.Fitohobby.com/que)).

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

Con relación al rendimiento comercial, los mayores valores se obtuvieron con el cultivar Bravo ( $68.72 \text{ t.ha}^{-1}$ ) y los menores con el cultivar Brigadier ( $31.09 \text{ t.ha}^{-1}$ ), cuyo rendimiento es similar al rendimiento promedio obtenido en Honduras ( $30.81 \text{ t.ha}^{-1}$ ). Trece de los cultivares evaluados obtuvieron rendimientos comerciales que oscilaron entre  $51.99$  y  $68.72 \text{ t.ha}^{-1}$ . Trece cultivares incluyendo corazón de buey, son de los más utilizados en las zonas tradicionales de producción de repollo en Honduras (Parrado, 2004).

### **1.1.3 Condiciones edafoclimáticas**

#### **a. Temperatura**

La temperatura mínima para su germinación es de  $4,4^{\circ} \text{C}$  y la máxima de  $35^{\circ} \text{C}$  siendo la óptima de  $29,4^{\circ} \text{C}$  (FAXSA, 2002). Dependiendo del cultivar se puede producir en climas: cálido, templado y frío, a alturas comprendidas entre los 450 a 3000 msnm y con un rango de temperatura de  $15$  a  $25^{\circ} \text{C}$  (Limmongelli, 1979).

#### **b. Precipitación**

Requiere entre 380 y 500 mm de agua por ciclo vegetativo. En condiciones de una evapotranspiración de 5 a 6 mm/día, el ritmo de absorción de agua por el cultivo comienza a descender cuando el agua disponible en el suelo se ha agotado alrededor de un 35% (Doorenbos y Kassam, 1979) 900-1200 mm. Sin embargo, por ser una planta altamente exigente en agua, es preferible cultivarla bajo riego. El período crítico por exigencia de agua es

la formación y alargamiento de la cabeza. El consumo de agua por la planta en fase de repollo es de 4 mm por día por planta, medido sobre la base de la transpiración, lo que equivale a 120 mm por mes, distribuidos de forma que la humedad del suelo no llegue a menos del 50% de la capacidad de campo (Halle, citado por Huerres y Caraballo, 1988).

### c. **Humedad Ambiental**

La col es exigente en humedad del aire, debido a su desarrollo foliar, por lo que el riego por aspersión es más favorable debido al refrescamiento que produce en las hojas, disminuyendo la transpiración (Huerres y Caraballo, 1988). El óptimo de humedad relativa se encuentra entre 60 y 90% (Doorenbos y Kassam, 1979). En la tabla 1, se muestran las temperaturas óptimas en las diferentes fases del cultivo:

Tabla 1

*Temperaturas óptimas en diferentes fases del cultivo.*

| <b>Fase Fisiológica</b> | <b>Temperatura<br/>Mínima °C</b> | <b>Temperatura<br/>Máxima °C</b> | <b>Temperatura<br/>Óptima °C</b> |
|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Germinación             | 4,4                              | 33                               | 29,4                             |
| Crecimiento             | 0                                | 27                               | 15-20                            |

Fuente: Infoagro (2006).

### d. **Suelo**

Gonzales (2008), refiere que el repollo se puede cultivar en distintos tipos de suelos. Son plantas moderadamente resistentes a la salinidad siendo las coles rojas más sensibles que las blancas. Se recomienda la siembra directa. También es levemente tolerante a la acidez del suelo., con un pH óptimo entre 6,0 y 6,8. Para aumentar el rendimiento se practica la aplicación de abonos orgánicos (estiércol vacuno o de ave, residuos de frigoríficos) y/o fertilizantes químicos (urea, sulfato de amonio y superfosfato). El resultado óptimo se logra con una combinación de ambos. El estiércol de ave se aplica antes del trasplante.

Al momento del trasplante algunos aplican fertilizantes 18-46-0 (fosfato mono amónico) o harina de hueso, o urea o sulfato de amonio durante el ciclo del cultivo. La máxima asimilación de nutrientes tiene lugar durante la formación de la “cabeza”.

#### **1.1.4 Labores culturales**

##### **a. Trasplante**

Jaramillo y Díaz (2006), recomiendan que el trasplante debe de realizarse a los 20 o 25 días después de la germinación, cuando las plantas tengan una altura de 10-12 cm. A esta altura las plantas alcanzan un tamaño suficiente para poder recuperarse rápidamente y ser manipuladas con cierta facilidad, el momento de trasplante se determina normalmente de acuerdo al tamaño de planta y al tiempo de la semilla, variando según la especie.

Según Rimache (2009), manifiesta que es importante realizar una buena selección de plantas que a continuación se indican:

- Tamaño.
- Conformación.
- Sanidad.

El trasplante se realiza a raíz desnuda en surcos de 0,5 a 0,8 m y dejando entre plantas una distancia de 0,40 m.

#### **1.1.5 Fertilización del cultivo de repollo**

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

Es necesario hacer el abonamiento de acuerdo al análisis químico de fertilidad del terreno a cultivar. En el momento de preparar el terreno se incorpora el estiércol o compost, de  $15 \text{ t.ha}^{-1}$  –  $20 \text{ t.ha}^{-1}$  y la segunda a los 15 días después del trasplante, se fertiliza con abonos minerales radicales, según el resultado de análisis de fertilidad del suelo (Guevara 1974).

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

Tei (1999), señala que la fertilización nitrogenada es crucial para asegurar buen rendimiento y calidad de productos hortícola mercadeables; pero que, debido a los bajos costos de los fertilizantes al comparárseles con los precios de los productos cosechados, ha habido una tendencia a la excesiva aplicación de fertilizantes nitrogenados, la cual muchas veces sobrepasa la demanda real del cultivo. Esto ha conducido a los científicos y público en general a preocuparse por la contaminación y sus consecuencias. El conocimiento de la demanda de N durante el ciclo de crecimiento, la recuperación aparente de fertilizante nitrogenado por parte del cultivo y la cantidad de N en sus residuos y los dejados en el suelo, a la cosecha, suministran información útil para hacer óptima y tiempo de aplicación del N y ayudan a reducir los riesgos de la contaminación del ambiente.

Los datos técnicos disponibles para recomendaciones de fertilizantes en cultivos orgánicos de hortalizas son todavía escasos. Una aplicación anual de 50 t.ha<sup>-1</sup>, de estiércol, equivalente a 1,4 t.ha<sup>-1</sup> de materia orgánica seca, se recomienda sólo para el sustento de la biomasa del suelo, necesitándose cantidades adicionales para suplir las cantidades de N y K requeridas por las plantas de cultivo (Voogt, 1999). En el cuadro 2, se muestran la extracción de nutrientes de las variedades de repollo.

Tabla 2

*Extracción de nutrientes de las variedades de repollo*

| Rendimiento t.ha <sup>-1</sup> | N   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Variedad- Fuente |
|--------------------------------|-----|-------------------------------|------------------|------------------|
| 70                             | 250 | 90                            | 300              | Repollo Blanco   |
| 50                             | 300 | 85                            | 350              | Repollo Rojo     |
| 50                             | 250 | 85                            | 250              | Repollo Verde    |
| 35                             | 250 | 84                            | 250              | Repollo Milan    |

Fuente: Maroto (2002).

## 1.2 Efecto de los nutrientes minerales en la fotosíntesis

### 1.2.1 Nitrógeno

Una de las funciones más importantes del nitrógeno es la de tener una acción directa sobre el incremento de la masa seca (McDonald *et al.*, 1992) porque favorece el desarrollo del tallo, el crecimiento del follaje y contribuye en la formación de frutos y granos (Guerrero, 1993). Sin embargo, un exceso de este elemento provoca un crecimiento excesivo del follaje, un escaso desarrollo en el sistema radical y un retardo en la formación de flores y frutos (Guerrero, 1993).

El nitrógeno tiene un gran efecto sobre el desarrollo de las plantas. Uno de los procesos que se ven afectados por la deficiencia de este elemento es la fotosíntesis. La deficiencia de nitrógeno tiene como consecuencias un colapso de los cloroplastos y disturbios en el desarrollo de los mismos (Mengel y Kirkby, 1982; Guadrón (1990)). Se ha demostrado en arroz que la actividad fotosintética medida en condiciones normales tiene una cercana y positiva correlación con el contenido de nitrógeno en las hojas, independientemente de la etapa de crecimiento (Murata, citado por Evans, 1975). En otro trabajo reportado por Fujiwara (citado por Evans, 1975) se encontró que, en hojas de arroz en desarrollo, la actividad fotosintética fue proporcional al contenido de nitrógeno corregido por la cantidad de nitrógeno en hojas muy jóvenes sin actividad fotosintética.

El efecto del nitrógeno en el proceso fotosintético fue remarcado por Watson, (1952), quien propuso en 1939 que la tasa de asimilación neta fuese expresada en función del contenido de proteína de las hojas, posteriormente, en 1953 sugirió que la proteína citoplásmica, en lugar de la proteína total de la hoja, fuese usada como la base para calcular la tasa de asimilación neta, sin embargo, concluyeron que el uso del contenido de proteína en el citoplasma no era una forma práctica de calcular la tasa de asimilación neta debido a que es más fácil calcular el área foliar que el contenido de proteína citoplasmático. En estudios más recientes (Mengel y Kirkby, 1982) demostraron que para el crecimiento óptimo de las plantas debe haber un balance entre la tasa de producción de fotosíntesis y la tasa de asimilación de nitrógeno. Mencionan que bajo condiciones de alta actividad fotosintética (alta

intensidad de luz, temperatura óptima y ausencia de estrés de agua), el nivel de nitrógeno debe de ser alto y viceversa.

### 1.2.2 Fósforo

El fósforo también tiene efecto en la actividad fotosintética de las plantas. El fósforo está involucrado en el transporte de los compuestos orgánicos sintetizados en los cloroplastos. Los cloroplastos importan fósforo inorgánico y exportan triosafosfatos. En plantas deficientes de fósforo, se acumula almidón dentro del cloroplasto debido a que se reduce la exportación de triosafosfatos. El fósforo inorgánico también tiene una considerable influencia en la síntesis de almidón en el cloroplasto (Mengel y Kirkby, 1982; Guadrón, 1990).

El efecto del fósforo en la fotosíntesis fue estudiado por Jacob y Lawlor (1992) en un experimento con girasol y maíz en soluciones nutritivas con diferentes niveles de fósforo. Los resultados mostraron que las hojas deficientes de fósforo tenían menores tasas fotosintéticas en condiciones ambientales y de saturación de CO<sub>2</sub> y menores eficiencias de carboxilación. También encontraron menores cantidades de proteína soluble.

El fósforo es un constituyente de compuestos de la planta tal como enzimas, proteínas y es un componente estructural de fosfoproteínas, fosfolípidos y ácidos nucleicos, por lo tanto juega un papel importante en la vida de las plantas e importante también en el crecimiento reproductivo, la división celular, síntesis de azúcar, grasas y proteínas.

Este promueve maduración temprana y calidad de frutos. Un adecuado suministro en las primeras etapas vegetativas es importante en el retraso del crecimiento de las partes reproductivas asociadas a la vez con una pronta maduración de los cultivos. Se le considera esencial en la formación y maduración de las semillas encontrándose en gran cantidad en éstas y frutos; los meristemos y tejidos activos. Incrementa también la resistencia a enfermedades. Una buena fertilización con Fósforo ha sido asociada con un incremento del crecimiento de las raíces (Rodríguez, 1989; Tisdale y Nelson, 1991; Bennet, 1993).



### 1.2.3 Potasio

El proceso fotosintético se ve afectado por la deficiencia de potasio en las plantas. Epstein (1972) menciona que uno de los efectos del potasio en la fotosíntesis es su alta concentración en los cloroplastos y la regulación osmótica dentro de los mismos. Otro papel del potasio, que influye indirectamente en el proceso fotosintético, es la translocación de los fotosintatos.

Por otra parte, Gardner *et al.*, (1985) mencionan que el potasio tiene un papel vital en la fotosíntesis debido a que incrementa el crecimiento y el índice de área foliar y por lo tanto, la asimilación de CO<sub>2</sub>, además incrementa el transporte de los fotosintatos fuera de las hojas debido a una mayor formación de ATP, la cual es esencial para mover los fotosintatos al floema.

### 1.2.4 Magnesio

El papel mejor conocido del magnesio en la fisiología de la planta es su presencia en el centro de la molécula de clorofila. Aproximadamente, entre el 15 y 20% del magnesio se encuentra en la clorofila de la planta. El magnesio también es importante en otros procesos fisiológicos, ya que actúa como cofactor en la mayoría de las enzimas que activan el proceso de fosforilización (Mengel y Kirkby, 1982; Guadrón (1990),)

### 1.2.5 Azufre

El azufre se encuentra presente en ferredoxinas y proteínas que contienen hierro involucradas en la fotosíntesis, en cantidades similares al Fe presente (Epstein, 1972). El azufre es un constituyente de la vitamina biotina, la cual es asociada con la fijación de CO<sub>2</sub> y las reacciones de carboxilación. 2.5.4.6. Hierro El Fe está presente en los cloroplastos como ferredoxina, el cual actúa como un sistema redox en la fotosíntesis. En la mayoría de las plantas se ha encontrado una buena correlación entre el nivel de Fe suplementado y el contenido de clorofila. El Fe está involucrado en la formación de clorofila, lo cual ha sido comprobado mediante la aplicación de Fe-59, al observar una mayor concentración en las zonas de crecimiento nuevo.

### 1.2.6 Calcio

Es un elemento importante en el desarrollo de las plantas, estimula el desarrollo de las raíces y hojas, forma compuestos que son parte de las paredes celulares, dando resistencia a la estructura de la planta. Además, el calcio ayuda a reducir los nitratos, neutraliza los ácidos orgánicos en los tejidos de los vegetales, activando numerosos sistemas enzimáticos. Influye además en el rendimiento en forma indirecta, reduce la acidez de los suelos mejorando las condiciones de crecimiento de las raíces y estimulando la actividad microbiana, disponibilidad de molibdeno y la absorción de otros nutrientes. Bowen y Kratky (1981); Guadrón (1990), para realizar aplicaciones foliares con calcio éstas deben estar en forma de soluciones de sales como cloruros y nitrato de Ca. Además, menciona que el calcio se transporta a través de xilema de la planta, en este tejido de conducción los iones de calcio se van fijando a las moléculas de lignina y únicamente desplazan por intercambio de un Ion similar o de calcio específicamente

### 1.2.7 Boro

El B es esencial en la germinación de los granos de polen y en el crecimiento del tubo polínico, es esencial en la formación de las paredes celulares, azúcar, proteínas. La deficiencia de boro por lo general atrofia a la planta comenzando con el punto de crecimiento y las hojas nuevas, esto nos indica que el boro no es translocado en la planta.

#### **Plagas:**

Giacconi y Escaff (2001), indican que varias plagas atacan al cultivo del repollo y otras brasicas de importancia hortícola. Entre las plagas más importantes destacan: pulgón de las crucíferas, el gusano minador del repollo y la polilla de las crucíferas, añadiendo la mariposa blanca y las babosas, especies que son de menor importancia. El método de control que se recomienda es la aplicación de productos químicos.

#### **Enfermedades:**

Las enfermedades más comunes para el cultivo del repollo son: mildiu, moho blanco, moho gris, oídio, mancha foliar, y en casos puntuales se puede dar un tipo de mosaico; para las cuales se consideran manejos culturales y químicos desde su

siembra hasta el término de su desarrollo (Giacconi, 2001). Fuentes y Pérez (2003), recomiendan que, en lo posible, se deben evitar plantaciones sucesivas de repollo en el mismo terreno, ya que se incrementa en el suelo los niveles de inóculo de enfermedades que lo atacan, además es conveniente sembrar en la época siguiente un cultivo diferente al de la familia Brassicaceae.

### **1.2.8 Características de la fertilización orgánica**

Las prácticas de fertilización orgánica promueven el aumento de la materia orgánica del suelo y la actividad microbiana, una liberación gradual de nutrientes a la planta, permitiendo en teoría que las plantas tengan una nutrición más balanceada, aunque ocurre que la cantidad de N inmediatamente disponible para el cultivo puede ser menor bajo esta fertilización, el estado total de la nutrición del cultivo puede ser mejor (Nicholls *et al.*, 2006). Las prácticas de fertilización orgánica pueden también proporcionar micro elementos en ocasiones ausentes de las áreas de cultivo convencionales aquellas que dependen principalmente de fuentes artificiales de N, P y K; además una fertilización óptima, que aprovisione un balance de elementos, puede estimular la resistencia al ataque de insectos.

Infoagro (2011), divulga que los abonos orgánicos tienen propiedades que ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de éste básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

#### **a. Propiedades físicas:**

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares y el suelo adquiere mayor temperatura y absorbe con mayor facilidad los nutrientes.
- Mejora la textura y estructura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- Mejora la permeabilidad del suelo.
- Disminuye la erosión del suelo.
- Aumenta la retención de agua en el suelo.

**b. Propiedades químicas:**

- Los abonos orgánicos aumentan tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo.

**c. Propiedades biológicas:**

- Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.
- Constituyen una fuente de energía para los microorganismos por lo que se multiplican con facilidad.

Jakse y Mihelic (1999), reportan que el rendimiento de 8 hortalizas disminuyó entre 20 y 46% en suelos turbosos y de 28 a 56% en suelos arenosos, cuando se usó fertilizante orgánico en vez de químico. Los rendimientos de materia seca de repollo con fertilizantes minerales fueron dos veces más altos que los obtenidos con fertilizantes orgánicos. Esto se debió a que las plantas fueron más desarrolladas y las cabezas fueron más grandes (largas y anchas) y más compactas. Con relación a la protección ambiental, la lenta liberación de N del compost es beneficiosa, las pérdidas de N fueron incluso inferiores a las del control no fertilizado. Sin embargo, se hace énfasis en que a pesar de su baja relación C/N, el N liberado por el compost no fue suficiente para una producción económica de hortalizas. Los resultados indican que los horticultores que quieran cambiar a una producción orgánica, deberían estar muy atentos a la capacidad de mineralización del N de los fertilizantes orgánicos usados.

Suquilanda (1996), menciona que la materia orgánica cumple un papel importante en el mejoramiento del suelo, pues su presencia cumple las siguientes funciones:

- Aporta los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, durante el proceso de descomposición (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, cobre, hierro, magnesio etc.)

- Activa biológicamente el suelo, ya que representa el alimento para la población biológica que en él existe.
- Mejora la estructura del suelo favoreciendo a su vez el movimiento de agua y aire y por ende el desarrollo radicular de las plantas.
- Incrementa la capacidad de retención de agua.
- Incrementa la temperatura del suelo.
- Incrementa la fertilidad potencial del suelo.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo.
- Contribuye a estabilizar el pH del suelo, evita los cambios bruscos de pH y disminuye la compactación del suelo.
- Reduce las pérdidas del suelo por erosión hídrica y eólica.

Kolota y Biesiada (1999), mencionan que el método más favorable para la fertilización a campo abierto, fue aquel que suministró  $30 \text{ t.ha}^{-1}$  de compost más una fertilización suplementaria de  $180 \text{ Kg de N.ha}^{-1}$  para repollo. Sin fertilización química de N, incluso dosis muy elevadas de compost no suministraron suficientes nutrientes para la obtención de altos rendimientos de los cultivos.

Según Añez y Tavira (1984), determinaron que el repollo no respondió al suministro de fósforo ni de potasio; los contenidos promedios del suelo fueron suficientes para satisfacer los requerimientos del cultivo. El estiércol tuvo efectos positivos sobre los rendimientos; sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre aplicaciones de  $10$  y  $20 \text{ t.ha}^{-1}$ . El cultivo respondió al N cuando no se aplicó estiércol al suelo, no hubo diferencias significativas entre  $100$ ,  $125$  y  $150 \text{ Kg.ha}^{-1}$ . Cuando se incorporó estiércol al suelo, el repollo no respondió a dosis hasta  $225 \text{ Kg de N.ha}^{-1}$ .

Los efectos que provocan los abonos orgánicos en el suelo han sido estudiados por Emmus (1991), Kalmas y Vázquez (1996), Sendra (1996) y Peña (1998), quienes señalan que la materia orgánica influye sobre las principales propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, como son la disponibilidad de nutrientes, la conductividad eléctrica, el pH, la capacidad de intercambio aniónico y catiónico, actúa como un amortiguador, regulando la disponibilidad de nutrientes según las

necesidades de la planta; aumenta la capacidad de almacenamiento del agua, regula la aireación del suelo y aumenta la actividad biótica y la capacidad de resistencia a factores ambientales negativos como arrastres y erosión. También Guerra *et al.*, (1995) le atribuye que aumenta la eficiencia de los fertilizantes minerales. Por todos estos atributos, Gianella (1993) señala que la agricultura orgánica a nivel mundial ha demostrado que sus niveles de producción son iguales o superiores a los de la tecnológica y que sus productos no envenenan ni enferman al productor.

### 1.2.9 Rendimiento

Kolota y Biesiada (1999), acotaron que los rendimientos de lechuga y repollo en las parcelas suplidas con 30 a 60 t.ha<sup>-1</sup>, de compost de desechos sólidos municipales (DSM) fueron significativamente más bajos al comparárseles con las fertilizadas con elementos minerales solamente; significando que tales dosis de compost, no aportaron suficiente nitrógeno para dichas hortalizas.

Las prácticas de agricultura sostenible persiguen reducir los insumos químicos al suelo, manteniendo rendimientos rentables. Retomar residuos de cosechas o adicionar compost al suelo es una técnica para reducir los insumos químicos. Sin embargo, proporcionar compost en dosis de enmienda para satisfacer los requerimientos de N de los cultivos puede no ser práctico. El análisis del compost revela bajo poder fertilizante con contenidos de N y P cercanos al 1% de cada uno y una tasa de mineralización próxima al 10%. La mineralización de macro nutrientes en el compost es generalmente baja debido a que su relación C/N final es superior a 10 (Sikora, 1998).

En Holanda, Everaarts y Moel (1998), Everaarts y Booij (2000), estudiaron el efecto de la cantidad de N, un método de aplicación sobre el rendimiento y calidad del repollo y consiguieron que el cultivo puede absorber alrededor de 400 Kg de N.ha<sup>-1</sup>, y que independientemente de la cantidad de nitrógeno aplicado y del método de aplicación, alrededor del 60% del N absorbido es removido del campo con la cosecha del producto comercial (cabezas > 0,650 Kg).

Se determinaron que el rendimiento de cabezas comerciales de repollo, aumentó con los incrementos en los niveles de N hasta  $160 \text{ Kg.ha}^{-1}$  al compararse con el control; sin embargo, la diferencia entre las dosis de  $120$  y  $160 \text{ Kg.ha}^{-1}$  no fue significativa. La aplicación de  $20 \text{ t.ha}^{-1}$  de estiércol aumentó significativamente los rendimientos en comparación con el testigo sin estiércol. Concluyen infiriendo que un suministro de  $(120 \text{ Kg de N} + 20 \text{ t de estiércol})/\text{ha}$  es óptimo para lograr los más altos rendimientos de repollo bajo las condiciones del estudio.

Con el suministro de la cantidad óptima de N:  $330 \text{ Kg.ha}^{-1}$  por cantidad de nitrógeno mineral en  $\text{Kg.ha}^{-1}$  presente en una capa de suelo de  $0$  a  $60 \text{ cm}$ , al trasplante ( $330 - 1,5 \text{ N.min}^{-1}$ ,  $0 - 60 \text{ cm}$  en  $\text{Kg.ha}^{-1}$ ), un estimado de  $113 \text{ Kg de N.ha}^{-1}$  permanecen en el campo con los residuos del cultivo a la cosecha. Esta cantidad de N constituye la mayor fuente individual de pérdida potencial de N del sistema cultivo suelo.

El trabajo de investigación de Nina (2014) intitulado "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", se realizó en el Centro Agronómico K'ayrade la Facultad de Agronomía y Zootecnia - UNSAAC; entre el 23 de setiembre del 2013 y 27 de febrero del 2014. Los objetivos específicos fueron: Determinar el efecto de dos tipos de preparación de compost ( $11,3 \text{ t.ha}^{-1}$  de compost con ME y  $15,7 \text{ t.ha}^{-1}$  de compost sin ME) en el rendimiento, comportamiento agro botánico y costos de producción, de cuatro variedades de repollo (Corazón de Buey, Brunswick, Savoy o repollo crespo y Charleston Wakefield). Se optó el Diseño de Bloques Completos al Azar, con arreglo factorial de  $3A \times 4B$ , 12 tratamientos y 4 repeticiones. Las conclusiones fueron:

1. Los dos tipos de preparación de compost (Compost con Microorganismos Eficientes y compost normal) fueron estadísticamente iguales en las variedades de repollo cuyos pesos de cabeza fueron de  $81,858 \text{ t.ha}^{-1}$  y  $76,424 \text{ t.ha}^{-1}$  respectivamente, pero superiores al testigo (sin compost) con  $63,858 \text{ t.ha}^{-1}$ . La variedad de repollo Brunswick superó a las demás variedades evaluadas con  $99,422 \text{ t.ha}^{-1}$  y la variedad Savoy o repollo crespo obtuvo el menor rendimiento de  $45,689 \text{ t.ha}^{-1}$ .

2. Los dos tipos de preparación con compost no presentan diferencias estadísticas respecto al diámetro de la cabeza de repollo; pero sí entre variedades donde la variedad Brunswick es superior a las demás con un diámetro de 22,745 cm, el menor diámetro lo presentó la variedad Charleston Wakefield con 20,163 cm.
3. Para los dos tipos de preparación con compost, no muestra diferencias en la longitud de la raíz principal; pero sí en las variedades, la variedad Savoy o repollo crespo es superior a las demás con 29,232 cm, y Charleston Wakefield presentó la menor longitud con sólo 24,511 cm.
4. Las variedades Charleston Wakefield y Corazón de buey resultaron ser las más precoces con 117 y 123 días, las variedades más tardías fueron Brunswick y Savoy con 144 días.
5. Los tratamientos T-1 al T-4, presentaron un costo total de S/. 29 112.90 y T-5, al T-12, tuvieron un costo total por ha de S/ 33 511.90; el tratamiento A282 (tipo de preparación de compost ME en variedad Brunswick) con un rendimiento de 118.271 t.ha<sup>-1</sup> con una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 76.46% resultó ser la más rentable de los tratamientos en estudio; el tratamiento A 1 83 (sin compost - testigo en la variedad Savoy o repollo crespo) con un rendimiento 34.288 t.ha<sup>-1</sup> con una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 6% resultó ser la menos rentable de los tratamientos en el presente experimento.

### **1.3 La gallinaza**

La gallinaza resulta ser una opción atractiva debido a su bajo costo y a los beneficios que presenta por su riqueza en elementos químicos útiles para plantas y animales. El valor nutritivo de la gallinaza es mayor que el de otros abonos orgánicos pues es especialmente rica en proteínas y minerales, puede ser mejor fertilizante que cualquier otro abono, incluyendo el de vaca o el de borrego, precisamente porque la alimentación de las gallinas suele ser más rica y balanceada que la pastura natural de las vacas o los borregos. El valor nutritivo de la gallinaza es mayor que el de otras excretas de animales, pues es especialmente rica en



proteínas y minerales. El alto contenido en fibra determina que los rumiantes se consideren los más indicados para su consumo.

Según página Web <http://hortalizas.com/ehoprtalizas/?storyid>) Invermex, la gallinaza o desperdicios de gallinas, pueden ser utilizados como fertilizantes para el suelo, y es reconocida como un excelente recurso de nutrientes tales como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Adicionalmente, estos desperdicios reponen materia orgánica y otros nutrientes tales como calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) al suelo ayudando a fortalecer la calidad y fertilidad del mismo. Cualquier evaluación financiera de los desperdicios de gallinaza puede ser dependiente del valor del mercado de N, P, K y otros nutrientes de plantas que el desperdicio está.

### 1.3.1 Características agronómicas del estiércol de gallina o gallinaza de postura

|  |       |
|--|-------|
| Humedad (%):   | 20,1  |
| pH:  | 7,50  |
| Conductividad eléctrica (dS m <sup>-1</sup> ):                 | 8,47  |
| Materia orgánica (%):  | 80,5  |
| Lignina (%):   | 13,0  |
| Celulosa (%):  | 15,0  |
| Hemicelulosa (%):  | 30,7  |
| Carbono orgánico total (COT, %):                               | 39,8  |
| Nitrógeno total (NT, g kg <sup>-1</sup> ):                     | 32,3  |
| Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mg kg <sup>-1</sup> ):  | 59,15 |
| Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg kg <sup>-1</sup> ): | 19    |
| Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , mg kg <sup>-1</sup> ): | nd    |
| Relación C/N:  | 12,3  |
| Contenido graso (%):   | 1,5   |
| Carbohidratos hidrosolubles (%):                               | 2,1   |
| Polifenoles hidrosolubles (%):                                 | 0,9   |
| Carbono hidrosoluble (COH, %):                                 | 6,8   |
| Fósforo (P, g kg <sup>-1</sup> ):                              | 2,2   |
| Potasio (K, g kg <sup>-1</sup> ):                              | 13,5  |
| Calcio (Ca, g kg <sup>-1</sup> ):                              | 47,5  |

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Magnesio (Mg, g kg-1):   | 5,5  |
| Sodio (Na, g kg-1):      | 4,1  |
| Azufre (S, g kg-1):      | 4,0  |
| Hierro (Fe, mg kg-1):    | 1929 |
| Cobre (Cu, mg kg-1):     | 29   |
| Manganeso (Mn, mg kg-1): | 322  |
| Cinc (Zn, mg kg-1):      | 79   |
| Plomo (Pb, mg kg-1):     | 4    |
| Cromo (Cr, mg kg-1):     | 23   |
| Niquel (Ni, mg kg-1):    | 49   |
| Cadmio (Cd, mg kg-1):    | Nd   |

*Nota:*

Datos expresados sobre materia seca, el pH y CE en un extracto acuoso 1:10, nd: no detectado. (<http://www.compostandociencia.com/2013/06/gallinaza-html/>)

#### **1.4 Trabajos de Investigación con la aplicación de gallinaza**

Rivero y Carracedo (1999), evaluó el efecto del uso de gallinaza sobre algunos parámetros de fertilidad química de dos suelos de pH contrastante. La gallinaza fue incorporada al suelo en dos dosis: 5 y 10 %, luego, el suelo fue incubado durante 78 días; período en el cual se midió la modificación del pH y el efecto sobre el fósforo disponible y el carbono orgánico. Los resultados indican que la gallinaza produce un efecto de encalado sobre el suelo siendo capaz de aportar cantidades importantes de fósforo.

Según Awotundun, *et al.* (1994), menciona que la aplicación de abonos orgánicos, proporciona materia orgánica, nitrógeno, calcio, magnesio, fósforo, potasio y sodio, mejora la estructura del suelo, y así mismo, aumenta la capacidad del suelo de retener agua y nutrientes solubles que de otra manera se perderían por lixiviación.

El encalado produce en el suelo ciertos efectos como el incremento del pH; y trata de neutralizar y precipitar los iones responsables de la acidez de la solución

del suelo (Al, Mn y Fe), tal como indican Pionke y Corey (1967); Kamprath (1980); Sánchez (1981). Con la práctica del suelo encalado; se suministra Ca y Mg, los cuales son considerados los elementos alcalinos, y que son muy importantes para la nutrición de las plantas y además para disminuir los efectos nocivos del Al<sup>+3</sup> y del Mn<sup>+2</sup>, cationes ácidos más importantes en los suelos ácidos (Foy, 1976; Kamprath, 1980; Sánchez, 1981). Así mismo el encalado mejora las condiciones biológicas y mejora la actividad microbiana, con la que se acelera la descomposición de la materia orgánica, mejora la estructura del suelo (Bornemisza, 1965), y aumenta la disponibilidad de nutrientes y la capacidad del intercambio catiónico (Arca, 1970).

La gravedad de toxicidad del Al en las rizósfera depende de la cantidad de Al y la cantidad de radicales libres de oxígeno, incluyendo radicales superóxido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) radical hidroxido (OH<sup>-</sup>) y peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) que se producen en los tejidos de las plantas durante la exposición al estrés. Los radicales libres de oxígeno pueden causar daño oxidativo a las biomoléculas tales como lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, que conduce a la peroxidación de la membrana celular, la pérdida de iones, la hidrólisis de proteínas, e incluso rotura de la hebra de ADN. La susceptibilidad de las plantas al estrés ambiental, como Al, ha informado de que se asocia con su capacidad antioxidante. Sin embargo, las plantas han desarrollado algunos sistemas de defensa para hacer frente al estrés oxidativo. Enzimas antioxidantes incluyendo la superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT), y peroxidasas (POD) pueden actuar como uno de los sistemas de defensa importantes.

Loyola (2017), evaluó cuatro dosis de gallinaza de postura en el cultivo de tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) usando el tomate Híbrido WSX 2205 F-1, Bajo Condiciones Agroecológicas de la provincia de Lamas. Los resultados obtenidos indican, que con las mayores dosis de gallinaza de postura (30 y 40 t.ha<sup>-1</sup>), obtuvieron los mayor promedios en altura de planta (128,7 y 112,7 cm), diámetro de fruto (5,76 y 5,52 cm), peso de fruto (154,90 y 130,80 g), rendimiento (51 656,60 y 34 176,50 kg.ha<sup>-1</sup>), el beneficio costo (2,30 y 1,15).

El mismo autor reporta que a medida que se incrementan las dosis de gallinaza de postura, los promedios obtenidos en las variables estudiadas tienden a incrementarse, más no así con la dosis de 40 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza de postura, cuyo efecto tiende a disminuir en todas las variables estudiadas.

Barrera (2016), evaluó cuatro dosis de materia orgánica (gallinaza de postura) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), variedad Gran Rapid Waldeman's Strain, bajo condiciones agroclimáticas en la provincia de Lamas. Los resultados obtenidos indican, que con las mayores dosis de gallinaza de postura (30 y 40 t.ha<sup>-1</sup>), obtuvieron los mayores promedios en altura de planta (26,15 y 25,59 cm), peso de la planta (166,78 y 151,53 g), diámetro del tallo (1,56 y 1,55 cm), rendimiento (41,695 y 37,8881.97 kg.ha<sup>-1</sup>) y un beneficio costo de 0.18 y 0.16). El mismo autor manifiesta que a mayores dosis de gallinaza de postura, mayor es el efecto sobre las plantas, principalmente con la dosis de 30 t.ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, con dosis de 40 t.ha<sup>-1</sup>, probablemente se produce un antagonismo, debido a la declinación de los promedios de las variables estudiadas.

Cubas (2016), evaluó cuatro dosis de materia orgánica (gallinaza) en el cultivo de col china (*Brassica pekinensis*), híbrido Kiboho 90 F-1 en el distrito de Lamas. Los resultados obtenidos indican, que con las mayores dosis de gallinaza de postura (40 y 30 t.ha<sup>-1</sup>), se obtuvieron los mayores promedios en el porcentaje de prendimiento (99.5% y 99.3%), en el diámetro de la paella (33.25 y 28.90 cm). Sin embargo al analizar el rendimiento, el tratamiento T3 (30 t.ha<sup>-1</sup>), obtuvo mayor promedio de rendimiento con 176, 507 kg.ha<sup>-1</sup>, debido al mayor peso de la planta, el beneficio costo del tratamiento T3, también obtuvo el mayor beneficio costo con 2.26.

Rojas (2013), evaluó cuatro dosis de materia orgánica (gallinaza de postura), en el cultivo de cebolla china var. "Roja Chiclayana", en la provincia de Lamas". Los resultados obtenidos indican que, los tratamientos T3 (30 t.ha<sup>-1</sup>) y T4 (40 t.ha<sup>-1</sup>) obtuvieron los mayores promedios de rendimiento, peso total de la planta y diámetro del cuello de la planta estadísticamente iguales entre sí con 62,587.5 kg.ha<sup>-1</sup> y 62,475.0 kg.ha<sup>-1</sup>, 125,2 g y 125,0 g y 1,27 cm y 1,26 cm., respectivamente superando estadísticamente a los demás tratamientos. El mismo autor, menciona

que todos los tratamientos obtuvieron índices B/C superiores a 1. Se evidenció el efecto de la aplicación de dosis de gallinaza de postura. Siendo que el tratamiento T3 (30 t.ha<sup>-1</sup>) alcanzó el mayor B/C con 1,68 y un beneficio neto de S/. 13.704,78 nuevos soles en el cultivo de la cebolla china variedad Roja Chiclayana, seguido de los tratamientos T1 (10 t.ha<sup>-1</sup>), T2 (20 t.ha<sup>-1</sup>), T4 (40 t.ha<sup>-1</sup>) y T0 (testigo) quienes alcanzaron valores B/C de 1,64; 1,62; 1,55 y 1,25 con beneficios netos de S/. 11.719,49; S/. 12,385.19; S/. 13,321.46 y S/. 8,318.75 Nuevos Soles, respectivamente.

Lazo (2016), evaluó cuatro dosis de gallinaza de postura en el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea*) híbrido Royal Favor F-1 en el distrito de Lamas y obtuvo los siguientes resultados: Con la aplicación de 40 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza (T4) se alcanzaron los mejores resultados, con 18 487,7 kg.ha<sup>-1</sup> de rendimiento, 776,5 g de peso de la inflorescencia, 3,28 cm de diámetro del tallo, 33,9 cm de diámetro de la inflorescencia y 44,8 cm de altura de planta. Con el Tratamiento T4 (40 t.ha<sup>-1</sup>) se alcanzó el mayor valor B/C con 1,67 y un beneficio neto de S/ 13 891,37 nuevos soles, seguido de los tratamientos T3 (30 t.ha<sup>-1</sup>), T2 (20 t.ha<sup>-1</sup>), T1 (10 t.ha<sup>-1</sup>) y T0 (testigo) con valores de B/C 1,38, 0,87, 0,92 y 0,32 y beneficios netos de S/ 10 412,56, S/ 5 955,44, S/ 5 747,73 y S/ 1 776,38 nuevos soles respectivamente.

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1 Materiales**

##### **2.1.1 Ubicación del campo experimental.**

El presente trabajo de investigación se realizó en el Fundo Buena Vista, cuya propietaria es la señora Horocia Padilla Herrera, con N° catastral 34042, ubicado al este de la ciudad de Tocache, por la vía Fernando Belaunde Terry con dirección a Sarita Colonia.

##### **a. Ubicación geográfica**

|                 |                |
|-----------------|----------------|
| Latitud Sur:    | 0336959        |
| Longitud Oeste: | 9093528        |
| Altitud:        | 786 m.s.n.m.m. |

##### **b. Ubicación política**

|               |                        |
|---------------|------------------------|
| Región:       | San Martín             |
| Departamento: | San Martín             |
| Provincia:    | Tocache                |
| Distrito:     | Tocache                |
| Sector:       | Pedro Pablo Atusparia. |

##### **2.1.2 Historia del campo experimental**

La propietaria del campo experimental es la señora Horacio Padilla Herrera, con código catastral 34042 donde por largo periodo se desarrolló la siembra de coca, posteriormente pasturas y al iniciar el trabajo de investigación se encontró purma.

##### **2.1.3 Características climáticas.**

Ecológicamente donde se llevó a cabo el trabajo de investigación, presenta una zona de vida caracterizada por el bosque húmedo tropical (bh-T) (Holdridge, 1970). En el cuadro 3, se muestran los datos meteorológicos reportados por SENAMHI CO-Tocache (2014) de los meses de setiembre a noviembre de 2014, en donde la temperatura media mensual fue de 25.96 °C, la precipitación total mensual fue de

768.30 mm., y la humedad relativa media mensual de 81.48%. Las características climáticas que presentó el campo experimental durante la ejecución del trabajo de tesis, se indican en la tabla 3.

Tabla 3  
*Condiciones climáticas del lugar del experimento*

| Meses                   | Setiembre | Octubre | Noviembre |
|-------------------------|-----------|---------|-----------|
| Temperatura Mínima (°C) | 20,18     | 20,74   | 22,05     |
| Temperatura Media (° C) | 25,84     | 26,08   | 26,83     |
| Temperatura Máxima (°C) | 31,5      | 31,43   | 31,62     |
| Precipitación (mm)      | 173,1     | 280,7   | 314,5     |
| Humedad relativa (%)    | 78,79     | 82,50   | 83,15     |

Fuente: SENAMHI CO-Tocache (2014).

#### 2.1.4 Características edáficas

Según el cuadro 4, el suelo presenta una textura franco Arenoso con un pH de 3.9, catalogado como extremadamente ácido, la materia orgánica se encuentra en un nivel bajo con 1.97%, el % de nitrógeno es bajo (0.099), el fósforo asimilable es medio con 11 ppm, el potasio disponible es bajo con 28.49 ppm. Los cationes cambiabiles como el Ca<sup>++</sup>, el Mg<sup>++</sup> y Na<sup>+</sup> es muy bajo (4.56, 0.33 y 0.079) (Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA/UNSM.T, 2014). Las características físicas y químicas se muestran en la tabla 4, que a continuación se indican:

Tabla 4  
*Análisis del suelo del campo experimental*

| Nº | Características           | Valor          | Interpretación            |
|----|---------------------------|----------------|---------------------------|
| 1  | Clase Textural            | Franco Arenoso |                           |
| 2  | pH                        | 3,9            | Extremadamente ácido      |
| 3  | C.E. (µS)                 | 230            | No hay problemas de sales |
| 4  | MO %                      | 1,97           | Bajo                      |
| 5  | N %                       | 0.099          | Bajo                      |
| 6  | P ( ppm)                  | 11             | Medio                     |
| 7  | K (ppm)                   | 28,49          | Bajo                      |
| 8  | CIC meq/100g              | 10,02          |                           |
| 9  | Ca <sup>++</sup> meq/100g | 4,56           | Muy bajo                  |
| 10 | Mg <sup>++</sup> meq/100g | 0,33           | Muy bajo                  |
| 11 | Na <sup>+</sup> meq/100g  | 0,079          | Muy bajo                  |
| 12 | K <sup>+</sup> meq/100g   | 0,073          |                           |
| 13 | Al meq/100g               | 4,56           | Muy alto                  |
| 14 | Al + H meq/100g           | 4,98           | Muy alto                  |

Fuente: Laboratorio de suelos FCA-UNSM (2014).

### 2.1.5 Contenido nutricional del abono

El contenido nutricional que presentó la gallinaza se describe en el cuadro 5, que a continuación se indican:

Tabla 5

*Contenido nutricional de la gallinaza*

| Parámetros medidos   | Contenido |
|----------------------|-----------|
| pH                   | 7,9       |
| Materia Orgánica (%) | 34,56     |
| Nitrógeno total (%)  | 2,78      |
| Fósforo P (%)        | 2,56      |
| Potasio K(%)         | 2,3       |
| Calcio Ca (%)        | 8,32      |
| Magnesio Mg (%)      | 0,98      |
| Hierro Fe (ppm)      | 456,21    |
| Zinc Zn (ppm)        | 342       |
| Manganeso Mn (ppm)   | 198,23    |

Fuente: Laboratorio de suelos FCA-UNSM (2014).

### 2.1.6 Análisis de proceso de fertilización

Haciendo uso del análisis de suelos Tabla 4, análisis de la gallinaza Tabla 5 y el requerimiento del cultivo Tabla 2 correspondiente a extracción de nutrientes, hicimos los cálculos respectivos, que a continuación se indican:

Tabla 6

*Análisis del proceso de fertilización*

| Nutriente                     | Trat.          | Aporte del suelos en kg.ha <sup>-1</sup> | Aporte de la gallinaza en kg.ha <sup>-1</sup> |                            | Requerimiento para producir 40 t.ha <sup>-1</sup> en kg.ha <sup>-1</sup> | Diferencia de Nutrientes |
|-------------------------------|----------------|--|---|----------------------------|--|--------------------------|
|                               |                |  | Dosis en t.ha <sup>-1</sup>                   | Aporte kg.ha <sup>-1</sup> |  |                          |
| N                             | T <sub>0</sub> | 17,92                                    | 0   | 0                          | 250  | -232                     |
| N                             | T <sub>1</sub> | 17,92                                    | 10  | 139                        | 250  | -93                      |
| N                             | T <sub>2</sub> | 17,92                                    | 20  | 278                        | 250  | 46                       |
| N                             | T <sub>3</sub> | 17,92                                    | 30  | 417                        | 250  | 185                      |
| N                             | T <sub>4</sub> | 17,92                                    | 40  | 556                        | 250  | 324                      |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | T <sub>0</sub> | 3,63                                     | 0   | 0                          | 85   | -81                      |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | T <sub>1</sub> | 3,63                                     | 10  | 128                        | 85   | 47                       |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | T <sub>2</sub> | 3,63                                     | 20  | 256                        | 85   | 175                      |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | T <sub>3</sub> | 3,63                                     | 30  | 384                        | 85   | 303                      |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | T <sub>4</sub> | 3,63                                     | 40  | 512                        | 85   | 431                      |
| K <sub>2</sub> O              | T <sub>0</sub> | 27,56                                    | 0   | 0                          | 250  | -222                     |
| K <sub>2</sub> O              | T <sub>1</sub> | 27,56                                    | 10  | 115                        | 250  | -107                     |
| K <sub>2</sub> O              | T <sub>2</sub> | 27,56                                    | 20  | 230                        | 250  | 8                        |
| K <sub>2</sub> O              | T <sub>3</sub> | 27,56                                    | 30  | 345                        | 250  | 123                      |
| K <sub>2</sub> O              | T <sub>4</sub> | 27,56                                    | 40  | 460                        | 250  | 238                      |



## 2.2 Metodología

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo, en el distrito y provincia de Tocache, en el sector Pedro Pablo Atusparia en donde se utilizó como material genético el repollo (*brassica oleracea*) variedad Corazón de Buey. Para la implementación del cultivo se desarrolló la estructura del vivero con fecha 26/08/2014, para lo cual se removió el terreno con una lampa y rastrillo con la finalidad de aplanar, seguidamente se circuló con la malla Richerl y apoyado con sus respectivos postes, el tamaño del vivero fue de 2 m de largo x 1 de ancho. Para efectuar la siembra se utilizó vasos de plásticos de 200 ml, incorporando en su interior el sustrato a base de suelo agrícola, arena y gallinaza. Con fecha 28/08/2014 se efectuó la siembra en los vasos, donde se colocó una semilla botánica por envase. Cuando las plántulas tuvieron 15 cm de altura aproximadamente, fueron trasladadas al campo definitivo. La siembra se efectuó eliminando el envase y utilizando un tacarpo y de acuerdo a la planificación de los tratamientos estudiados T0, T1, T2, T3 y T4 (0 t.ha<sup>-1</sup>, 10 t.ha<sup>-1</sup>; 20 t.ha<sup>-1</sup>; 30 kg.ha<sup>-1</sup> y 40 t.ha<sup>-1</sup>).

### 2.2.1. Diseño experimental

Se utilizó el diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, evaluando 10 plantas por tratamiento. La información obtenida en campo, se procesó utilizando el Programa Estadístico SPSS 22, se construyó el Análisis de Varianza y se determinó diferencias significativas con el P-valor a probabilidades de P<0,05 y P<0,01 y la diferencia estadística entre promedios de Tratamientos se realizó con la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan a una P<0,05. En la tabla 7, se muestran los tratamientos en estudio y sus características.

Tabla 7

*Tratamientos en estudio.*

| Tratamientos | Clave | Dosis de gallinaza /por tratamiento |
|--------------|-------|-------------------------------------|
| 1            | T0    | Sin aplicación                      |
| 2            | T1    | 10 t.ha <sup>-1</sup>               |
| 3            | T2    | 20 t.ha <sup>-1</sup>               |
| 4            | T3    | 30 t.ha <sup>-1</sup>               |
| 5            | T4    | 40 t.ha <sup>-1</sup>               |

## 2.2.2. Características del campo experimental

### Bloques

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| Nº de bloques              | : 04                    |
| Ancho                      | : 4.80 m                |
| Largo                      | : 17.00 m               |
| Área total del bloque      | : 81.60 m <sup>2</sup>  |
| Separación entre bloque    | : 1.00 m.               |
| Área total del experimento | : 377.40 m <sup>2</sup> |

### Parcela

|                                |                        |
|--------------------------------|------------------------|
| Ancho                          | : 3.00 m               |
| Largo                          | : 4.80 m               |
| Área                           | : 14.40 m <sup>2</sup> |
| Distanciamiento entre hileras: | 0.50 m                 |
| Distanciamiento entre plantas: | 0.40                   |

## 2.2.3 Conducción del experimento.

### a. Muestreo del suelo

Se realizó el día 28 de junio del 2014. Tomando 06 sub muestras en forma de zig zag del total del campo experimental. Luego se mezcló el sustrato de todas las muestras con la finalidad de uniformizar y realizar su respectivo secado. Se extrajo una muestra de 01 Kg, seguidamente se etiquetó y se envió al Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNSM-T, para su análisis respectivo. En la figura 1, se muestra la extracción del muestreo de suelo realizado en el campo definitivo.



*Figura 1:* Toma de muestra de suelo del campo experimental.

**b. Instalación de vivero (26-08-14).**

La producción de plántulas se realizó en vasos descartable por cada una plántula. Iniciándose con la limpieza del área de vivero. Luego la elaboración del sustrato en una proporción de 3:2:2 de suelo agrícola, arena y gallinaza. Continuando con el llenado de los vasitos de plástico.

**c. Siembra de la semilla en los vasitos (28-08-14).**

Luego de adquirir la semilla botánica de repollo, variedad corazón de buey, se procedió al sembrado en cada envase, utilizando una pequeña punta con medida para evitar sembrar muy profundo ya que la semilla de repollo es muy sensible.



*Figura 2:* Siembra de la semilla del repollo en vivero

**d. Preparación del terreno definitivo (05-09-14)**

Se realizó de manera mecánica a base de palana, machete, rastrillo. Retirando la parte vegetal y otros residuos. Continuando con el volteo y mullido del suelo, dejando en condiciones óptimas para el establecimiento del cultivo.



*Figura 3:* Limpieza de la cubierta vegetal.

**e. Trazado del campo experimental (09-09-14).**

En esta actividad se tuvo en cuenta el croquis de campo experimental planteado en el proyecto de tesis. Se utilizó 84 estacas de madera, 1 rollo de rafia de color rojo de 1000 m, winchas de 5 y 50 m, y un martillo para fijar las estacas.

**f. Fertilización**

La fertilización es orgánica, teniendo como insumo a la gallinaza. Y se distribuyó de la siguiente manera.

Para el T0 no se aplicó ninguna dosis. Para el T1, siendo la dosis empleada  $10 \text{ t.ha}^{-1}$  por hectárea, que significó aplicar 14,4 kg de gallinaza de postura por tratamiento. Para el T2, siendo la dosis empleada  $20 \text{ t.ha}^{-1}$ , que significó aplicar 28,80 Kg de gallinaza por tratamiento. T3, siendo la dosis  $30 \text{ t.ha}^{-1}$ , que significó aplicar 43.20 Kg de gallinaza por tratamiento. T4 siendo la dosis  $40 \text{ t.ha}^{-1}$ , que significó aplicar 57,60 Kg de gallinaza por tratamiento.

La aplicación a cada tratamiento se realizó en el momento de la preparación del terreno, de esta manera se esparcirá uniformemente.



*Figura 4: Incorporación de gallinaza*

**g. Trasplante (13-09-14)**

Se realizó de forma manual cuando las plántulas empezaron a emerger del suelo hasta que tengan aproximadamente 15 días de sembrado.

#### **h. Replante (18-09-14)**

Se realizó a los 5 días después del trasplante, para reemplazar a las plántulas que no lograron prender después del trasplante.



*Figura 5:* Época del prendimiento de las plántulas de repollo.

#### **i. Control de malezas**

Se realizó cuando se observó que las malezas ya competían con el cultivo, y se efectuó de forma manual haciendo uso de palanas, machete y rastrillo. Realizando tres desmalezados:

- Primer desmalezado se realizó a los 15 días después del sembrado a terreno definitivo 28-09-2014.
- El segundo desmalezado se realizó después de 30 días el primer desmalezado y aporque que se realizó 28-10-2014.
- Posteriormente se realizó el tercer desmalezado, el día 28-11-2014 se realizó el ultimo desmalezado.



*Figura 6:* Desmalezado del terreno experimental

**j. Riego**

Se realizó aplicaciones focalizadas, con el uso de pulverizadora manual, a inicios de trasplante e inicio de formación de cabezadas. Pues que las lluvias fueron escasas, en estos momentos mencionados.

**k. Aporque**

Esta operación se realizó cuando las plantas se acercan aproximadamente a los 30 cm de altura, incorporando una porción de suelo alrededor de la planta, para evitar el rompimiento del tallo. Esta actividad se hizo conjuntamente con el segundo desmalezado.

**l. Control de plagas**

El control de plagas se realizó al observar el inicio de daños causados en las hojas por parte de las larvas, en un porcentaje significativo, de esta manera se aplicó un clorophirifos razón de 500 ml.ha<sup>-1</sup>.



*Figura 7: Control fitosanitario*

**m. Cosecha**

Se efectuó cuando las cabezas están bien compactas, iniciándose a los 90 días de sembrado a campo. La operación se lleva a cabo manualmente, cortando con un cuchillo la cabeza, acompañadas por algunas hojas envolventes para luego ser trasladado al almacén.

**2.2.4 Variables evaluadas.****a. Porcentaje de prendimiento.**

Después de los 10 días de realizado el trasplante, se evaluó el número de plantas que están vivas dentro de cada uno de los tratamientos, con estos datos se obtendrán el porcentaje de prendimiento del cultivo.



*Figura 8:* Evaluación del porcentaje de prendimiento.

**b. Altura de la planta.**

Se evaluó la altura de planta al momento de la cosecha tomando al azar 10 plantas por cada unidad experimental de las hileras del centro del área neta de cada tratamiento, con una regla de 50 cm.



*Figura 9:* Evaluación de altura de planta.

**c. Número de hojas por planta**

Se evaluó 10 plantas por cada tratamiento al momento de la cosecha del cultivo, contabilizando las hojas que presentaba cada planta para hacer las comparaciones correspondientes en forma visual.

**d. Diámetro de cabeza.**

Se tuvo en cuenta el diámetro de la cabeza, la cual fue evaluado al momento de la cosecha, en diferentes formas, ya sean grandes de 50 cm – 60 cm, medianos de 30 cm – 50 cm, pequeños de 10 cm – 30 cm.



*Figura 10:* Medición de la cabeza del repollo.

**e. Peso de la cabeza.**

Se realizó el pesado de 10 cabezas de repollo en una balanza para luego ser registrado en el cuaderno de apuntes; esto se hará en el momento de la cosecha.



*Figura 11:* Pesado de las cabezas de repollo

**f. Rendimiento**

Se evaluó el rendimiento que posee cada tratamiento por diferentes dosis de gallinaza empleada en el trabajo de investigación de dicho cultivo.

**g. Análisis económico**

Para establecer el análisis económico, se elaboró el costo de producción de cada uno de los tratamientos expresados para una hectárea. Se realizó la valoración de nuevos soles de la cosecha en cada uno de los tratamientos para obtener la rentabilidad del cultivo. Para determinar éstos parámetros se utilizaron las siguientes fórmulas:



$$\text{Ingreso bruto} = \text{Rendimiento kg /ha} \times \text{Costo de venta S/.kg}$$

$$\text{Ingreso neto (utilidad)} = \text{Ingreso bruto} - \text{Costo de producción}$$

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Ingreso neto (utilidad)}}{\text{Costo de producción}}$$

$$\text{Relación C/B} = \frac{\text{Costo de producción}}{\text{Ingreso neto (utilidad)}}$$

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Resultados

##### 3.1.1 Porcentaje de prendimiento

Tabla 8

*ANVA para el porcentaje de prendimiento (transformados  $Vx$ )*

| Fuente de variabilidad          | Suma de cuadrados | G.L.                  | Cuadrado medio | F.C.            | Sig. del P-valor |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|-----------------|------------------|
| Bloques                         | 4,341             | 3                     | 1,447          | 3,497           | 0,050 N.S.       |
| Tratamientos                    | 6,041             | 4                     | 1,510          | 3,649           | 0,036 *          |
| Error experimental              | 4,966             | 12                    | 0,414          |                 |                  |
| Total                           | 15,348            | 19                    |                |                 |                  |
| $R^2 = 67,6\%$                  |                   | C.V. = 7,9%           |                | Promedio = 8,17 |                  |
| *Significativo a una $P < 0,05$ |                   | N.S. No significativo |                |                 |                  |

Tabla 9

*Prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de tratamientos respecto al porcentaje de prendimiento*

| Tratamientos | Características       | Duncan ( $P < 0,05$ ) |                |
|--------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
|              |                       | Promedios (%)         | Interpretación |
| 0            | Testigo               | 61,0                  | a              |
| 2            | 20 t.ha <sup>-1</sup> | 62,3                  | a              |
| 1            | 10 t.ha <sup>-1</sup> | 62,6                  | a              |
| 3            | 30 t.ha <sup>-1</sup> | 63,5                  | a              |
| 4            | 40 t.ha <sup>-1</sup> | 85,8                  | b              |

##### 3.1.2 Altura de planta

Tabla 10

*ANVA para la altura de planta (cm)*

| Fuente de variabilidad           | Suma de cuadrados | G.L.                  | Cuadrado medio | F.C.             | Sig. del P-valor |
|----------------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|------------------|------------------|
| Bloques                          | 6,674             | 3                     | 2,225          | 0,258            | 0,854 N.S.       |
| Tratamientos                     | 449,708           | 4                     | 112,427        | 13,028           | 0,000 **         |
| Error experimental               | 103,556           | 12                    | 8,630          |                  |                  |
| Total                            | 559,938           | 19                    |                |                  |                  |
| $R^2 = 81,5\%$                   |                   | C.V. = 16,2%          |                | Promedio = 18,19 |                  |
| **Significativo a una $P < 0,01$ |                   | N.S. No significativo |                |                  |                  |

Tabla 11

*Prueba de duncan (P<0,05) para promedios de tratamientos respecto a la altura de planta*

| Tratamientos | Características       | Duncan (P<0,05) |                |
|--------------|-----------------------|-----------------|----------------|
|              |                       | Promedios (cm)  | Interpretación |
| 0            | Testigo               | 10,23           | a              |
| 1            | 10 t.ha <sup>-1</sup> | 18,00           | b              |
| 2            | 20 t.ha <sup>-1</sup> | 18,03           | b              |
| 3            | 30 t.ha <sup>-1</sup> | 19,68           | b              |
| 4            | 40 t.ha <sup>-1</sup> | 25,03           | c              |

### 3.1.3 Diámetro de la cabeza

Tabla 12

*ANVA para el diámetro de la cabeza (cm)*

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Cuadrado medio | F.C.   | Sig. del P-valor |
|------------------------|-------------------|------|----------------|--------|------------------|
| Bloques                | 2,053             | 3    | 0,684          | 1,181  | 0,358 N.S.       |
| Tratamientos           | 27,692            | 4    | 6,923          | 11,946 | 0,000 **         |
| Error experimental     | 6,954             | 12   | 0,580          |        |                  |
| Total                  | 36,700            | 19   |                |        |                  |

$R^2 = 81,1\%$

C.V. = 5,8%

Promedio = 13,09

\*\*Significativo a una P<0,01    N.S. No significativo

Tabla 13

*Prueba de duncan (P<0,05) para promedios de tratamientos respecto al diámetro de la cabeza*

| Tratamientos | Características       | Duncan (P<0,05) |                |
|--------------|-----------------------|-----------------|----------------|
|              |                       | Promedios (cm)  | Interpretación |
| 0            | Testigo               | 11,3            | a              |
| 1            | 10 t.ha <sup>-1</sup> | 12,6            | b              |
| 2            | 20 t.ha <sup>-1</sup> | 12,9            | b              |
| 3            | 30 t.ha <sup>-1</sup> | 14,3            | c              |
| 4            | 40 t.ha <sup>-1</sup> | 14,5            | c              |

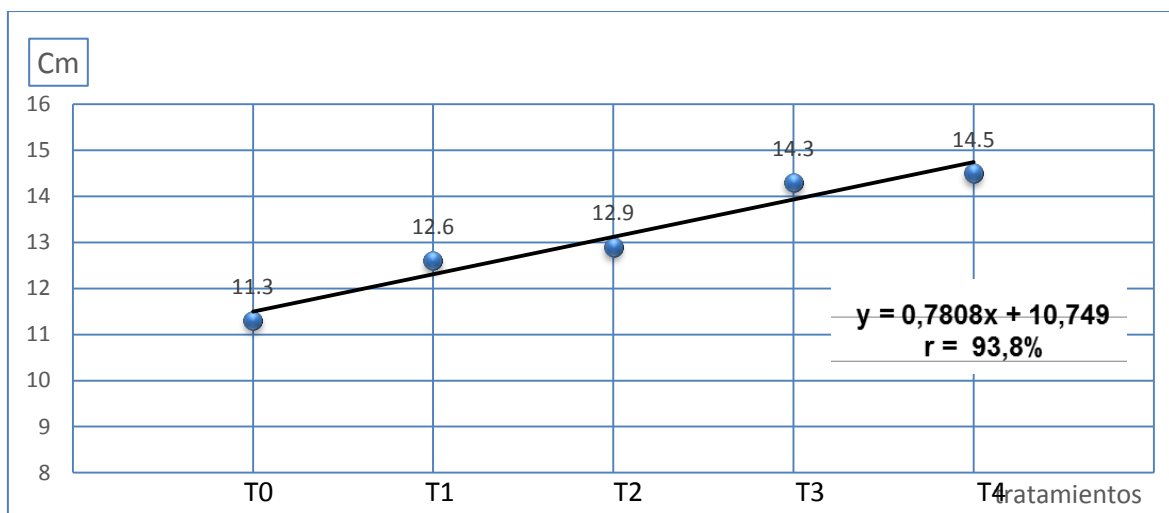


Figura 12: Dispersión y regresión de los promedios de diámetro de la cabeza.

### 3.1.4 Peso de la cabeza

Tabla 14

ANVA para el peso de la cabeza (g)

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Cuadrado medio | F.C.   | Sig. del P-valor |
|------------------------|-------------------|------|----------------|--------|------------------|
| Bloques                | 67817,350         | 3    | 22605,783      | 1,824  | 0,196 N.S.       |
| Tratamientos           | 807479,700        | 4    | 201869,925     | 16,288 | 0,000 **         |
| Error experimental     | 148725,900        | 12   | 12393,825      |        |                  |
| Total                  | 1024022,950       | 19   |                |        |                  |

$R^2 = 85,5\%$       C.V. = 13,8%      Promedio = 807,95

\*\*Significativo a una  $P < 0,01$

N.S. No significativo

Tabla 15

Prueba de duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de tratamientos respecto al peso de la cabeza

| Tratamientos | Características       | Duncan ( $P < 0,05$ ) |                |
|--------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
|              |                       | Promedios (g)         | Interpretación |
| 0            | Testigo               | 461,3                 | a              |
| 1            | 10 t.ha <sup>-1</sup> | 775,3                 | b              |
| 2            | 20 t.ha <sup>-1</sup> | 792,0                 | b              |
| 3            | 30 t.ha <sup>-1</sup> | 972,5                 | c              |
| 4            | 40 t.ha <sup>-1</sup> | 1038,8                | c              |

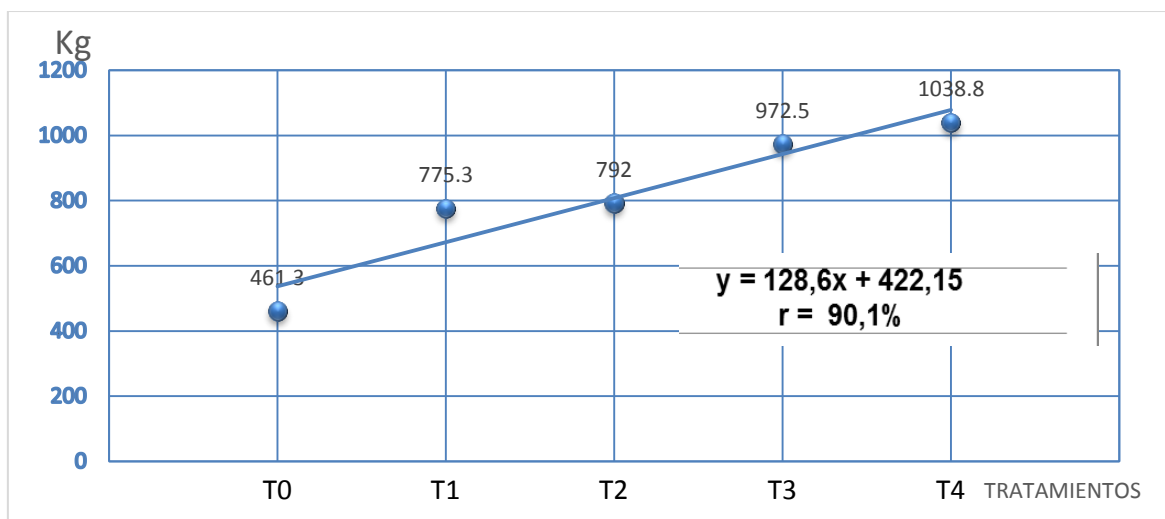


Figura 13: Dispersión y regresión de los promedios del peso de la cabeza.

### 3.1.5 Rendimiento

Tabla 16

ANVA para el rendimiento en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Cuadrado medio | F.C.   | Sig. del P-valor |
|------------------------|-------------------|------|----------------|--------|------------------|
| Bloques                | 169543375,00      | 3    | 56514458,333   | 1,824  | 0,196 N.S.       |
| Tratamientos           | 2018699250,0      | 4    | 504674812,50   | 16,288 | 0,000 **         |
| Error experimental     | 371814750,00      | 12   | 30984562,50    |        |                  |
| Total                  | 2560057375,0      | 19   |                |        |                  |

$R^2 = 85,5\%$                       C.V. = 15,4%                      Promedio = 40397,5

\*\*Significativo a una  $P < 0,01$

N.S. No significativo

Tabla 17

Prueba de duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de tratamientos respecto al rendimiento

| Tratamientos | Características                  | Duncan ( $P < 0,05$ )                    |                |
|--------------|----------------------------------|--|----------------|
|              |                                  | Promedios ( $\text{Kg}/\text{ha}^{-1}$ ) | Interpretación |
| 0            | Testigo                          | 23062,5                                  | a              |
| 1            | 10 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ | 30762,5                                  | b              |
| 2            | 20 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ | 37600,0                                  | b              |
| 3            | 30 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ | 48625,0                                  | c              |
| 4            | 40 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ | 51937,5                                  | c              |

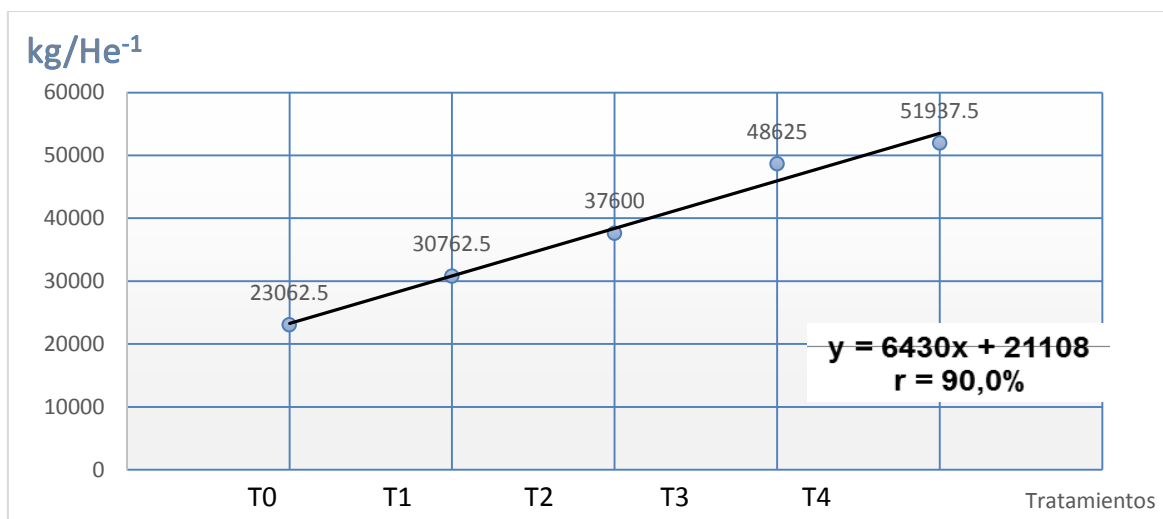


Figura 14: Dispersión y regresión de los promedios del rendimiento.

### 3.1.6 Análisis económico

Tabla 18

Resumen de los costos de producción, rendimiento y beneficio /costo por tratamiento

| Trats                          | Rdto<br>(Kg.ha <sup>-1</sup> ) | Costo de<br>producción<br>(S/.) | Precio de<br>venta x<br>Kg (S/.) | Beneficio<br>bruto<br>(S/.) | Beneficio<br>neto (S/.) | Beneficio /<br>Costo (B/C) |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| T0<br>(testigo)                | 23 062,50                      | 5 046,75                        | 0,3                              | 6 918,75                    | 1 872,00                | 0,37                       |
| T1<br>(10 t.ha <sup>-1</sup> ) | 30 762,50                      | 6 124,25                        | 0,35                             | 10 766,88                   | 4 642,63                | 0,76                       |
| T2<br>(20 t.ha <sup>-1</sup> ) | 37 600,00                      | 7 109,25                        | 0,35                             | 13 160,00                   | 6 050,75                | 0,85                       |
| T3<br>(30 t.ha <sup>-1</sup> ) | 46 625,00                      | 8 551,75                        | 0,35                             | 16 318,75                   | 7 767,00                | 0,91                       |
| T4<br>(40 t.ha <sup>-1</sup> ) | 51 937,50                      | 9 569,25                        | 0,35                             | 18 178,13                   | 8 608,88                | 0,90                       |

## 3.2 Discusión

### 3.2.1 Del porcentaje de prendimiento

El porcentaje de prendimiento evaluado a los 15 días después del trasplante reportó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para tratamientos (tabla 8), siendo que los efectos de los tratamientos (Dosis de gallinaza) han ejercido una influencia de 67,6% sobre el porcentaje de prendimiento (variable predictora) explicada por el coeficiente de

determinación ( $R^2$ ) y el coeficiente de variabilidad (C.V.) con 7,9% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación en campo definitivo, propuesto por (Calzada 1982).

Al realizar la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de tratamientos (cuadro 9), este arrojó diferencias significativas, siendo que con el tratamiento T4 (40 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza) se obtuvo el mayor promedio de porcentaje de prendimiento con 85,8% y quien superó estadísticamente a los tratamientos T3 (30 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza), T1 (10 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza), T2 (20 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza) y T0 (testigo) con los que se obtuvo promedios de 63,5%, 62,6%, 62,3% y 61,0% de prendimiento respectivamente.

Habiéndose realizado el trasplante del repollo a los 15 días cuando las plántulas se encontraban con un aproximado de 12 a 15 cm de altura. Con el tratamiento T4 (40 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza) se obtuvo un mayor porcentaje de prendimiento alcanzando el 85% lo cual se diferencia significativamente de los demás tratamientos.

Lo anterior puede explicarse debido a un mejoramiento en las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo así con mayor retención de humedad, tal como lo refiere Infoagro, (2011), quien indica los abonos orgánicos, tienen la capacidad de hacerlo más permeable, mayor capacidad de retención de agua en el suelo, trayendo como consecuencia un mayor porcentaje de prendimiento del las plantas de repollo.

### **3.2.2 De la altura de planta**

La altura de planta evaluada al momento de la cosecha reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para tratamientos (tabla 10), siendo que los efectos de los tratamientos (Dosis de gallinaza) han ejercido una influencia de 81,5% sobre la altura de planta (variable predictora) explicada por el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el coeficiente de variabilidad (C.V.) con 16,2% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación en campo definitivo, propuesto por (Calzada 1982).

Al realizar la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de tratamientos (cuadro 11), este arrojó diferencias significativas, siendo que con el tratamiento T4 ( $40 \text{ t.ha}^{-1}$  de gallinaza) se obtuvo el mayor promedio de altura de planta con  $25,03 \text{ cm}$  y quien superó estadísticamente a los tratamientos T1 ( $10 \text{ t.ha}^{-1}$  de gallinaza), T3 ( $30 \text{ t.ha}^{-1}$  de gallinaza), T2 ( $20 \text{ t.ha}^{-1}$  de gallinaza) y T0 (testigo) con quienes se obtuvo promedios de  $19,68 \text{ cm}$ ,  $18,03 \text{ cm}$ ,  $18,0 \text{ cm}$  y  $10,23 \text{ cm}$  de altura de planta, respectivamente.

Según la tabla 6 referido Análisis del proceso de fertilización hicimos uso del análisis de suelos tabla 4, análisis de la gallinaza tabla 5 y el requerimiento del cultivo tabla 2 correspondiente a extracción de nutrientes, se encuentra que con dosis de ( $40 \text{ t.ha}^{-1}$  de gallinaza de postura) el aporte de nitrógeno total fue de  $267,92 \text{ kg.ha}^{-1}$ . Con respecto a los macro nutrientes requeridos por la planta que influyen en el crecimiento, el nitrógeno es uno de los más importantes crea mayor masa vegetal favoreciendo un incremento de la división celular para formar nuevas células produciendo así mayor agrandamiento y/o alargamiento de éstas habiendo permitido un incremento al crecimiento de las plantas de repollo (McDonald *et al.*, 1996; Guerrero, 1993).

Es posible también que, con esta dosis, se haya producido un equilibrio nutricional en el suelo, debido al mayor crecimiento obtenido de las plantas crecidas en el tratamiento 4 ( $25,03 \text{ cm}$ ). Es preciso indicar, que las condiciones del clima, especialmente de las precipitaciones pluviales, también influenciaron para que se produzca en el suelo un nivel freático adecuado, consecuentemente las raíces de las plantas, absorbieron mayor cantidad de sales minerales, incidiendo en la formación de la savia bruta y elaborada y por consiguiente nutrirse y crecer la planta (Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T, 2014; SENAMHI-CO Tocache, 2014).

Similares resultados también obtuvieron Loyola (2017) en el cultivo de tomate con el híbrido WSX 2205 F-1; Barrera (2016) en el cultivo de la lechuga usando la variedad Gran Rapid Waldeman's Strain y Cubas (2016) en el cultivo de la col China, híbrido Kiboho 90 F-1. Con las mayores aplicaciones de gallinaza.



### 3.2.3 Del diámetro de la cabeza

El diámetro de la cabeza de la planta evaluada al momento de la cosecha reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para tratamientos (tabla 12), siendo que los efectos de los tratamientos (Dosis de gallinaza) han ejercido una influencia de 81,1% sobre el diámetro de la cabeza de la planta (variable predictora) explicada por el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el coeficiente de variabilidad (C.V.) con 5,8% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación en campo definitivo, propuesto por (Calzada 1982).

Al realizar la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de tratamientos (tabla 13), este arrojó diferencias significativas, siendo que con los tratamientos T4 (40 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza) y T3 (30 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza) se obtuvieron los mayores promedios de diámetro de la cabeza de la planta con 14,5 cm y 14,3 cm estadísticamente iguales entre sí y quienes superaron estadísticamente a los tratamientos T1 (10 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza), T2 (20 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza) y T0 (testigo) con quienes se obtuvo promedios de 12,9 cm, 12,6 cm y 11,3 cm de diámetro de la cabeza de la planta respectivamente. Se ha percibido además que el incremento de las dosis de gallinaza ha descrito una línea de regresión lineal positiva sobre el diámetro de la cabeza de la planta (Gráfico 1) y la cual obedece a la ecuación  $Y = 0,7808x + 10,749$  con un Coeficiente de Correlación ( $r$ ) de 93,8%.

El mayor diámetro de la cabeza de repollo estuvo relacionado con el mayor aporte de nutrientes producidos como consecuencia de la mineralización de la gallinaza de postura; de los diferentes nutrientes producidos, el nitrógeno, el fósforo y potasio tuvieron mayor participación en los procesos fotosintéticos, trayendo como consecuencia que se obtenga un mayor crecimiento del diámetro de cabeza, para lo cual el nitrógeno incrementó la cantidad de clorofila, lo cual significó que se produzca mayor fotosíntesis, se produjo una mayor asimilación y síntesis de los productos orgánicos, una velocidad mayor de crecimiento, determinado por el aumento del peso y volumen, mayor producción de hojas sanas con un color verde intenso en toda la biomasa, y una mayor producción de fruto, semillas y hojas (McDonald *et al.*, 1996; Guerrero, 1993 y <https://agromejor.com/importancia-del-nitrogeno-en-los-cultivos/>).

El fósforo, tuvo un papel importante en el crecimiento reproductivo, la división celular, síntesis de azúcar, grasas y proteínas y fotosíntesis. Se encuentra en mayor proporción en las hojas jóvenes, flores y semillas en desarrollo (Rodríguez, 1989; Tisdale y Nelson, 1991; Bennet, 1993). Según Gardner *et al.*, (1985), mencionan que el potasio tuvo también un papel vital en la fotosíntesis debido a que incrementa el crecimiento y el índice de área foliar y por lo tanto, la asimilación de CO<sub>2</sub>, además incrementa el transporte de los fotosintatos fuera de las hojas debido a una mayor formación de ATP, la cual es esencial para mover los fotosintatos al floema.

Los mayores resultados obtenidos tanto en el tratamiento 4 y 3, se sustentan en que la materia orgánica bajo su condición coloidal incrementó las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, repercutiendo y mejorando en una mayor disponibilidad y regulación de nutrientes, conductividad eléctrica, pH, la capacidad de intercambio aniónico y catiónico, la capacidad retención del agua; regula la aireación del suelo y aumentando la actividad biótica. Corroborando Guerra *et al.*, (1995), quienes indican que, al aplicar materia orgánica al suelo, esta tiende a aumentar la eficiencia de los fertilizantes minerales, características fundamentales, que se vieron reflejadas en las condiciones fisiológicas y metabólicas de la planta, trayendo como consecuencia que se incremente el diámetro de la cabeza del repollo y por consiguiente el peso.

#### **3.2.4 Del peso de la cabeza**

El peso de la cabeza de la planta evaluada al momento de la cosecha reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para tratamientos (tabla 14), siendo que los efectos de los tratamientos (Dosis de gallinaza) han ejercido una influencia de 85,5% sobre el peso de la cabeza de la planta (variable predictora) explicada por el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el coeficiente de variabilidad (C.V.) con 13,8% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación en campo definitivo, propuesto por (Calzada 1982).

Al realizar la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de tratamientos (cuadro 15), este arrojó diferencias significativas, siendo que con los tratamientos T4 (40 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza) y T3 (30 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza) se

obtuvieron los mayores promedios de peso de la cabeza de la planta con 1 038,8 g y 972,5 g respectivamente y estadísticamente iguales entre sí y quienes superaron estadísticamente a los tratamientos T2 (20 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza), T1 (10 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza) y T0 (testigo) con quienes se obtuvieron promedios de 792,0 g, 775,3 g y 461,3 g de peso de la cabeza de la planta respectivamente. Así mismo, se ha observado que el incremento de las dosis de gallinaza ha descrito una línea de regresión lineal positiva sobre el peso de la cabeza de la planta (Gráfico 2) y la cual obedece a la ecuación  $Y = 128,6x + 422,15$  con un coeficiente de correlación (r) de 90,1%.

Se puede inferir que todos los nutrientes de la gallinaza de postura estuvieron íntimamente involucrados en el incremento de peso de las cabezas de repollo, crecidas en los tratamientos T4 y T3. Cuando se produce un adecuado metabolismo y crecimiento y las condiciones nutricionales del suelo son propicias, se traduce que siempre estarán relacionados con la producción del cultivo; es decir, los efectos se tendrán que cimentar en producir mayor peso de las cabezas de repollo. Los incrementos de pesos de cabeza obtenidos en el cultivo de repollo, tiene similitud, con lo planteado por Rodríguez (1988), quién manifiesta que la fertilización, como práctica agronómica y su efecto en el crecimiento y desarrollo de un determinado cultivo, es un factor determinante en el rendimiento y calidad del producto. También Guerra *et al.*, (1995); Sobrino y Sobrino (1992), Sendra (1996) y Casanova (1997), corroboran al indicar que el uso y aplicación de abonos orgánicos tiende a aumentar la eficiencia de los fertilizantes minerales.

### 3.2.5 Del rendimiento

El rendimiento evaluado al momento de la cosecha reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para tratamientos (tabla 16), siendo que los efectos de los tratamientos (Dosis de gallinaza) han ejercido una influencia de 85,5% sobre el rendimiento (variable predictora) explicada por el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el coeficiente de variabilidad (C.V.) con 15,4% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación en campo definitivo, propuesto por (Calzada 1982).

Al realizar la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de tratamientos (tabla 17), este arrojó diferencias significativas, siendo que con los tratamientos T4 (40 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza) y T3 (30 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza) se obtuvieron los mayores promedios de rendimiento con 51,937.5 y 48,625.0 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente y estadísticamente iguales entre sí y quienes superaron estadísticamente a los tratamientos T2 (20 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza), T1 (10 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza) y T0 (testigo) con quienes se obtuvieron promedios de 39,600.0 kg.ha<sup>-1</sup>, 38,762.5 kg.ha<sup>-1</sup> y 23,062,5 kg.ha<sup>-1</sup> de rendimiento respectivamente. Los resultados de la evaluación de esta variable también determinaron que el incremento de las dosis de gallinaza ha descrito una línea de regresión lineal positiva sobre el rendimiento y la cual obedece a la ecuación  $Y = 6430x + 21108$  con un coeficiente de correlación ( $r$ ) de 90,0%.

El mayor rendimiento de las plantas de repollo, estuvo directamente relacionado con la aplicación al suelo de las mayores dosis de gallinaza de postura (30 y 40 t.ha<sup>-1</sup>). Se conoce según la bibliografía que al efectuar abonamientos con materia orgánica (gallinaza), según las dosis, éstas tienden a tener un efecto encalado sobre el suelo (Rivero y Carracedo, 1999 y Awotundum *et al.*, 1994). Al parecer la aplicación de las mayores dosis de gallinaza en el presente experimento, estableció un efecto encalado al final de la cosecha, incrementando el pH del suelo, neutralizando y precipitando los iones responsables de la acidez del suelo (Al, Mn y Fe) (Pionke y Corey, 1967; Kamprath, 1980 y Sánchez, 1981).

Con la práctica del suelo encalado; se suministró Ca y Mg, considerados como los elementos alcalinos, y que son muy importantes en la nutrición de las plantas y para disminuir los efectos nocivos del Al<sup>+3</sup> y del Mn<sup>+2</sup>, cationes ácidos más importantes en los suelos ácidos (Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNSM-T, 2014; Foy, 1976; Kamprath, 1980 y Sánchez, 1981). El calcio estimuló el desarrollo de las raíces y hojas, forma compuestos que son parte de las paredes celulares, dando resistencia a la estructura de la planta. El papel mejor conocido del magnesio en la fisiología de la planta es su presencia en el centro de la molécula de clorofila, el mismo que tiende a absorber mayor cantidad de radiación solar.

El encalado mejoró las condiciones biológicas y regeneró la actividad microbiana, acelerando la descomposición de la materia orgánica, mejorando la estructura del suelo (Bornemisza, 1965), y aumentando la disponibilidad de nutrientes y la capacidad del intercambio catiónico (Arca, 1970). Las altas dosis de gallinaza de postura originaron mayor sinergismo y congruencia para incrementar la capacidad fotosintética y por consiguiente producir mayor demanda en la producción de asimilados para la formación de hojas y por consiguiente incidir en el incremento de la producción del cultivo. Las apreciaciones indicadas tienen correlación con Tecnamed (2010); quien afirma, que la gallinaza es un fertilizante orgánico posee macro y micro nutrientes, y un alto contenido de materia orgánica. Esto provoca efectos positivos en el suelo mejorando sus propiedades físicas, químicas y biológicas, aumentando el rendimiento de los cultivos.

Como consecuencia de la mineralización de la gallinaza de postura se produce el encalado, hay disponibilidad de nutrientes (macro y micro elementos), las plantas de acuerdo a sus necesidades absorbieron los elementos nutritivos, infiriendo en el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo. El nitrógeno se vio reflejado no solo en el color de las hojas de las plantas, sino que también incidió en el crecimiento de la misma. El fósforo intervino en el crecimiento y formación de raíces tanto principal como laterales. La inherencia del potasio se vio reflejado en la calidad y tamaño de los frutos ya que interviene en el ajuste de la apertura de las estomas y relaciones con el agua. El magnesio ayudó en la producción de repollo principalmente en el proceso de fotosíntesis, ya que es el único constituyente mineral de la molécula de clorofila. El calcio fue muy bien aprovechado por las plantas, incidiendo en la formación y estructura de las paredes celulares. El azufre colaboró para que la planta tuviera un crecimiento normal en las diferentes etapas fonológicas, así como de su desarrollo. El zinc intervino en el crecimiento de la planta, así como en el color tanto de las hojas como de los frutos.

La mayor dosis de gallinaza aplicada al suelo, ejercieron influencia decisiva en el rendimiento del cultivo de repollo; similares resultados también obtuvieron Barrera (2016) en el cultivo de la lechuga usando la variedad Gran Rapid Waldeman's Strain; Loyola (2017) en el cultivo de tomate con el híbrido WSX

2205 F-1; y Cuba (2016) en el cultivo de la col China, híbrido Kiboho 90 F-1; Rojas (2013) en el cultivo de la cebolla Variedad Roja Chiclayana.

### 3.2.6 Del análisis económico

El resumen de los costos de producción, rendimiento y beneficio / costo para los tratamientos estudiados, son presentados en la tabla 15 y el precio actual del Repollo en el mercado local calculado en S/ 0.30 y S/ 0.35 nuevos soles por kg de peso para las inflorescencias (cabezas), siendo estos costos ajustados a la ley de la oferta y la demanda actual.

Se puede apreciar que todos los tratamientos arrojaron índices Beneficio / Costo positivo, es decir que todos los tratamientos generaron ganancias económicas. Siendo el Tratamiento T1 (10 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza) el que alcanzó el mayor valor B/C con 1.22 con un beneficio neto de S/. 7,442.63 nuevos soles por campaña, seguido de los tratamientos T3 (30 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza), T2 (20 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza), T4 (40 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza) y T0 (testigo) con valores de B/C de 0,99; 0,95; 0,90 y 0,37 y beneficios netos de S/. 8 467.00, S/.6 750.75 S/.8 608.88 y S/. 1 872.00 nuevos soles respectivamente.

Es interesante indicar que la secuencia del beneficio neto de mayor a menor fue del T4 (40 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza), seguido de los tratamientos T3 (30 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza), T1 (10 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza), T2 (20 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza) y T0 (testigo) con S/.8 608.88, S/. 8 467.00, S/. 7 442.63, S/.6 750.75 y S/. 1 872.00 nuevos soles respectivamente.

## CONCLUSIONES

La dosis con mayor efecto en la producción de repollo (*Brassica oleracea* L.) en la provincia de Tocache, fue con la aplicación de 40 t.ha<sup>-1</sup> (T4), se obtuvo el mayor promedio de rendimiento con 5.937,50 kg.ha<sup>-1</sup>, superando estadísticamente los promedios alcanzados por demás tratamientos.

Respecto a la altura de planta, los tratamientos T4 (40 t.ha<sup>-1</sup>), se obtuvo el mayor promedio de altura de planta con 25,03 cm. a comparación del T3 (30 t.ha<sup>-1</sup>) y T2 (20 T.ha<sup>-1</sup>) T1 (20 T.ha<sup>-1</sup>) quienes resultando ser estadísticamente iguales entre sí y los cuales obtuvieron promedios de 16,15 cm, 25,59 cm y 25,33 cm de altura de planta respectivamente.

Realizado el análisis económico se obtuvo que con la aplicación de 30 tn.ha<sup>-1</sup> de gallinaza (T3) en la producción de repollo (*Brassica oleracea* L.) en la provincia de Tocache alcanzó la mayor relación B/C con 0.91 que equivale a 7.767,00 nuevos soles, seguido de los tratamientos T4 (40 t.ha<sup>-1</sup>), T2 (20 t.ha<sup>-1</sup>), T1 (10 t.ha<sup>-1</sup>) y T0.

## RECOMENDACIONES

Para las condiciones edafoclimáticas de la zona donde se realizó el presente trabajo de investigación, recomendamos:

La aplicación de 40 t.ha<sup>-1</sup> de gallinaza en el cultivo de Repollo (*Brassica oleracea* L.) Var. Corazón de Buey, por haberse obtenido el mayor beneficio neto por campaña.

Continuar los trabajos de investigación con la aplicación de gallinaza como fuente orgánica en la fertilización de otras especies de hortalizas, que tenga importancia económica para las condiciones agroecológicas del sector Pedro Pablo Astusparia, en la Provincia de Tocache.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Añez, B., y E. Tavira. (1984). *Aplicación de N y de estiércol en la lechuga (Lactuca sativa L.)*. Turrialba, 34 (4): 527-530.
- Bornemisza, E. (1965). *Conceptos modernos de acidez del suelo*. Turrialba 15(1): 20-24.
- Casseres, E. (1971). *Producción de hortalizas*. 2ª edición. Distrito Federal, México, Herrera sucesores. 310 págs.
- Calzada, B. (1982). *“Métodos Estadísticos para la investigación*. Edit. Jurídica. Lima, Perú.
- Cantarero R ; Martinez O. (2002). *Evaluación de tres tipos de fertilizante (gallinaza, estiércol vacuno, y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (zea mays L.) variedad NB6*. Trabajo para lograr el diploma Universidad Nacional Agraria. Managua- Nicaragua.
- Chappa S.M. , C.E. y Grandez B., M.O. (2004). *Utilización de gallinaza como fuente de fertilización orgánica en el rendimiento de Maracuyá (Passiflora edulis S.) bajo condiciones de suelos ácidos en San Martín*. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto. Facultad de Cs. Agrarias. 79 p.
- Doorenbos, J. & Kassam, A.H. (1979). *Yield response to water*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33. Rome, FAO.
- Emmus, P. (1991). *Resumen de la Conferencia Internacional sobre evaluación y monitoreo de la calidad del suelo*. Rodale Institute. p 11 –13.
- Everaarts, A.P. and R. Booij. (2000). *The effect of nitrogen application on nitrogen utilization by white cabbage (Bassica oleracea Var. capitata) and on nitrogen in the soil at harvest*. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 75(6): 705-712.
- Everarts, A.P., and C.P. de Moel. (1998). *The effect of nitrogen and the method of application on yield and quality of white cabbage*. European Journal of Agronomy, 9: 203-211.
- Foy, C.D.; Chaney, R.L.; White, M.C. (1976). *The physiology of metal toxicity in plants*. Ann. Rev. Plant Physiol. 29, 511-566.
- Fundación de Desarrollo Agropecuario. (2011). Boletín Técnico. *Cultivo de Repollo*. Disponible en <http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/repollo>.
- Fuentes, F. y Perez, J. (2003). *Cultivo del repollo*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). La libertad, El Salvador. 36 págs.

- Gianella, F. (1993). *¿Qué significa agricultura ecológica u orgánica?* Cultivando N° 6. p 6-7.
- Guerra, A; P. López y F. Montes de Oca. (1995). *Fertilización órgano mineral en un suelo de baja fertilidad*. Resúmenes I Taller Nacional sobre Desertificación. Guantánamo p.58.
- Giaconi, y Escaff, M. (2001). *Cultivo de hortalizas*. 15ª ed. Santiago de Chile, Universitaria. 336 págs.
- Gonzales, C.N. (2011). *"Evaluación de rendimiento de siete variedades introducidas de repollo (Brassica oleracea L. variedad capitata) con tres distanciamientos bajo las condiciones de Huanipaca-Abancay"*. Tesis presentada para optar el título de Ingeniero Agrónomo.
- Gonzales, H. (2008). *Sector productivo de hortalizas*. Esq. Padre Kreusser encarnación, Itapúa- Paraguay.
- Guerrero, R. (1993). *Los nutrientes de las plantas*. En: Fertilización de cultivos en clima frío. (vol. 3). Monómeros Colombo Venezolanos S. A. (E.M.A.), Barranquilla, p. 9-13.
- Guevara, P. M. (1974). *"Estudio comparativo de rendimiento en seis variedades de repollo en K'ayra"*. Tesis presentada para optar el título de Ingeniero Agrónomo.
- Huerres, C.; Caraballo, N. (1988). *Horticultura*. La Habana, CU. Editorial Pueblo y Educación.
- Jakse, M.; and R. Mihelic. (1999). *The influence of organic and mineral fertilization vegetable growth and N availability in soil: Preliminary results*. Acta Horticulture, 506: 69-75.
- Jaramillo, J., & Diaz, C. (2006). *El cultivo de las crucíferas Brocoli, Coliflor, Repollo y Col china*. Colombia: Litomadrid-Cra.
- Kamprath, E. J. (1980). *La acidez de los suelos bien drenados de los trópicos como una limitación para la producción de alimentos*. - INIPA- Programa de suelos tropicales.
- Kolmans, E. y Vásquez, D. (1999). *Manual de Agricultura Ecológica*. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. Grupo de Agricultura Orgánica.
- Kolota, E., and A. Biesiada. (1999). *Suitability of municipal solid waste compost at different stages of maturity in vegetable crops production*. Acta Horticulture, 506: 187-192.
- Loyola, O. (2017). Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Efecto De Cuatro Dosis De Materia Orgánica En El Cultivo Tomate (*Lycopersicum Esculentum Mill.*)

*Híbrido Wsx 2205 F-1, Bajo Condiciones Agroecológicas En La Provincia De Lamas*

- Limongelli, J. (1979). *El repollo y otras crucíferas de importancia en la huerta comercial*. 3ra edición. Buenos Aires: Argentina. Hemisferio sur. 144 p.
- Maroto, B, J.V. (2002). *"Horticultura Herbácea Especial"*. 5ta Edición. Ed. Mundi Prensa. Madrid-España.
- McDonald, J., T. Ericsson and C.-M. Larsson. (1996). *Plant nutrition, dry mater gain and partitioning at the whole-plant level*. Journal of Experimental Botany. 47:1245-53.
- Nicholls, C. y M. Altieri. (2006). *"Manejo de la fertilidad de suelos e insectos plaga: armonizando la salud del suelo y la salud de las plantas en los agroecosistemas"*. Manejo Integrado de Plagas Y Agroecología.
- Nina, O. (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*.
- Parrado, F. (2004). *Evaluación de la aptitud de las tierras para los cultivos de repollos, maíz y zanahoria bajo diferentes tecnologías en la microcuenca soledad, valle de ángeles, Honduras*. CATIE. Turrialba: Costa Rica. 119 p.
- Peña, E. (1998). *Producción de abonos orgánicos*. Compendio de Agricultura Urbana .Modalidad Organopónicos y Huertos Intensivos. INIFAT – UNICA. p
- Pionke, H. B.; and Corey, R. B. (1967). *Relations between acidic aluminium and soil pH, clay and organic matter*. Ibid. 31, 749-52.
- Pletsch, R. (2006). *Cultivo de Repollo*. En línea disponible en [http://www.inta.gov.ar/corrientes/info/documentos/doc\\_pagina/EI%20cultivo%20del%20Repollo.pdf](http://www.inta.gov.ar/corrientes/info/documentos/doc_pagina/EI%20cultivo%20del%20Repollo.pdf).
- Sánchez, P. (1981). *Suelos del trópico*. Características y manejo. Instituto Interamericano De Cooperación Para La Agricultura (IICA). San José. Costa Rica. 634 P.
- Sendra, J. B. (1996). *Fertilización del arroz*. Horticultura. Agric. Vergel. N° 12: 244.
- Sikora, L. J. (1998). *Nitrogen availability from compost and blends of compost and fertilizers*. Acta Horticulture, 469: 343-351.
- Siura, Ugas, R. (2006). *"Programa de horticultura"*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Edición Edit. Agraria.
- Superb, M (2001). *Manual agrícola superb*. 7ma ediciones, Guatemala. 590p.
- Suquilanda, M. (1996). *Serie Agricultura Orgánica*. Ediciones UPS Fundagro pp 113-125, 142, 447-448.

- Tei, F. P. Benincasa, and M. Guiducci. (1999). *Nitrogen fertilization of lettuce processing tomato and sweet pepper: yield, nitrogen uptake and the risk of nitrate leaching*. Acta Horticulture, 506: 61-67.
- Voogt, W. (1999). *Water and mineral balances of organically grown vegetables under glass*. Acta Horticulture, 506: 51-57.
- Zagaceta, M. (2001). *Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo “Efecto del distanciamiento de siembra en el cultivo de Col repollo Brassica oleracea, Var. Capitata alba L. con aplicaciones de gallinaza en Iquitos”*.
- Zirena, D. J. (1998). *“Elementos de plásticos y oligoelementos”*. Universidad Nacional Técnica de Cajamarca.

### **Linkografía visitada**

- (<http://www.compostandociencia.com/2013/06/gallinaza-html/>)
- <http://www.gardencenterejea>
- [www.fitohobby.com.pe](http://www.fitohobby.com.pe)
- <http://felixmaocho.wordpress.com>.
- Infoagro. (2006). Hortalizas / repollo [http:// www.infoagro.com.pe](http://www.infoagro.com.pe).
- Invermex. 2011. Disponible en <http://hortalizas.com/ehortalizas/?storyid =2293>

## **Anexos**

**Anexo A:** Costos de producción para una hectárea de repollo: variedad corazón de buey – T<sub>0</sub> (Testigo)

| ESPECIFICACIONES                           | Medida | Cantidad | Costo Unitario | Sub Total        |
|--|--------|----------|----------------|------------------|
| <b>A. COSTOS DIRECTOS</b>                  |        |          |                |                  |
| <b>1) ALMACIGO</b>                         |        |          |                |                  |
| Preparación del terreno                    | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00            |
| Siembra                                    | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00            |
| Riego                                      | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00            |
| Fertilización                              | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00            |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>100.00</b>    |
| <b>2) PREPARACION DEL CAMPO DEFINITIVO</b> |        |          |                |                  |
| Limpieza del terreno                       | jornal | 20.00    | 25.00          | 500.00           |
| Volteo y rastillado                        | horas  | 30.00    | 25.00          | 750.00           |
| Alineamiento                               | jornal | 4.00     | 25.00          | 100.00           |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>1350.00</b>   |
| <b>3) TRASPLANTE</b>                       |        |          |                |                  |
| Trasplante                                 | jornal | 8.00     | 25.00          | 200.00           |
| Replante                                   | jornal | 2.00     | 25.00          | 50.00            |
| <b>3) FERTILIZACION</b>                    |        |          |                |                  |
| Gallinaza                                  | jornal | 0.00     | 0.00           | 0.00             |
| Aplicación de gallinaza                    | jornal | 0.00     | 0.00           | 0.00             |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>0.00</b>      |
| <b>4) LABORES CULTURALES</b>               |        |          |                |                  |
| Riego                                      | jornal | 8.00     | 25.00          | 200.00           |
| Control de malezas                         | jornal | 15.00    | 25.00          | 375.00           |
| Aporque                                    | jornal | 10.00    | 25.00          | 250.00           |
| Aplicación de insecticida                  | jornal | 5.00     | 25.00          | 125.00           |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>950.00</b>    |
| <b>5) MATERIALES</b>                       |        |          |                |                  |
| Sacos de polietileno                       | unidad | 100.00   | 1.00           | 100.00           |
| Rafia                                      | kg     | 1.00     | 14.50          | 14.50            |
| Cordel                                     | metros | 100.00   | 0.30           | 30.00            |
| Wincha                                     | unidad | 1.00     | 5.00           | 5.00             |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>149.50</b>    |
| <b>6) INSUMOS</b>                          |        |          |                |                  |
| Semillas                                   | kg     | 1.00     | 40.00          | 40.00            |
| Fungicida                                  | kg     | 0.75     | 45.00          | 33.75            |
| Insecticida                                | litro  | 1.00     | 48.00          | 48.00            |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>121.75</b>    |
| <b>7) COSECHA Y CLASIFICACION</b>          |        |          |                |                  |
| Cosecha y clasificación                    | jornal | 6.00     | 25.00          | 150.00           |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>150.00</b>    |
| <b>8) TRANSPORTE</b>                       |        |          |                |                  |
| Transporte de gallinaza                    | Flete  | 0.00     | 0.00           | 0.00             |
| Transporte                                 | Flete  | 3.00     | 100.00         | 300.00           |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>300.00</b>    |
| <b>COSTO TOTAL</b>                         |        |          |                | <b>3,371.25</b>  |

Costos de producción para una hectárea de repollo: variedad corazón de buey – T<sub>1</sub>  
(gallinaza 10 t/ha<sup>-1</sup>)

| ESPECIFICACIONES                           | Medida | Cantidad | Costo Unitario | Sub Total        |
|--|--------|----------|----------------|------------------|
| <b>A. COSTOS DIRECTOS</b>                  |        |          |                |                  |
| <b>1) vivero</b>                           |        |          |                |                  |
| Preparación del terreno                    | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00            |
| Siembra                                    | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00            |
| Riego                                      | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00            |
| Fertilización                              | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00            |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>100.00</b>    |
| <b>2) PREPARACION DEL CAMPO DEFINITIVO</b> |        |          |                |                  |
| Limpieza del terreno                       | jornal | 20.00    | 25.00          | 500.00           |
| Volteo y rastillado                        | horas  | 30.00    | 25.00          | 750.00           |
| Alineamiento                               | jornal | 4.00     | 25.00          | 100.00           |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>1350.00</b>   |
| <b>3) TRASPLANTE</b>                       |        |          |                |                  |
| Trasplante                                 | jornal | 8.00     | 25.00          | 200.00           |
| Replante                                   | jornal | 2.00     | 25.00          | 50.00            |
| <b>3) FERTILIZACION</b>                    |        |          |                |                  |
| Gallinaza                                  | jornal | 24.00    | 25.00          | 600.00           |
| Aplicación de gallinaza                    | jornal | 12.00    | 25.00          | 300.00           |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>900.00</b>    |
| <b>4) LABORES CULTURALES</b>               |        |          |                |                  |
| Riego                                      | jornal | 8.00     | 25.00          | 200.00           |
| Control de malezas                         | jornal | 15.00    | 25.00          | 375.00           |
| Aporque                                    | jornal | 10.00    | 25.00          | 250.00           |
| Aplicación de insecticida                  | jornal | 5.00     | 25.00          | 125.00           |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>950.00</b>    |
| <b>5) MATERIALES</b>                       |        |          |                |                  |
| Sacos de polietileno                       | unidad | 109.00   | 1.00           | 109.00           |
| Rafia                                      | kg     | 1.00     | 14.50          | 14.50            |
| Cordel                                     | metros | 100.00   | 0.30           | 30.00            |
| Wincha                                     | metros | 1.00     | 5.00           | 5.00             |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>158.50</b>    |
| <b>6) INSUMOS</b>                          |        |          |                |                  |
| Semillas                                   | kg     | 1.00     | 40.00          | 40.00            |
| Fungicida                                  | kg     | 0.75     | 45.00          | 33.75            |
| Insecticida                                | litro  | 1.00     | 48.00          | 48.00            |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>121.75</b>    |
| <b>7) COSECHA Y CLASIFICACION</b>          |        |          |                |                  |
| Cosecha y clasificación                    | jornal | 10.00    | 25.00          | 250.00           |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>250.00</b>    |
| <b>8) TRANSPORTE</b>                       |        |          |                |                  |
| Transporte de gallinaza                    | Flete  | 1.25     | 100.00         | 125.00           |
| Transporte                                 | Flete  | 5.00     | 100.00         | 500.00           |
|  |        |          |                | <b>Sub total</b> |
|  |        |          |                | <b>625.00</b>    |
| <b>COSTO TOTAL</b>                         |        |          |                | <b>4,705.25</b>  |

Costos de producción para una hectárea de repollo: variedad corazón de buey –T<sub>2</sub>  
(gallinaza 20 t/ha<sup>-1</sup>)

| ESPECIFICACIONES                           | Medida | Cantidad | Costo Unitario | Sub Total       |
|--|--------|----------|----------------|-----------------|
| <b>A. COSTOS DIRECTOS</b>                  |        |          |                |                 |
| <b>1) ALMACIGO</b>                         |        |          |                |                 |
| Preparación del terreno                    | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00           |
| Siembra                                    | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00           |
| Riego                                      | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00           |
| Fertilización                              | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00           |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>100.00</b>   |
| <b>2) PREPARACION DEL CAMPO DEFINITIVO</b> |        |          |                |                 |
| Limpieza del terreno                       | jornal | 20.00    | 25.00          | 500.00          |
| volteo y rastrillado                       | horas  | 30.00    | 25.00          | 750.00          |
| Alineamiento                               | jornal | 4.00     | 25.00          | 100.00          |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>1350.00</b>  |
| <b>3) TRASPLANTE</b>                       |        |          |                |                 |
| Trasplante                                 | jornal | 8.00     | 25.00          | 200.00          |
| Replante                                   | jornal | 2.00     | 25.00          | 50.00           |
| <b>3) FERTILIZACION</b>                    |        |          |                | <b>250.00</b>   |
| Gallinaza                                  | jornal | 48.00    | 25.00          | 1200.00         |
| Aplicación de gallinaza                    | jornal | 24.00    | 25.00          | 600.00          |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>1800.00</b>  |
| <b>4) LABORES CULTURALES</b>               |        |          |                |                 |
| Riego                                      | jornal | 8.00     | 25.00          | 200.00          |
| Control de malezas                         | jornal | 15.00    | 25.00          | 375.00          |
| Aporque                                    | jornal | 10.00    | 25.00          | 250.00          |
| Aplicación de insecticida                  | jornal | 5.00     | 25.00          | 125.00          |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>950.00</b>   |
| <b>5) MATERIALES</b>                       |        |          |                |                 |
| Sacos de polietileno                       | unidad | 131.00   | 1.00           | 131.00          |
| Rafia                                      | kg     | 1.00     | 14.50          | 14.50           |
| Cordel                                     | metros | 100.00   | 0.30           | 30.00           |
| Wincha                                     | unidad | 1.00     | 5.00           | 5.00            |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>180.50</b>   |
| <b>6) INSUMOS</b>                          |        |          |                |                 |
| Semillas                                   | kg     | 1.00     | 40.00          | 40.00           |
| Fungicida                                  | kg     | 0.75     | 45.00          | 33.75           |
| Insecticida                                | litro  | 1.00     | 48.00          | 48.00           |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>121.75</b>   |
| <b>7) COSECHA Y CLASIFICACION</b>          |        |          |                |                 |
| Cosecha y clasificación                    | jornal | 10.00    | 25.00          | 250.00          |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>250.00</b>   |
| <b>8) TRANSPORTE</b>                       |        |          |                |                 |
| Transporte de gallinaza                    | Flete  | 2.50     | 100.00         | 250.00          |
| Transporte                                 | Flete  | 5.00     | 100.00         | 500.00          |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>750.00</b>   |
| <b>COSTO TOTAL</b>                         |        |          |                | <b>5,752.25</b> |



Costos de producción para una hectárea de repollo: variedad corazón de buey – T<sub>3</sub>  
(gallinaza 30 t/ha<sup>-1</sup>)

| ESPECIFICACIONES                           | Medida | Cantidad | Costo Unitario | Sub Total       |
|--|--------|----------|----------------|-----------------|
| <b>A. COSTOS DIRECTOS</b>                  |        |          |                |                 |
| <b>1) ALMACIGO</b>                         |        |          |                |                 |
| Preparación del terreno                    | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00           |
| Siembra                                    | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00           |
| Riego                                      | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00           |
| Fertilización                              | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00           |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>100.00</b>   |
| <b>2) PREPARACION DEL CAMPO DEFINITIVO</b> |        |          |                |                 |
| Limpieza del terreno                       | jornal | 20.00    | 25.00          | 500.00          |
| Volteo y rastrillado                       | horas  | 30.00    | 25.00          | 750.00          |
| Alineamiento                               | jornal | 4.00     | 25.00          | 100.00          |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>1350.00</b>  |
| <b>3) TRASPLANTE</b>                       |        |          |                |                 |
| Trasplante                                 | jornal | 8.00     | 25.00          | 200.00          |
| Replante                                   | jornal | 2.00     | 25.00          | 50.00           |
| <b>3) FERTILIZACION</b>                    |        |          |                | <b>250.00</b>   |
| Gallinaza                                  | jornal | 72.00    | 25.00          | 1800.00         |
| Aplicación de gallinaza                    | jornal | 36.00    | 25.00          | 900.00          |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>2700.00</b>  |
| <b>4) LABORES CULTURALES</b>               |        |          |                |                 |
| Riego                                      | jornal | 8.00     | 25.00          | 200.00          |
| Control de malezas                         | jornal | 15.00    | 25.00          | 375.00          |
| Aporque                                    | jornal | 10.00    | 25.00          | 250.00          |
| Aplicación de insecticida                  | jornal | 5.00     | 25.00          | 125.00          |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>950.00</b>   |
| <b>5) MATERIALES</b>                       |        |          |                |                 |
| Sacos de polietileno                       | unidad | 141.00   | 1.00           | 141.00          |
| Rafia                                      | kg     | 1.00     | 14.50          | 14.50           |
| Cordel                                     | metros | 100.00   | 0.30           | 30.00           |
| Wincha                                     | unidad | 1.00     | 5.00           | 5.00            |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>190.50</b>   |
| <b>6) INSUMOS</b>                          |        |          |                |                 |
| Semillas                                   | kg     | 1.00     | 40.00          | 40.00           |
| Fungicida                                  | kg     | 0.75     | 45.00          | 33.75           |
| Insecticida                                | litro  | 1.00     | 48.00          | 48.00           |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>121.75</b>   |
| <b>7) COSECHA Y CLASIFICACION</b>          |        |          |                |                 |
| Cosecha y clasificación                    | jornal | 13.00    | 25.00          | 325.00          |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>325.00</b>   |
| <b>8) TRANSPORTE</b>                       |        |          |                |                 |
| Transporte de gallinaza                    | Flete  | 3.75     | 100.00         | 375.00          |
| Transporte                                 | Flete  | 6.00     | 100.00         | 600.00          |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>975.00</b>   |
| <b>COSTO TOTAL</b>                         |        |          |                | <b>6,962.25</b> |

Costos de producción para una hectárea de repollo: variedad corazón de buey – T<sub>5</sub>  
(gallinaza 40 t/ha<sup>-1</sup>)

| ESPECIFICACIONES                           | Medida | Cantidad | Costo Unitario | Sub Total       |
|--|--------|----------|----------------|-----------------|
| <b>A. COSTOS DIRECTOS</b>                  |        |          |                |                 |
| <b>1) ALMACIGO</b>                         |        |          |                |                 |
| Preparación del terreno                    | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00           |
| Siembra                                    | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00           |
| Riego                                      | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00           |
| Fertilización                              | jornal | 1.00     | 25.00          | 25.00           |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>100.00</b>   |
| <b>2) PREPARACION DEL CAMPO DEFINITIVO</b> |        |          |                |                 |
| Limpieza del terreno                       | jornal | 20.00    | 25.00          | 500.00          |
| volteo y rastrillado                       | horas  | 30.00    | 25.00          | 750.00          |
| Alineamiento                               | jornal | 4.00     | 25.00          | 100.00          |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>1350.00</b>  |
| <b>3) TRASPLANTE</b>                       |        |          |                |                 |
| Trasplante                                 | jornal | 8.00     | 25.00          | 200.00          |
| Replante                                   | jornal | 2.00     | 25.00          | 50.00           |
| <b>3) FERTILIZACION</b>                    |        |          |                |                 |
| Gallinaza                                  | jornal | 96.00    | 25.00          | 2400.00         |
| Aplicación de gallinaza                    | jornal | 48.00    | 25.00          | 1200.00         |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>3600.00</b>  |
| <b>4) LABORES CULTURALES</b>               |        |          |                |                 |
| Riego                                      | jornal | 8.00     | 25.00          | 200.00          |
| Control de malezas                         | jornal | 15.00    | 25.00          | 375.00          |
| Aporque                                    | jornal | 10.00    | 25.00          | 250.00          |
| Aplicación de insecticida                  | jornal | 5.00     | 25.00          | 125.00          |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>950.00</b>   |
| <b>5) MATERIALES</b>                       |        |          |                |                 |
| Sacos de polietileno                       | unidad | 137.00   | 1.00           | 137.00          |
| Rafia                                      | kg     | 1.00     | 14.50          | 14.50           |
| Cordel                                     | metros | 100.00   | 0.30           | 30.00           |
| Wincha                                     | unidad | 1.00     | 5.00           | 5.00            |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>186.50</b>   |
| <b>6) INSUMOS</b>                          |        |          |                |                 |
| Semillas                                   | kg     | 1.00     | 40.00          | 40.00           |
| Fungicida                                  | kg     | 0.75     | 45.00          | 33.75           |
| Insecticida                                | litro  | 1.00     | 48.00          | 48.00           |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>121.75</b>   |
| <b>7) COSECHA Y CLASIFICACION</b>          |        |          |                |                 |
| Cosecha y clasificación                    | jornal | 16.00    | 25.00          | 400.00          |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>400.00</b>   |
| <b>8) TRANSPORTE</b>                       |        |          |                |                 |
| Transporte de gallinaza                    | Flete  | 5.00     | 100.00         | 500.00          |
| Transporte                                 | Flete  | 6.00     | 100.00         | 600.00          |
| <b>Sub total</b>                           |        |          |                | <b>1100.00</b>  |
| <b>COSTO TOTAL</b>                         |        |          |                | <b>8,058.25</b> |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN - SUELOS

SOLICITANTE: FRANSN PONCE SOBRADOS

FECHA DE MUES

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS/ REPOLLO

FECHA DE REPORTE: 30/07/2014

PROVINCIA: TOCACHE

CULTIVO: REPOLLO

| N° M | Análisis Físico |       |       |                | Elementos Disponibles |           |        |       |         |         | CIC   | Análisis Químico meq/100g |                  |                 |                |      |      |
|------|-----------------|-------|-------|----------------|-----------------------|-----------|--------|-------|---------|---------|-------|---------------------------|------------------|-----------------|----------------|------|------|
|      | Textura         |       |       | Clase Textural | pH                    | C.E. (μS) | % M.O. | % N   | P (ppm) | K (ppm) |       | Ca <sup>++</sup>          | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Al   | Al+H |
|      | % Are           | % Arc | % Lim |                |                       |           |        |       |         |         |       |                           |                  |                 |                |      |      |
| 1    | 35              | 24,2  | 40,8  | Franco Arenoso | 3,9                   | 230       | 1,97   | 0,099 | 11      | 28,49   | 10,02 | 4,56                      | 0,33             | 0,0790          | 0,073          | 4,56 | 4,98 |

| pH                   | C.E. (μS)                 | % M.O. | % N   | P (ppm) | K (ppm) | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | Na <sup>+</sup> | Al       | Al + H   |
|----------------------|---------------------------|--------|-------|---------|---------|------------------|------------------|-----------------|----------|----------|
| 3,9                  | 230                       | 1,97   | 0,099 | 11      | 28,49   | 4,56             | 0,33             | 0,0790          | 4,56     | 4,980    |
| Extremadamente ácido | No hay problemas de sales | Bajo   | Bajo  | Medio   | Bajo    | Muy bajo         | Muy bajo         | Muy bajo        | Muy alto | Muy alto |