



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



**Evaluación de la adaptabilidad de tres variedades de cultivo de col
(*Brassica* sp.), en el distrito de Lamas.**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Herman Díaz Romero

ASESOR:

Ing. Jorge Luis Peláez Rivera

Tarapoto - Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Evaluación de la adaptabilidad de tres variedades de cultivo de col
(*Brassica* sp.), en el distrito de Lamas.**

AUTOR:

Herman Díaz Romero

Sustentada y aprobada el día 08 de abril del 2019, ante el honorable jurado

Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez
Presidente

Ing. María Emilia Ruiz Sánchez
Secretario

Ing. Marvin Barrera Lozano
Miembro

Ing. Jorge Luis Peláez Rivera
Asesor

Declaración de Autenticidad

Herman Díaz Romero, egresado(a) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de AGRONOMÍA, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con DNI N° 42482982, con la tesis titulada: **Evaluación de la adaptabilidad de tres variedades de cultivo de col (*Brassica sp.*), en el distrito de Lamas.**

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 son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto 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, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 8 de abril del 2019



Herman Díaz Romero

DNI N° 42482982



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: <u>DÍAZ ROMERO HERMAN</u>	
Código de alumno : <u>971508</u>	Teléfono: <u>945095883</u>
Correo electrónico : <u>hedico9@hotmail.com</u>	DNI: <u>42482982</u>

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

2. Datos Académicos

Facultad de: <u>CIENCIAS AGRARIAS</u>
Escuela Profesional de: <u>AGRONOMIA</u>

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(<input checked="" type="checkbox"/>)	Trabajo de investigación	(<input type="checkbox"/>)
Trabajo de suficiencia profesional	(<input type="checkbox"/>)		

4. Datos de trabajo de investigación

Título: <u>EVALUACION DE LA ADAPTABILIDAD DE TRES VARIETADES DE CULTIVO DE COL (BRASSICA SP), EN EL DISTRITO DE LAMAS</u>
Año de publicación: <u>2019</u>

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(<input checked="" type="checkbox"/>)	Embargo	(<input type="checkbox"/>)
Acceso restringido **	(<input type="checkbox"/>)		

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 del Registro Nacional de Trabajos de Investigación 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:

26 / 08 / 2019




.....
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

A **Dios** que me guía e ilumina cada paso que doy en esta vida.

A mi Esposa **Gina Marianella Huamán Trigoso**, por su amor, compañía y cariño incondicional en todo momento.

A mi Hija **Bricia Solimar Díaz Huamán**, por ser el motor y motivo que me da las fuerzas para salir adelante.

A mis amados padres **Isabel y Nicéforo**, que con su incondicional amor me orientan y me protegen, por su apoyo, por su abnegado sacrificio, dedicación y entrega en lo moral, económico y espiritual que me brindaron para llegar a lograr una de mis metas profesionales a demás por sembrar en mi la ambición de la superación y por brindarme la mejor herencia que es la educación.

A mis hermanos, **Doliveth, Marcos Antonio, Luz Amparo y Magali**, que siempre me brindan, amor, cariño, comprensión, por su apoyo constante que de una u otra forma, me apoyaron en los momentos más difíciles y sobre todo me ayudan a seguir Adelante.

A mis tías **Berta y Hermith**.

A mis sobrinos **Marx Kevin, Royber Andrey, Bessy Araceli, Dolly Alexandra, María Berta, Emely Larissa, Hernán Darío, Rosita, Rosas Manuel y Miguel Antonio**.

Agradecimiento

- Al Ing. Jorge Luis Peláez Rivera, por el asesoramiento brindado en la realización de mi informe de Tesis.
- A cada miembro de mi familia, por el apoyo incondicional y desinteresado.
- A los miembros de la mesa de honor que estuvieron como Jurado calificador del presente informe, por los consejos y las observaciones brindadas.
- A los docentes de la UNSM - T, compañeros, y amigos que de alguna u otra forma me dieron ánimo y sobre todo me brindaron su apoyo para la realización y culminación de mi tesis.
- Mi especial agradecimiento al Ing. Marvin Barrera Lozano, por su apoyo constante en la realización del presente informe.

Índice general

	Página
Dedicatoria	vi
Agradecimiento.....	vii
Resumen	xi
Abstract	xii
Introducción	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Fundamento teórico científico.....	3
1.2. Antecedentes de la investigación	20
1.3. Definición de términos básicos	25
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	28
2.1. Tipo y nivel de investigación	28
2.2. Diseño de investigación	28
2.3. Población y muestra	28
2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos.....	29
2.5. Técnicas de procedimiento y análisis de datos	29
2.6. Metodología	30
2.7. Indicadores evaluados	33
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
3.1. Altura de planta (cm)	35
3.2. Diámetro de la base del tallo (cm)	37
3.3. Diámetro de la cabeza (cm).....	38
3.4. Longitud de la cabeza (cm).....	40
3.5. Peso de la cabeza (kg)	42
3.6. Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	44
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS.....	56

Índice de tablas

	Página
Tabla 1: Tratamientos en estudio	30
Tabla 2: Condiciones climáticas del lugar del experimento	31
Tabla 3: Análisis físico - químico del suelo	31
Tabla 4: Análisis de la Varianza para la altura de planta (cm)	35
Tabla 5: Análisis de la Varianza para el diámetro (cm) del tallo	37
Tabla 6: Análisis de varianza para el diámetro (cm) de la cabeza	38
Tabla 7: Análisis de varianza para la longitud de la cabeza (cm)	40
Tabla 8: Análisis de varianza para el peso de la cabeza (kg)	42
Tabla 9: Análisis de varianza para el rendimiento (kg.ha ⁻¹)	44

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Test de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de altura de planta (cm) por tratamiento	35
Figura 2: Test de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de diámetro del tallo (cm) por tratamiento	37
Figura 3: Test de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de diámetro de la cabeza (cm) por tratamiento	39
Figura 4: Test de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de la longitud de la cabeza (cm) por tratamiento	41
Figura 5: Test de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de altura de planta (cm) por tratamiento	43
Figura 6: Test de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del rendimiento (kg/ha) por tratamiento	44

Resumen

En la investigación se tuvo como objetivos evaluar la adaptabilidad de tres variedades del cultivo de col (*Brassica oleracea* L.) bajo las condiciones edafoclimáticas de la localidad de Lamas departamento de San Martín, y determinar la variedad de col (*Brassica oleracea* L.) de mayor adaptabilidad, referido a la calidad y rentabilidad en la localidad de Lamas. Las tres variedades de col fueron (Corazón de buey, Crespa y Quintalera). Para llevar a cabo esta investigación se utilizó un diseño estadístico experimental distribuido en bloques completos al azar (DBCA), con tres tratamientos y con cuatro repeticiones cada uno, el lugar donde se instaló el experimento corresponde a la zona de vida está ubicada dentro del bosque seco tropical (bs-T). La adaptabilidad de las tres variedades se evaluó en base a seis variables las cuales son Altura de planta, Diámetro de la base del tallo (cm), Diámetro de la cabeza (cm), Longitud de la cabeza (cm), Peso de la cabeza (kg), Rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). La variedad que presentó una mayor respuesta fue Col Crespa, alcanzando un rendimiento promedio de $58\,878,18\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. La col quintalera mostro el menor peso de la cabeza con 1,71 kg. La col Corazón de buey alcanzó un promedio de peso de cabeza de 1,79 kg y un rendimiento mayor que la Col quintalera con $49\,825,68\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Palabras clave: Col, adaptabilidad, rendimiento, *Brassica oleracea* L, Corazón de buey, Crespa y Quintalera

Abstract

The objective of the research was to evaluate the adaptability of three varieties of cabbage (*Brassica oleracea* L.) under the edaphoclimatic conditions of the Lamas department of San Martín, and to determine the variety of cabbage (*Brassica oleracea* L.) from greater adaptability, referred to the quality and profitability in the town of Lamas. The three varieties of cabbage were (Corazón de buey, Crespa and Quintalera). To carry out this research an experimental statistical design distributed in randomized complete blocks (DBCA) was used, with three treatments and with four repetitions each, the place where the experiment was installed corresponds to the life zone is located within the forest dry tropical (bs-T). The adaptability of the three varieties was evaluated based on six variables which are plant height, diameter of the base of the stem (cm), diameter of the head (cm), length of the head (cm), weight of the head (kg), Yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). The variety that presented a greater response was Col Crespa, reaching an average yield of 58 878.18 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. The cabbage showed the lowest weight of the head with 1.71 kg. The Heart of Ox cabbage reached an average head weight of 1.79 kg and a higher yield than the Col quintalera with

Keywords: Col, adaptability, crop yield, *Brassica oleracea* L, Corazón de buey, Crespa y Quintalera



Introducción

La col (*Brassica oleracea* L.), es una de las olerizas más importantes en el mundo. En la antigüedad era considerada una planta digestiva, en la actualidad este cultivo tiene un alto consumo en el mundo, en Perú y en la región San Martín. La producción que consume la región San Martín proviene de la zona de la costa norte del país.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2014), los resultados de la producción de hortalizas indican que el número de Toneladas Métricas de repollo cosechadas a nivel nacional se encuentra concentrada en 7 departamentos: Lima (15 417 TM), La Libertad (7 777 TM), Lambayeque (2 994 TM), Arequipa (2 477 TM), Amazonas (2 345 TM), Junín (1 625 TM), Huánuco (1 431 TM) y Ayacucho (1 012 TM).

En San Martín el desarrollo agropecuario está orientado al manejo convencional con alto consumo de insumos sintéticos en los cultivos de la palma aceitera, arroz, maíz cacao y café, existe poca práctica de una agricultura orgánica o mejor dicho el uso de sustancias orgánicas en la producción. Se debe afirmar que la agricultura se practica poco en reducidas áreas y se carece de tecnología probada en la zona en relación a producción.

La progresiva demanda que presenta el mercado local e internacional por productos hortícolas sanos y de excelente calidad, nos conlleva a esforzarnos cada día promoviendo nuevas técnicas de manejo y la introducción de nuevos cultivares de col que ofrezcan ventajas comparativas de precocidad, uniformidad, rendimiento, calidad y posible resistencia o tolerancia a ciertas enfermedades

Para incrementar la producción nacional de repollo y lograr satisfacer la demanda interna, es necesario aunar esfuerzos encaminados a potenciar el incremento de las áreas de cultivo y su productividad, en ese sentido los estudios de adaptabilidad en diferentes zonas geográficas de nuevos cultivares, es una alternativa para lograr el objetivo antes mencionado.

Siendo el cultivo de repollo una planta que presenta un ciclo cortó, que varía entre 90 a 120 días, según la variedad, a esto se suma su rusticidad, la utilización de pocos insumos que asegura la producción. Se presenta como una alternativa económica su producción.

La presente investigación evaluó la adaptabilidad de tres variedades de col (Corazón de buey, Crespa y Quintalera). Dicha investigación buscó una alternativa para incentivar a los pequeños y medianos productores a través de la diversificación de cultivos y de esta manera mejorar el nivel de vida económico de los agricultores de dicha región.

De acuerdo con la información se desarrolló la siguiente hipótesis, que las tres variedades del cultivo de col (*Brassica oleracea* L.), Col Corazón de buey, Col Crespa y Col Quintalera, si se adaptarán a las condiciones edafoclimáticas de la localidad de Lamas; considerando esto se diseñó como objetivo general de evaluar la adaptabilidad de tres variedades del cultivo de col (*Brassica oleracea* L.) bajo las condiciones edafoclimáticas de la localidad de Lamas, departamento de San Martín, evaluando el potencial de adaptabilidad de tres variedades de col (*Brassica oleracea* L.) en la localidad de Lamas, determinar la variedad de col (*Brassica oleracea* L.) de mayor adaptabilidad, referido a la calidad y rentabilidad en la localidad de Lamas.

CAPÍTULO I

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.1. Fundamento teórico científico

1.1.1. Generalidades del cultivo de Col

Las crucíferas son especies hortícolas con importante economía, tanto por el área sembrada, como por el valor de su producción, siendo las variedades más cultivadas el brócoli, coliflor, repollo, col china y col de Bruselas (Jaramillo & Díaz, 2006).

Borrego (2000) y Jaramillo & Díaz (2006), coinciden con el origen de la col y dicen que es muy variada encontrándose en formas silvestres, y además se encuentra en zonas litorales y costaneras. Es una especie que fue conocida por los egipcios por los años 2500 antes de cristo y considerada como una especie nutritiva.

1.1.2. Morfología del cultivo

El sistema de raíces de la col es muy fibroso y abundante, reportando que llegan a profundidades de 1,5 m y 1,05 m de crecimiento lateral y que la mayor cantidad de raíces se encuentran a 45 cm de profundidad del suelo; en lo referente al tallo, señala que al principio del desarrollo es pequeño, grueso y no se ramifica siempre y cuando no se le quite la dominancia apical que es donde se forma la parte comestible, cuando pasa el periodo de vernalización el tallo principal puede alcanzar alturas de 1,2 m a 1,5 m, las hojas pueden ser sésiles o con peciolo y son más anchas (60 cm de diámetro) que largas (35 cm de longitud) su forma es casi redonda a comparación de las de brócoli y de la coliflor (Valdez, 2001).

Sobrino (1994), manifiesta que el tallo cuando florece alcanza de 0,5 a 2 m guarnecida de hojas enteras, abrazadoras y termina en una panícula o racimo ramificado de flores generalmente amarillas, el fruto es una silicua y las semillas de color marrón a negro.

1.1.3. Fenología del cultivo

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 peciolo alargado y láminas extendidas, finalizando cuando la planta tiene aproximadamente doce hojas. Las hojas ya originadas, no formarán parte de la cabeza y solo 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 peciolo, que se superponen formando una cabeza (pella), estas crecen rápidamente, lo que permite el desarrollo de hojas más suculentas 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.

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.

En clima tropical la planta tiene un ciclo de tres meses, por lo general no florece. Para el caso de este cultivo el primer ciclo de su vida corresponde a la fase vegetativa, representado por el desarrollo de raíces, hojas y tallos. Esta fase es la más importante para los productores y el único que se cumple de forma natural y tiene cuatro fases (Fuentes y Pérez, 2003).

1.1.4. Exigencias del clima y suelo

- **Clima**

FDA (1993), señala que el repollo se cultiva en zonas con altura que oscilan desde los 400 hasta los 1800 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas entre 15 y 28°C, la mínima para su germinación oscila entre los 7 y 35°C, mientras que para su crecimiento debe permanecer entre los 5 y 24°C.

El repollo se cultiva en zonas con alturas que oscilan desde los 400 hasta los 1800 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas entre 15 y 28°C, la mínima para su germinación oscila entre los 7 y 35°C, mientras que para su crecimiento debe permanecer entre los 5 y 24°C. En la última década se han desarrollado híbridos y variedades que se adaptan a climas cálidos, es decir en un rango desde los 15 hasta 35°C, y alturas entre 100 y 500 metros sobre el nivel del mar (Fuentes y Pérez, 2003).

Son plantas de gran adaptabilidad. En términos generales se adaptan mejor a ambientes húmedos siendo muy sensibles a la sequía. Los requerimientos de temperatura diurna varían de 13 – 18°C y nocturna de 10 – 12°C; algunas variedades de invierno pueden resistir hasta 10°C bajo cero, mientras que la variedad primaveral-estival vegetan en buenas condiciones bajo un régimen de temperaturas altas (Maroto, 1983). En las áreas tropicales se obtienen rendimientos sorpresivamente buenos, a tan pequeña altitud como 610 m.s.n.m. (Tamaro, 1981).

Las temperaturas altas son menos perjudiciales en caso de adecuado balance de la humedad del suelo y del aire. La influencia perjudicial de la temperatura alta (más de 30°C) es menor en las regiones donde las noches son relativamente más frescas. Además, esta influencia depende de las peculiaridades biológicas de las distintas variedades (Fersini, 1976). Las coles chinas son hortalizas sensibles al frío y la presencia de temperaturas inferiores a 12°C induce la subida prematura a flor, accidente de gran importancia en el material vegetal existente. Los fotoperiodos largos pueden inducir asimismo la floración prematura, sin embargo, Chauvet (1976) mencionado por Maroto (1983), señala que la duración del fotoperiodo es un factor que tiene poca influencia en la subida de flor si la planta ha sido vernalizada. Un

fotoperiodo largo solo puede influir en la floración cuando se ha producido una vernalización incompleta. Elers y Wiebe (1984) han estudiado recientemente el efecto de la temperatura y el fotoperiodo sobre la vernalización y desvernalización de la col china, concluyendo que temperaturas elevadas pueden tener un efecto antivernalizante, disminuyendo el crecimiento de las tálamos florales, aunque sin inducir la formación de un número mucho mayor de hojas (Maroto, 1983).

- **Suelo**

La col china se adapta a casi todos los suelos de consistencia media, profunda y francos, abundante estercolado especialmente aquellos suelos de buena retención de humedad. La reacción óptima del suelo es la ligeramente ácida hasta la ligeramente alcalina (pH alrededor de 6.0 - 7.5) (Gordon, 1984).

La col se desarrolla en terrenos que no son carentes ni excesivamente provistos de acidez, debido que la planta mantiene su pH interno, que debe ser de 5.85. Esto quiere decir que la planta está provista de un sistema regulador de su pH interno; pero si el suelo contiene un alto grado de acidez, puede ser perjudicial al desarrollo, puesto que la col es sensible a pequeñas cantidades de Mn (Douglas, 1985). Si existe escasa humedad, las hojas más viejas se ponen amarillas y se caen antes de tiempo. Una escasez de humedad durante el período de formación de los repollos significa que no podrán aprovechar completamente las posibilidades productivas de la ya formada masa floral y quedarse pequeños los repollos, tampoco soporta alta humedad del suelo, la humedad más propicia del suelo es de 80 - 90% de la capacidad de campo (Eddmond, 1975).

FDA (1993), menciona que el cultivo de repollo se adapta a una amplia variedad de suelos, sin embargo, se obtiene buen desarrollo en los de textura franca, ricos en materia orgánica; en suelos pesados (arcillosos), es necesario hacer un buen drenaje para evitar el encharcamiento.

El cultivo se desarrolla bien en suelos ligeramente ácidos con pH entre 5.5 y 6.5, sin embargo, algunas enfermedades encuentran fácil diseminación cuando se tienen pH ácido.

1.1.5. Manejo agronómico del cultivo

a. Preparación del suelo

El laboreo mínimo debe incluir pasos cruzados de arado y el número de rastreadas necesarias que profundicen al menos 0,30 m, a fin de voltear el suelo. Los pasos de rastra deberán realizarse con intervalos de una semana a fin de exponer y destruir las fuentes de inóculos por efecto solar (Fuentes y Pérez, 2003).

En suelos compactos lo primero que hay que hacer es subsolar a una profundidad de 0.50 a 0.70 m. cabe recordar que la humedad del suelo al momento de prepararlo es muy importante, debiéndose evitar los extremos, pero siempre más hacia lo seco (USDA, 2008).

b. Siembra

La siembra se desarrolla en dos fases: la primera es la elaboración y preparación de semilleros y la siguiente fase es el trasplante. El repollo se reproduce por semilla, recurriéndose por regla general a semillero, bajo esta técnica, la producción de plántulas se ha innovado, y el tiempo de semillero varía entre treinta y cincuenta días, haciéndola más eficiente, ya que se tienen plantas sanas, uniformes y con mejor enraizamiento (Fuentes y Pérez, 2003).

Las plantas se adaptan muy bien al trasplante, ya sea bajo el sistema de surcos, las plántulas están listas para trasplante cuando han logrado desarrollar cuatro hojas verdaderas, transcurriendo entre los 22 a 28 días después de la siembra (Fuentes y Pérez, 2003).

Casseres (1980), indica que con 50 g de buena semilla con un 75% de germinación se pueden producir unas 5000 plantas. El tiempo necesario para obtener plántulas de tamaño adecuado para su trasplante es de 4-6 semanas. Cabe mencionar que la desinfección del sustrato es muy importante como la prevención de plagas y enfermedades. En general el repollo se puede sembrar de diversas densidades sin embargo el más utilizado es en surcos de 0.6 a 1.5 m de ancho con distancias entre plantas de 0.30 a 0.60 m, todo esto dependerá del tipo de cultivar y la región de la siembra.

La buena producción de plántulas se asegurará mediante riego regular y previniendo enfermedades fungosas, un buen balance nutricional, la eliminación de malas hierbas, pequeños aporques, las debidas medidas de protección vegetal, condiciones climáticas adecuadas personal capacitado entre otros factores (Sarita, 1993).

c. Riego

El riego debe ser regular y abundante en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación de la pella. Conviene que el suelo este sin excesiva humedad, pero si estado de capacidad de campo (INFOAGRO, 2007).

Para alcanzar los altos rendimientos y calidad de las inflorescencias, la planta de col no debe sufrir estrés hídrico, ya sea por falta o exceso de agua y/o calidad de esta. Los requerimientos de agua varían según las condiciones ambientales y el estado de desarrollo del cultivo. Posterior al trasplante el riego debería de ser cad 7 – 10 días, dependiendo de las temperaturas existentes, el consumo total por parte del cultivo es de 4000 m³ de agua por hectárea (Krarup, 1992).

El máximo requerimiento hídrico ocurre cuando el cultivo ha alcanzado la máxima cobertura foliar y desarrollo de la inflorescencia, sin embargo, los riegos al inicio deben ser frecuentes para asegurar un buen establecimiento (Krarup, 1992).

Una vez realizad la plantación, se procede inmediatamente a dar riego. Para evitar una transpiración excesiva, con el desecamiento de las plantas, el terreno debe acotarse en parcelas que permitan el riego lo más pronto posible tras la plantación. (Maroto, 1995).

d. Fertilización

Gutiérrez (1993), de acuerdo a los resultados obtenidos en una serie de investigaciones, indica que es necesario conocer las necesidades nutricionales de los cultivos para obtener una buena cosecha, por tal motivo al referirse a las prácticas de abonamiento y fertilización en col repollo se centra en tres macro elementos importantes:

- Nitrógeno (N), sostiene una necesidad de 100 - 225 Kg.ha⁻¹, siendo necesario que el fertilizante se distribuya en tres aplicaciones en banda a ambos lados del surco, antes del inicio de la formación de las cabezas. Recomienda la utilización de dosis bajas cuando la col se haya plantado después de un cultivo muy fertilizado, en suelos arcillosos o cuando las condiciones ambientales propicien el crecimiento acelerado del cultivo.
- Fosforo (P), en suelos pobres en este nutriente (-15 ppm), el autor recomienda de 225 -280 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ los que deben aplicarse al voleo y antes del rayado de las camas. En suelos de fertilidad media sugiere una aplicación de 170-225 Kg/ha aplicados de la misma manera. Para los suelos con alto nivel de fosforo (+30 ppm) recomienda utilizar dosis no mayores de 90 kg.ha⁻¹.
- Potasio (K) al respecto Gutiérrez señala que en suelos que necesiten la aplicación de este nutriente, es conveniente utilizar dosis de 110-220 kg.ha⁻¹ de K₂O y la aplicación debe realizarse al voleo para incorporarlo al suelo antes del rayado de las camas.

Por su parte Babilonia & Reátegui (1994), en investigaciones sobre el efecto del abonamiento orgánico con gallinaza en el cultivo de col repollo señalan que se requiere utilizar 5 Kg de gallinaza (estiércol de aves de postura) por metro cuadrado de terreno, como abonamiento inicial mezclando bien con el suelo para luego dejar en reposo por una semana, pasado el cual y 30 horas antes de la siembra se debería agregar una segunda aplicación de fondo.

Por otro lado, Holle (1995), reporta que, para el mantenimiento de la fertilidad y de la estructura del suelo, para obtener buenos resultados productivos en las cosechas de hortalizas debe aplicarse gallinaza como fuente de abonamiento orgánico hasta un nivel de 20 t/ha ya que la sola incorporación de residuos vegetales y abonos verdes tienen un efecto rápido, pero poco estable y duradero.

Saavedra (2000), al efectuar investigaciones sobre sustratos para el cultivo de Col repollo recomienda utilizar maceteros de 41 cm de diámetro por 25 cm de fondo,

con suelo agrícola esterilizado a 1 hora con la técnica de Bergerac, instalado sobre barbaças en terrenos desnivelados, porque permite obtener rendimientos de 36.91 t/ha, con un peso promedio de 1.608 Kg/cabeza.

CBI (2010), al efectuar investigaciones de campo con enmiendas orgánicas a base de ácidos húmicos y fulvicos con aporte de silicio en diversos tipos de cultivos hortícolas, determinó que las enmiendas confieren ventajas en suelos livianos, disminuyendo pérdidas de agua y nutrientes por lixiviación. Permitiendo una mayor resistencia a condiciones de estrés por exceso o falta de agua, incrementos de temperatura y por ataques de plagas y/o enfermedades.

CBI indica que las enmiendas húmicas deben aplicarse preferentemente el 100% de la dosis al momento de la siembra, mezclado con el fertilizante o la semilla e incorporado inmediatamente al suelo o en las líneas de plantación. Sostiene además que las dosis de aplicación de enmiendas en sus formas quelatizadas pueden subdividirse, aplicando el 75% de la dosis en el establecimiento y el 25% restante con el cultivo en desarrollo.

Inofuentes (2010), al evaluar la respuesta productiva de diversas especies olerícolas en condiciones de cultivo orgánico con base a enmiendas naturales derivadas de las excretas de ovinos que fueron aplicadas al suelo de plantación, obtuvo altos índices de rendimientos en cultivos de lechuga, col repollo, tomate, berenjena, pimentón y zapallo, superiores a los obtenidos con los testigos en base a estiércol de ganado vacuno. En los mismos estudios se determinó que el nivel de influencia de las enmiendas fue posible gracias a los altos niveles de fósforo y calcio de acuerdo a los análisis de suelos efectuados en los camellones de cultivo.

Mejía (2002), sostiene que para la obtención de altos rendimientos productivos en el cultivo de col repollo es necesario efectuar aplicaciones a base de fósforo (P_2O_5) ya que este elemento es importante para la fotosíntesis y el metabolismo de los nutrientes, permitiendo un mejor crecimiento y desarrollo del cultivo sobre todo en la formación de las cabezas más turgentes y crujientes, ya que a su vez el fósforo también incide sobre la resistencia del cultivo a plagas y enfermedades.

Fajardo (2002), al evaluar la influencia de ciertos elementos esenciales en el crecimiento y desarrollo de diversas especies de hortalizas de hoja como lechuga y col determina que el silicio es un elemento importante en la nutrición de la planta, ya que su deficiencia provoca diversos tipos de anormalidades en la estructura y el metabolismo del cultivo, sostiene además que el silicio optimiza la eficiencia de la enmienda con fósforo, debido a la transformación de fosfatos a formas disponibles para las plantas y al incremento de la capacidad de intercambio catiónico del suelo.

Fajardo sostiene además que el silicio proporciona resistencia a plagas y enfermedades por lo que la obtención de altos niveles productivos con el empleo de este mineral es casi un hecho concreto.

Thompson y Kelly (1957), citado por Casseres (1971), indica que en general, el repollo requiere importantes dosis de nitrógeno y potasio.

Casseres (1971), señala que la col utiliza el Nitrógeno lentamente durante todo su ciclo, de donde se deduce el gran beneficio de materia orgánica, estiércol u otras sustancias nitrogenadas. Los abonos nitrogenados aplicados en exceso al inicio de la plantación pueden ser poco efectivos por la lixiviación que ocurre más adelante y en todo caso, si no hay equilibrio con otros elementos las cabezas pueden resultar “fofas” o suaves. Por lo tanto, se recomiendan aplicaciones sucesivas sobre todo en regiones de mucha lluvia.

Fuentes y Pérez (2003), añaden a lo anterior que una aplicación tardía de nitrógeno provoca bajos rendimientos, debido a la formación de cabezas de bajo peso y también se alarga el ciclo del cultivo. Además, incluyen que la aplicación nitrogenada debe fraccionarse en tres o cuatro aplicaciones.

Según Netto (2005), las extracciones de las coles son variables según las variedades y los rendimientos obtenidos, en especial las coles de repollo poseen grandes necesidades en nitrógeno, potasio y calcio. La col lombarda o col morada para obtener un rendimiento de 50 t/ha necesitan: 300 kg.ha⁻¹ de N, 85 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ y 350 kg.ha⁻¹ de K₂O.

Santos (2007), menciona que el análisis de suelo es un buen indicativo de la cantidad de fertilizante que se debe aplicar. La col es un cultivo muy exigente a la fertilización. Se recomienda la aplicación de 100 kg.ha^{-1} de nitrógeno, fraccionado en dos aplicaciones, la mitad en el trasplante y el resto treinta días después. El fósforo se aplica a razón de 150 a 200 kg.ha^{-1} , todos en la siembra. Para suplir esta cantidad, se aplican 630 kg.ha^{-1} de formula fertilizante 10 – 30 – 10 en el trasplante y 100 kg de nitrato de amonio, treinta días después del trasplante. En suelos con altos contenidos de materia orgánica (igual o superior a 12%), se debe aplicar la mitad del nitrógeno, pues un exceso produce repollos muy tiernos y poco compactos. Si el suelo contiene más de 60 ppm de fosforo, no es recomendable aplicar este elemento o bien usar formulas complejas bajas en fosforo. Es conveniente aplicar vía foliar sulfato de magnesio, UN-Z, y poliboro cada quince días, durante los dos primeros meses después del trasplante.

Teuber Winkler (2005), la fertilización debe ser equilibrada, para lograr un crecimiento continuo y no violento de la planta. Para ello se debe fertilizar a partir de la preparación de suelo (previo al trasplante), en cuyo momento se debe suministrar todo el fósforo y potasio, mientras que el nitrógeno se recomienda aplicarlo en tres parcialidades, con $1/3$ al trasplante, $1/3$ a los 25 días y $1/3$ a los 50 días.

De acuerdo a las investigaciones que ha llevado a cabo el INIA Tamei Aike, una fertilización adecuada y que asegura un alto potencial de rendimiento ha sido de 120-96-96 (kg de N-P-K), suplementada con 40 kg/ha de azufre, para suplir la deficiencia de los suelos de la Zona Intermedia. Esta fertilización debe ser tomada como referencia. Ya que cada aplicación de nutrientes debe estar definida de acuerdo a las características de fertilidad del suelo y al potencial de rendimiento del cultivo.

IPNI (2012), menciona que un cultivo de col con un rendimiento de 88 toneladas por hectárea extrae 302 kg.ha^{-1} de N; 71 kg.ha^{-1} de P_2O_5 ; 279 kg.ha^{-1} de Mg y 72 kg.ha^{-1} de S, en lo referente a abonamiento orgánico.

Sobrino (1994), indica que en el caso de poder estercolar se utilizara un estiércol bien descompuesto que se incorporara con una labor de arado en la cuantía de 40000 kg.ha^{-1} .

CENTA (2003), nos describe que la fertilización debe de ser en base a un análisis de suelo, por las variaciones que existen en los suelos de las zonas que cultivan el repollo.

La primera fertilización se recomienda hacer al momento de trasplante o los próximos 5 días, la segunda después de la primera limpia o aporco 15 días después de trasplante del repollo dependiendo de la necesidad del cultivo, fertilizar con:

Nitrógeno.- Es uno de los principales elementos requeridos por el repollo, la deficiencia de este presenta alargamiento de la hoja y pecíolo, forma pequeños repollos y hay un Retraso en la madurez. Aplicar de 150 a 200 kg.ha⁻¹ de 3 a 4 veces en lapsos de cada 15 días con dosis de 50 kg.ha⁻¹

Fósforo.- Esta aplicación se realiza solo una vez, su deficiencia retarda el crecimiento, las hojas externas adquieren color púrpura, hojas verde oscuro intenso y bordes rojizos en su parte interior. Aplicar de 100 a 150 kg.ha⁻¹ al momento de trasplante o de acuerdo con su deficiencia.

Potasio.- Aplicarse al momento de trasplante lo cual, proporciona resistencia a la baja temperatura y mantiene la turgencia en época seca. Con dosis de 50 kg.ha⁻¹.

Calcio.- Las altas temperaturas y la variación de humedad obstaculiza el movimiento del calcio en las hojas; el repollo no tolera los suelos ácidos con bajo contenido de calcio. La aplicación de este dependerá de los resultados de análisis de suelo y se corregirá con enmiendas de suelo, mediante el encalado.

Boro.- Su deficiencia causa ruptura y ennegrecimiento de los tejidos, crecimiento lento y deformación de la planta. En suelos donde se conoce que existen deficiencias se recomienda aplicar 2 kg.ha⁻¹ boro, y la aplicación de boro al follaje no debe nunca exceder de 0.4 kg.ha⁻¹.

e. Cosecha

La col se cosecha entre 65 y 115 días después del trasplante, se deben cortar las cabezas que estén firmes, compactas, y que pertenecen al color característico de la

variedad (verde, rojo, o de color típico de la variedad), y con una buena apariencia. El punto ideal de cosecha se basa en la presión que ha de ser ejercida para compactar la cabeza. Una cabeza que sea compacta y firme podrá ser comprimida levemente con la presión ejercida con la mano. Una cabeza muy floja o suelta significa que le falta tiempo para cosecha, y una cabeza muy firme o dura significa que está en el punto óptimo para cosecharla (USDA, 2008).

f. Rendimiento del cultivo

Según Giaconi y Escaff (2001), apunta que una hectárea de col plantadas a 70 x 40 cm, después de descontar posibles pérdidas del trasplante, las plantas que no arropollan pueden rendir alrededor de 20 000 cabezas, a pesar de que la caída teórica a dicha distancia excede las 30 000 cabezas.

En cambio, Volosky (1974), cita un rango menor, que va de 15 000 a 18 000 unidades ha⁻¹, señalando que el tamaño y el rendimiento de la col son afectados por la distancia sobre hilera, ya que en este caso aumenta el rendimiento ha⁻¹, pero disminuye el tamaño de las cabezas. Agrega, además, que los rendimientos fluctúan entre 10,4 – 44,6 ton ha⁻¹, dependiendo además de la dosis de fertilizantes, y por supuesto de las variedades utilizadas.

1.1.6. Cultivos de coles

Según Casseres (1980) citado por Sandoval (1993), menciona que los cultivares más importantes no llegan a 10, aunque el número que se ha llegado a nombrar, pasa de los 200, también indica que los cultivares se agrupan en tipos, según la forma de la cabeza de la col en: cónicos, redondos y chatos; también se clasifican de acuerdo a su estación en: coles de primavera, principios de primavera, verano, fines de verano y otoño, sin embargo la forma más práctica de clasificarlos para nuestras condiciones es en: coles precoces, intermedios, y tardíos.

a. Precoces

- Parel: repollo blanco híbrido muy precoz, de follaje corto y cabeza muy pequeña de color verde pálido con peso promedio de 1 kilogramo. Textura suave y dulce para consumir en fresco. Ideal para supermercados. Parel soporta altas densidades y por su precocidad las plagas pueden controlarse fácilmente. Ciclo promedio de 55 a 60 días.

- Embolem: es híbrido de repollo de color verde, cabeza sólida, uniforme, compacta y sabor dulce. Ideal para el mercado de productos frescos. Adicionalmente no produce forma punteada bajo condiciones de frío. Es resistente al Fusarium, excelente calidad interna, además altamente precoz.
- Sombrero: repollo precoz, fácil de crecer y con buena adaptación. Cabeza redonda compacta de buena cobertura. Follaje moderado con excelente sanidad de color verdoso. Excelente estructura interna, limpia y de buen sabor. Alta uniformidad a la cosecha. Ciclo promedio de 60-65 días después del trasplante.

b. Intermedias

- Gideon: Repollo blanco híbrido intermedio, con buen vigor, cabeza redonda muy compacto y de tallo alto con excelente cobertura de hojas. Buen sistema radicular, fácil de crecer. Peso promedio de 1,0 – 2,0 kilogramos. Resistente a Fusarium. Puede sembrarse todo el año, tolera el manejo en el transporte y posee alta capacidad por cosecha. Ciclo promedio de 95 a 100 días.
- Rotonda: repollo blanco de buen vigor y de fácil crecimiento, redondo, compacto y de buen color. Follaje de color verde con buena cobertura. Ideal para mercado fresco por tamaño y rendimiento. Posee buena capacidad de campo. Ciclo promedio de 95 a 100 días.
- Bruno: Repollo vigoroso con facilidad de crecer, tiene follaje adecuado para el transporte. Compacto con un peso de 1,5 – 2,0 kilogramos y de excelente estructura interna. Alta uniformidad al momento de la cosecha y resistente a Fusarium. Ciclo promedio de cosecha de 95-100 días del trasplante.
- Bejo: Repollo blanco híbrido de buen vigor, fácil de crecer, redondo, de excelente sabor. Compacto, de 1 a 2 kilogramos de peso, con buena capacidad de campo y resistente a Fusarium. Se puede sembrar durante todo el año. Ideal para supermercados y mercado fresco. Tolerancia a estrés y alta densidad, crece fácil en áreas con problemas de xantomonas. Ciclo promedio de 90 a 100 días después del trasplante.

c. Tardías

- Mentor: Repollo blanco híbrido de buen vigor, de hojas anchas con buena cobertura. Cabeza redonda aplanada muy compacta. Buena capacidad de

campo y de transporte por su cobertura. Ciclo promedio de 110 a 120 días después del trasplante.

- Royal Vantage: Repollo de color verde muy firme, de corazón pequeño, tiene muy buena respuesta a la producción. Excelente crecimiento en climas fríos y suelos pobres. Cabezas solidas e interior relleno Excelente vida de anaquel e ideal para embarques de larga distancia. Ciclo promedio de 115 – 125 días.
- Estellar Vantage: cuenta con madurez tardía con cabezas compactas y corazón pequeño. Esta variedad es resistente a Marchitez bacteriana y Podredumbre. Buena calidad de campo, excelente peso entre 3-4 kilogramos, buena cobertura de hojas, ciclo promedio de 120 – 130 días.
- Super Nova: posee un sistema radicular excelente, madurez tardía, cabeza compacta y resistente a Hernias, Trips y gusanos. Demasiado compacto ideal para grandes distancias, buena capacidad de campo, su peso promedio varía entre 6 – 8 kilogramos. Ciclo promedio de 115 – 120 días.

Valdez (2001), clasifica de acuerdo a su forma, los repollos se dividen en cónicos, redondos y aplanados, teniendo más demanda y producción los 6 redondos, con respecto a su ciclo vegetativo o agrícola se clasifican en precoces (70 a 80 días), intermedios (90 a 100 días), con un peso aproximado de 3 a 3,5 kg, por su tamaño mediano es uno de los más comercializados por su gran rendimiento.

Entre las principales tenemos:

La variedad Bolaverde, hojas verdes claro con nerviación acusada y lisa, cogollo de tamaño mediano, achatado y duro. Tiene buenas características de tolerancia a enfermedades y plagas tiene una maduración de 90 a 100 días, con un peso aproximado de 3 a 3,5 kg, por su tamaño mediano es uno de los más comercializados por su gran rendimiento.

Box (1968), indica que la variedad Copenhaguen es una variedad precoz, resistente al frio, son plantas pequeñas de pie corto, hojas moradas con nerviación muy acusada y muy lisas, producen cabezas redondas de 18 cm de diámetro, con un peso promedio de 1,5 kg, con un ciclo de 90 días.

El híbrido Stone head es actualmente una variedad relativamente difundida. Este material ha desplazado en gran medida a la variedad tradicional Goldes Acre. Ambos son de ciclo corto (60 – 70 días a cosecha después del trasplante), cabeza redonda y compacta y peso entre 1 y 1,5 kg aproximadamente. Stone head es más resistente al reventamiento y de mayor compactación.

1.1.7. Control fitosanitario

Según Jaramillo (2006), señala que las principales plagas y enfermedades:

a. Polilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*- Lepidóptera: Iponomeutidae)

Mora (1990), menciona que la polilla dorso de diamante se considera la plaga más importante de las crucíferas en el mundo entero. Causan daños directos al consumir follaje, pero también indirectos al contaminar los floretes con excrementos, presencia de larvas y pupas que disminuyen la calidad del producto. La incidencia de la polilla aumenta en proporción directa con el desarrollo del cultivo, durante los periodos de baja precipitación y cuando no se llevan a cabo. Los adultos son pequeñas polillas o palomillas de unos 12 a 15 mm de amplitud.

b. Gusano viringo, tierrero, mantequilla, cortador, trozador negro o rosquilla

Los gusanos tierreros, Lepidóptera Noctuidae, género *Agrotis* ípsilon (Hufnagel), son la primera plaga que ataca el cultivo inmediatamente después del trasplante. Generalmente el fenómeno se produce de noche. Los adultos son polillas de color gris o marrón oscuro, con alas anteriores grises oscuras con manchas casi negras; las posteriores son blancas, translúcidas, con flecos en el borde inferior. Los residuos de cosecha en los cultivos facilitan la supervivencia de los insectos Londoño (2006) mencionado por (Jaramillo, 2006).

c. Gusano de la col, anillado, mariposa de la col o del repollo

La *Leptophobia aripa* (Boisduval) (*Ascia monuste*, Lepidoptera: Pyralidae) en su fase adulta es una mariposa con una envergadura de 40 a 45 mm, de color blanco crema con el borde de las alas anteriores de color negro, el cual se expande en forma de una mancha más ancha en el extremo distal; las alas posteriores son de color blanco sin manchas. Ávila (2000) citado por Jaramillo (2006). Los huevos tienen un color que va del amarillo a naranja y tienen forma de bala, alargados, con estrías longitudinales y base circular, por donde se adhiere a la hoja, en el envés, en grupos

de 40 a 80. El periodo de incubación es de cinco días. La larva es de color verde y presentan una banda amarilla, longitudinal lateral, bordeada por otras dos muy delgadas y tenues de color verde azulado; la es cabeza amarilla. Cuando alcanzan su desarrollo, miden entre 30 y 45 mm. Tienen hábito gregario en los primeros instares, luego se dispersan por toda la planta y se alimentan principalmente de las hojas exteriores, hasta que quedan esqueletadas.

d. *Phythium, Fusarium, Rhizoctonia*

Las principales enfermedades se indican al mal de almacigo (Hongos del suelo) que provocan marchitamiento de plántulas el cual parasitan las raíces causándoles pudrición o desintegración de una parte o de todo el sistema radical, lo cual ocasiona la muerte rápida y colapso de plantas jóvenes que se cultivan en el campo o en el almacigo (Jaramillo, 2006).

e. *Mildium (Peronospora sp.)*

Se localizan en la parte inferior de las hojas como pequeñas manchas descoloridas y se desarrollan en zonas húmedas su control es a base de productos con Mancozeb (Pablo & Tamayo, 2004).

f. *Alternaria (Alternaria brassicae)*

Que afecta plántulas, hojas y luego de la cosecha y se transmite por semilla, se controla con productos a base de clorotalonil y metalaxil (Tamayo, Becerra, Jaramillo, 2001).

g. *Hernia de las crucíferas (Plasmodiophora brassicae)*

La hernia de las crucíferas también se conoce con el nombre común de raíz de yuca, es una de las enfermedades más importantes de las crucíferas y ocasiona pérdidas severas. Cuando la enfermedad inicia en el semillero, las pérdidas en las plántulas son altas durante el trasplante; cuando ocurre en la etapa de desarrollo, no hay una adecuada formación de las cabezas. Cuando los niveles de inóculo son altos en semilleros, las semillas presentan pudrición. Los síntomas se pueden manifestar en las raíces, donde se observan agallas y tumores en el cuello del tallo y en las raíces mismas. El método de control es el cultural que consiste en conocer el historial del lote para saber si ha tenido antecedentes de la hernia (Pablo. & Tamayo, 2004).

1.1.8. Variedades de coles a evaluar

a. Col corazón de Buey (Box, 1968).

Col Corazón de buey de Vertus – (*Brassica oleracea*).

Cogollo voluminoso, cónico y muy prieto. Variedad con pie corto, rústico de buen rendimiento.

- Resiste al frío.
- Tipo de suelo: Rico y bien drenado. Trabajado en profundidad.
- Periodo de siembra: de Marzo a abril, y de Julio a agosto.
- Periodo de cosecha: de Abril a mayo, y de agosto a septiembre.
- Exposición: Pleno sol.

Siembra directa en plena tierra, o en bastidor:

- Siembre clareando directamente en plena tierra, recubra ligeramente de tierra fina, apisone y riegue en lluvia fina. Mantenga el suelo fresco hasta que germine.
- Un mes después de la siembra, cuando las plántulas tengan 3 hojas, efectúe un primer replante, pre-lavándolas delicadamente. Espacie sus plántulas de 10 cm cada una.
- Finalmente, cuando las plantas tengan de 4 a 6 hojas, repita la operación espaciándolas de 50 cm. Estas operaciones de re plantación refuerzan el sistema racinario.

Poda y cuidados:

- Riegue regularmente, acolche el suelo alrededor de las plantas.
- No es necesario efectuar podas.
- Coseche a medida que lo necesite, cortando el tallo al ras del suelo.

b. Col quintalera (Box, 1968).

Col Blanca o Col cerrada (*Brassica oleracea* var. *Capitata*)

Es una planta comestible de la familia de las Brassicaceae, y una herbácea bienal, cultivada como anual, cuyas hojas lisas forman un característico cogollo compacto.

También se le conoce como repollo blanco por su característico color verde pálido, para diferenciarla de la lombarda que se le conoce como repollo morado. Las diferentes variedades se obtuvieron a partir de la especie silvestre, conocida

desde hace siglos, mediante cruces y selección para adaptarlas a diferentes condiciones climáticas.

Existen dos variedades principales de repollos: las tempranas y las tardías. Las tempranas maduran en 50 días aproximadamente. Producen cogollos pequeños y se destinan al consumo inmediato ya que no resisten el almacenamiento. Las tardías, que maduran a los 80 días, producen cogollos de mayor tamaño y se destinan a la provisión invernal.

c. Col crespá. Granados (2005).

Col crespá, col rizada o “Kale” (*Brassica oleracea* var. *sabellica* L.).

Es una variedad de col del grupo de cultivares de la berza (*B. oleracea* var. *acephala*). Esta planta alcanza entre los 30 y 40 cm de altura y tiene hojas verdes características muy rizadas.

La col rizada es una col de color verde con hojas rizadas propia del norte de Alemania. Se cultiva mayoritariamente en el norte de Europa y en la costa noroeste de Norteamérica. Su cultivo es sencillo y requiere un clima frío, la densidad de cultivo alcanza a 5-7 plantas por metro cuadrado y tiene una textura apropiada para el consumo si se corta a las 14 o 20 semanas de su cultivo (96-140 días). Se suele recolectar cuando hace bastante frío, que suele ser en los meses de diciembre o enero (su consumo está relacionado en estos países con la Navidad). En la comarca de Oldenburg (Alemania), por ejemplo, es costumbre recolectarla los días en los que ha caído una helada o ha nevado.

Es también la col ornamental, la col crespá verde, la col crespá azul o violeta. La col crespá es rica en vitamina C (100 mg/100 g), A, calcio y β -caroteno, además de tener un alto contenido de fibra, algo muy común en las Brassicaceae.

1.2. Antecedentes de la investigación

Bailón (2008), en su tesis titulada: Sistema de siembra en el rendimiento de col china (*Brassica chinensis* L.) variedad 'wong bock' en Tingo María, concluyó mencionando que el rendimiento fue mayor en el sistema de siembra quinconce con 119,371.5588 kg.ha⁻¹, en segundo lugar, el sistema de siembra tres bolillo con

82,532.404 kg.ha⁻¹. El menor peso/planta lo presentó el sistema de siembra quinconce con 0.9588 kg/planta, considerado como el más cercano al peso comercial (800 g). Los otros tratamientos no superan los 1.2395 kg/planta, pero es mayor de 1 kg. La altura de planta en todos los tratamientos resultó similar no habiendo significación estadística. El diámetro de copa y tallo resultó menor las plantas sometidas en sistema quinconce, con 41.6475 cm y 10.68 cm respectivamente. Se obtuvieron mayores números de pecíolos en el sistema cuadrado y sistema mellizos con 30.25 y 31.50 respectivamente. La materia seca por planta fue mayor en el sistema de siembra rectangular, con 62.26 g, siendo menor en el sistema de siembra quinconce con 35.72 g/planta.

Sandoval (1993), realizó una adaptabilidad de 5 híbridos de col evaluados en dos densidades y dos formas de siembra en la Aldea San Matías, Asunción Mita, Jutiapa. La metodología utilizada se basó en un diseño en bloques al azar con un arreglo en parcelas subdivididas, con cuatro repeticiones y un número de 20 tratamientos, producto de las combinaciones de los factores evaluados. Con base a los resultados se determinó que el rendimiento, es una variable afectada por interacción de los tres factores (híbridos, densidad y forma de siembra), por lo tanto, el tratamiento resultante con el mayor fue el híbrido Lambada, sembrando en forma indirecta y con distanciamiento de 0.5 x 0.4 m, con un rendimiento de 149,27 kg.ha⁻¹. Sin embargo, se evidenciaron los mejores rendimientos con la siembra indirecta, con distanciamientos de 0.5 x 0.4 m, y los híbridos Lambada, Aladin, Nova, Morris y Green Boy, ordenados descendientemente según sus rendimientos. Se recomienda realizar estudios posteriores en regiones cercanas a las del área de estudio en diferentes épocas, considerando el híbrido Lambada sembrado en forma indirecta con distanciamiento de 0.5 m x 0.4 m, como tratamiento promisorio reportado por análisis económico de residuos y al híbrido Aladin, sembrado en forma indirecta con distanciamiento de 0.6 m x 0.45 m, reportada como la mejor alternativa económica por el análisis marginal.

García (2013), implementó la producción de hortalizas que poseen resistencia a climas cálidos y también a lo que son plagas y enfermedades. Para dicha actividad se llevó a cabo la elaboración de diez parcelas las cuales tuvieron medidas de 5 m x 5 m, utilizando el híbrido Green Boy, el distanciamiento fue de 0.45 m entre planta y 0.60 m, entre surco, estas llegaron a su punto óptimo de corte alrededor de los tres meses,

el diámetro promedio de cabeza fue de 0.13 m, con un peso promedio entre 2.0 – 2.5 kg. Por último, se tiene la etapa de comercialización de la cosecha el cual llego a un precio alrededor de los 4 – 5 quetzales, esto dependiendo del peso y diámetro de la cabeza.

Investigación realizada por Mérida (2016), Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Tesis Titulada adaptabilidad de cultivares de repollo; parcelamiento caballo blanco, Retalhuleu. La investigación se llevó a cabo en el municipio de Retalhuleu, ubicado a 30 kilómetros de la cabecera municipal de Retalhuleu y 216 kilómetros de la capital de Guatemala. El clima del área es cálido, sin estación fría bien definida. Las temperaturas promedio anuales son de 28°C., con máximas promedio de 35°C., y mínimas promedio de 20°C. La precipitación media anual es de 1500 mm, distribuida entre los meses de mayo a octubre, humedad relativa de 80%. INSIVUMEH (2013) mencionado por Mérida (2016). El trabajo tuvo como objetivo evaluar la adaptabilidad de los cuatro cultivares se evaluó en base a cinco variables: diámetro de cabeza, peso de cabeza por híbrido, rendimiento en kilogramos por hectárea ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), días a cosecha y económicamente se determinó la relación beneficio/costo para cada tratamiento. El híbrido Green Boy presentó la mejor adaptabilidad en el proceso de investigación. En relación a las variables evaluadas alcanzó un rendimiento promedio de 36 870.00 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, un peso de cabeza por híbrido promedio de 0.90 kilogramos.

Investigación realizada por Vásquez (2012) en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, carrera: ingeniería agropecuaria, titulada “Estudio de adaptabilidad de tres híbridos de coliflor (*Brassica oleracea* L) de colores (coliflor sunset, coliflor verde trevi y coliflor grafiti), bajo condiciones orgánicas de cultivo, en la zona del Quinche –Ecuador. El lugar donde se desarrolló el estudio presenta temperatura promedio: 17.2 °C, precipitación: 400 - 700 mm, un suelo con textura franco arenoso con un pH de 7.3, la investigación tuvo como objetivo principal Evaluar la adaptabilidad de 3 híbridos de coliflor (*Brassica oleracea* L.), bajo condiciones orgánicas de cultivo, con la finalidad de proporcionar a los agricultores de la zona otra alternativa que genere rentabilidad, mediante la siembra de 3 híbridos de coliflor de colores en la zona de El Quinche. Se recomienda el cultivo del híbrido verde Trevi, ya que presentó las mejores características morfológicas y productivas

tanto en la fase de semillero como de campo, además de que fue el tratamiento económicamente más rentable.

Investigación fue realizada por Vislao (2013) en la Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto. Titulada estudio comparativo de adaptabilidad de cinco híbridos y una variedad en la producción del cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* L.) bajo las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas. Ecológicamente el lugar donde se desarrolló el presente trabajo de investigación es una zona de vida, caracterizada por el Bosque Seco Tropical (bs-T) Holdridge (1984). Donde el principal objetivo fue determinar el híbrido o variedad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.), con mejor adaptabilidad y comportamiento, bajo las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas. Los híbridos de brócoli que respondieron mejor a la aclimatación o adaptabilidad bajo las condiciones del distrito de Lamas fueron: H-Royal Favor F-1 Hyb; H-WSX 748 (T4); H-WSX 752 (T5); H-WSX 742, que sobresalieron por sus características agronómicas en altura, peso de la inflorescencia, diámetro de la inflorescencia y diámetro de la base del tallo. Los híbridos que obtuvieron mayor rendimiento por hectárea fueron: H-Royal Favor F-1 Hyb; H-WSX 748; H-WSX 752; H-WSX 742 con 13 995,92 kg; 11 976,67 kg; 10534,17 kg; 9 825,00 kg., respectivamente.

Para Tamaro (1981), la col se desarrolla muy bien en climas templados y frescos; en Ecuador la producción es todo el año y en regiones tropicales y subtropicales; durante el invierno la temperatura mínima para su germinación es de 4.4°C y la máxima es de 35°C, siendo la más apropiada 29.4°C. Las temperaturas ambientales apropiadas para su crecimiento y desarrollo son de 13 a 20°C.

El mismo autor señala que este cultivo se adapta bien en cualquier tipo de suelo, desde arenoso hasta húmico, con un rango de pH de 5.5 a 6.8 de preferencia aquellos con buen contenido de materia orgánica y drenaje adecuado. Es tolerante a la salinidad, la variedad roja es más sensible que la blanca.

Yuste (2001), indica que se empieza a cosechar cuando más del 40% de la plantación tiene formada la pella, siendo el único indicador: su tamaño; es importante revisar el ciclo del cultivar de col que es de 90 a 120 días después del trasplante y

evitar que se maduren excesivamente, pues de lo contrario estas se revientan y presentan rajaduras en la parte superior de la pella.

Se recomienda utilizar cuchillos o navajas filosas para facilitar el corte desde la base:

- Cosechar en horas más frescas del día: en la mañana o en la tarde.
- Todo lo que se cosecha se coloca en sombra.
- Tomar con cuidado el repollo, no se debe golpear ni romper con las uñas.

Gómez (2010), manifiesta que el abono orgánico es el producto de la descomposición de materia vegetal, animal y residuos industriales. Los abonos orgánicos constituyen una buena alternativa para el manejo adecuado de los desechos que resultan de la producción diaria. La incorporación de estos abonos orgánicos incrementa la cantidad de microorganismos generando un suelo equilibrado.

Gómez (2010), manifiesta que el estiércol de gallina y de las diferentes aves de corral es excelente para las huertas, se aplica superficialmente al suelo en el que previamente ha debido practicarse una ligera bina, posee una composición nutrimental que varía de acuerdo a la calidad y cantidad de residuos como plumas, tierra, restos de comida y material de cama.

Además indica que la gallinaza tiene un mayor efecto residual en el suelo con respecto a otros abonos orgánicos, por lo cual su aplicación debe realizarse cada 2 años y en volumen que no exceda las 25 toneladas por hectárea.

La gallinaza se obtiene del sacado de las camas de los gallineros, en las que se encuentran mezclados los excrementos, orín, restos de plumas y el material absorbente que generalmente es paja, aserrín o papel.

Según Invermex (2011), 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 reemplazando, materia orgánica como enmienda al suelo y necesidades de nutrientes de cultivos que reciben estos desperdicios.

La Gallinaza es el estiércol de gallina preparado para ser utilizado en la industria ganadera o en la industria agropecuaria (Mack, 1993).

La Gallinaza tiene como principal componente el estiércol de las gallinas que se crían para la producción de huevo. Es importante diferenciarlo de la pollinaza que tiene como principal componente el estiércol de los pollos que se crían para consumo de su carne.

La gallinaza se utiliza como abono o complemento alimenticio en la crianza de ganado debido a la riqueza química y de nutrientes que contiene. Los nutrientes que se encuentran en la gallinaza se deben a que las gallinas solo asimilan entre el 30% y 40% de los nutrientes con las que se les alimenta, lo que hace que en su estiércol se encuentren el restante 60% a 70% no asimilado (Castellano y Pratt, 1981).

La gallinaza contiene un importante nivel de nitrógeno el cual es imprescindible para que tanto animales y plantas asimilen otros nutrientes y formen proteínas y se absorba la energía en la célula.

1.3. Definición de términos básicos

a. Adaptación

Una adaptación biológica, es un proceso biológico, rasgo morfológico del comportamiento de un organismo que ha evolucionado durante un periodo mediante la selección natural de tal manera que incrementa sus expectativas a largo plazo para reproducirse con éxito. Tiene tres significados, uno fisiológico y dos evolutivos. (Futuyma, 1997):

- Algunos fisiológicos utilizan el término adaptación para describir los cambios compensatorios que ocurren a corto plazo en respuesta a disturbios

ambientales. Estos cambios son el resultado de la plasticidad fenotípica. Sin embargo, esto no es adaptación y los términos aclimación y aclimatización son más correctos, (Pat, 2000).

En biología evolutiva, la adaptación se refiere tanto a las características que incrementan la supervivencia y/o el éxito productivo de un organismo, como al proceso por el cual se adaptan los organismos (Futuyma, 1997).

- Adaptación como patrón: cualquier carácter, morfológico, fisiológico, de conducta, o de desarrollo que incrementa la supervivencia y/o el éxito reproductivo de un organismo (Fontdevilla & Moya, 1999).
- Adaptación como proceso: los mecanismos por los cuales la selección natural ajusta la frecuencia de los genes que codifican para rasgos que afectan el número de descendientes que sobreviven en generaciones sucesivas, esto es, la aptitud. Por ejemplo, en un taxón el aumento en la concentración de hemoglobina puede considerarse una adaptación a ambientes con baja concentración de oxígeno (Pat, 2000). Como en este caso los atributos necesarios para la adaptación y para la selección natural incluyen variabilidad, repetibilidad, heredabilidad y supervivencia diferencial de los descendientes, muchos autores consideran que la adaptación es casi sinónima de la selección natural (Pat, 2000).

Existe una diferencia conceptual importante entre la respuesta evolutiva a la selección natural y la selección fenotípica. Mientras que la respuesta evolutiva a la selección natural requiere el estudio del cambio genético que tiene lugar de una generación a la otra, la selección fenotípica describe los efectos inmediatos de la selección en la distribución estadística de los fenotipos dentro de una generación sin considerar la base genética o herencia de los caracteres (Lange y Arnold, 1983). Es importante tener presente que las variaciones adaptativas no surgen como respuestas al entorno si no como resultado de la mutación (cambios puntuales en el ADN, reestructuración del ADN, reestructuración cromosómica) y recombinación (Fontdevilla y Moya, 1999).

- La adaptación es un proceso normalmente lento, que tiene lugar durante cientos de generaciones y que en general no es reversible. Sin embargo, a veces puede producirse muy rápidamente en ambientes extremos o en

ambientes modificados por el hombre con grandes presiones selectivas (Pat, 2000). La falta de adaptación lleva a la población, especie o clado a la extinción.

b. Adaptabilidad

La palabra adaptación significa “acción de adaptarse o adecuarse a algo”, mientras que adaptabilidad es la cualidad de las personas o cosas de tener capacidad de adaptación.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

El trabajo reúne condiciones metodológicas de una investigación aplicada, ya que tuvo como fin primordial la resolución de problemas prácticos inmediatos, puesto que se determinó un hecho el comportamiento de las tres variedades de col (*Brassica oleracea* .L) como: Corazón de buey, Col Crespa y Col Quintalera, frente a las condiciones edafoclimáticas de la localidad de Lamas.

Nivel de investigación

La investigación correspondió al nivel explicativo, puesto que busca el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones de causa-efecto, buscando determinar las causas, así como los efectos, mediante la prueba de hipótesis, y la utilización de diseños estadísticos experimentales.

2.2. Diseño de investigación

De acuerdo a la investigación, corresponde a un diseño de investigación experimental, puesto que las variables independientes, producen un efecto deseado en las variables dependientes.

2.3. Población y muestra

Población

Estuvo representada por 960 plantas de col, distribuidas en 12 sub parcelas (tres tratamientos y cuatro repeticiones), en un área total de 300 m².

Muestra

La muestra de la investigación estaba dada por 120 plantas de col a ser evaluadas (12.5%), correspondientes a las parcelas netas de cada sub parcela.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.4.1. Fuentes

a. Fuentes primarias

Medición y toma directa de datos en campo. Los instrumentos de recolección de datos a utilizados fueron fichas de observación, fichas toma de datos en campo y fichas bibliográficas, semilla, wincha, tacarpo, palana, lampa, costales, rafia.

b. Fuentes secundarias

Para el desarrollo de la investigación se consultaron estudios similares al presente proyecto, sobre todo aquellos en los cuales se utilizó la evaluación de adaptabilidad de variedades de Col.

2.5. Técnicas de procedimiento y análisis de datos

En el proyecto de investigación utilizó un diseño estadístico experimental distribuido en bloques completos al azar (DBCA), con tres tratamientos y con cuatro repeticiones cada uno, como herramienta de prueba de hipótesis se usó el Error tipo I. Cada una de las variables estudiadas se sometió a un Análisis de Varianza (ANVA) y la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan con una significancia del 5%, ya que el experimento se desarrolló en condiciones de campo. El análisis de los datos se realizó con la ayuda del software estadístico Infostat 2018.

2.5.1. Modelo matemático del diseño estadístico experimental DBCA

$$\gamma_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

μ = Media general.

β_j = Efecto de j – ésimo bloque.

τ_i = Efecto del i – ésimo tratamiento.

ε_{ij} = **Efecto** aleatorio del error.

c. Tratamientos en estudio

Tabla 1.
Tratamientos en estudio

Trat.	Clave	Descripción
1	T1	Col corazón de buey
2	T2	Col crespá
3	T3	Col quintalera

Fuente: Elaboración propia

2.6. Metodología

2.6.1. Ubicación del experimento

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Fundo Hortícola “El Pacífico”, de propiedad del productor Jorge Luís Peláez Rivera, en el distrito y provincia de Lamas.

a. Política

- Departamento : San Martín
- Provincia : Lamas
- Distrito : Lamas
- Fundo : Pacífico

b. Geográficas

- Latitud Sur : 06° 20' 15''
- Longitud Oeste : 76° 30' 45''
- Altitud: 839 m.s.n.m.

Características climáticas:

Según el sistema de clasificación de Holdridge (1984), la zona de vida está ubicada dentro del bosque seco tropical (bs-T).

Tabla 2.
Condiciones climáticas del lugar del experimento

Meses	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Total	Promedio
Año: 2018 – Enero 2019						
T° Mínima (°C)	19.3	18.6	23.0	25	85.9	21.475
T° Media (°C)	23.0	23.2	24.9	25.0	96.1	24.025
T° Máxima (°C)	27.4	28.2	30.1	25.40	111.1	27.775
Precipitación (mm)	89.1	68.2	55.3	234.70	447.3	111.825
Humedad relativa (HR)	90	88	85	85.10	348.1	87.025

Fuente: Senamhi (2019) Tarapoto

Características edáficas:

A continuación, se presenta el análisis Físico-Químico del suelo del fundo “El Pacífico” el cual tiene una clase textural franco arcillo arenoso.

Tabla 3.
Análisis físico - químico del suelo

Determinaciones		Dato	Interpretación
pH		6.99	Neutro
M.O (%)		1.96	Bajo
C.E. (µS)		113.25	No hay problema de sales
Análisis Físico de la muestra	(%) Arena	53.0	
	(%) Limo	16.0	
	(%) Arcilla	31.0	
	Clase Textural		Franco Arcillo Arenoso
Elementos mayores disponibles	N (%)	0.0882	Bajo
	P (ppm)	30.63	Alto
	K (ppm)	136.23	Medio
Análisis Químico de Cationes Cambiables	Ca ⁺⁺ (meq/100 g)	6.32	Bajo
	Mg ⁺⁺ (meq/100 g)	1.12	Bajo
	K ⁺ (meq/100 g)	0.3	Bajo
	Na ⁺ (meq/100 g)	0.1	Muy Bajo
C.I.C. (meq/100 g)		7.9	

Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA – UNSM – T. (2018).

2.6.2. Conducción del experimento

a. Preparación del terreno definitivo

Las labores de preparación del terreno fueron orientadas a la eliminación de malezas, labranza, se manipuló la estructura del suelo, se realizó de forma mecánica a través de un motocultor parcelando y rastrillando a una profundidad aproximada de 0.25-0.30 m., generando de esta forma, condiciones adecuadas para el desarrollo y penetración del sistema radicular.

b. Demarcación del terreno

La demarcación del área experimental se realizó con la ayuda de una wincha graduada. La demarcación de los bloques y tratamientos se realizó tomando en cuenta las áreas de cada una de éstas.

c. Muestreo de suelos

Se tomó la muestra del suelo con el método del zig-zag, tomando 10 submuestras para homogenizar y obtener un kilo gramo de muestra (suelo) representativa del campo, se secaron bajo sombra para su posterior remisión al laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín (UNSM-T), para su análisis químico respectivo, se tomó la muestra a una profundidad de 20.00 cm.

d. Siembra

La actividad de siembra se llevó a cabo en el mes de octubre, se sembró cuando las plantas tuvieron 5 hojas y de aproximadamente 15 centímetros de altura a una profundidad de 5 cm, colocando un planta por golpe, con distanciamientos de 0.6 m entre surco por 0.50 m entre golpes.

e. Riego

Esta labor se realizó constantemente en las mañanas y en algunas tardes si se requería, a través del sistema de riego por aspersión, las que de acuerdo al clima y a las exigencias del cultivo fue utilizado.

f. Control de malezas

El control de maleza se efectuó en forma manual, utilizando machetes, los mismos que se realizaron a los 20, 40 y 70 días después del trasplante.

g. Aplicación de materia orgánica

En base a los resultados del análisis del suelo y los requerimientos del cultivo, se calculó la cantidad de materia orgánica descompuesta (gallinaza) a razón de 30 ton.ha⁻¹ a toda el área experimental 8 días antes de la siembra.

h. Control de plagas y enfermedades

Se realizaron inspecciones en forma periódica, con lo cual no se determinó la presencia plagas y enfermedades, el mismo que no se aplicó ningún tipo de control.

i. Cosecha

Las cabezas fueron cosechadas cuando en el área de investigación se obtuvo más del 50% en el que los repollos alcanzaron su tamaño y consistencia, antes que alcancen su punto de madurez, esto nos indica cuando están compactas, pero sin reventarse. De acuerdo con las características de cada híbrido los días a cosecha se tuvieron en un rango de 100-120 días después de la cosecha las raíces y tallos fueron cortados justamente cerca de la base de la cabeza y dejar al menos una capa de hojas externas para protegerlas del manipuleo para su evaluación.

2.7. Indicadores evaluados**a. Altura de planta (cm)**

En 10 plantas tomadas al azar de unidad experimental, utilizando una wincha se midió la altura desde el nivel del suelo hasta la máxima altura alcanzada por la planta (ápice de la parte foliar).

b. Diámetro de la base del tallo (cm)

El diámetro de la base del tallo se midió en las 10 plantas al azar de cada tratamiento, utilizando una wincha y luego sus promedios se expresaron en cm.

c. Diámetro de la cabeza (cm)

El diámetro de la base del tallo se midió en las 10 plantas al azar de cada unidad experimental, utilizando una wincha y luego sus promedios se expresaron en cm.

d. Longitud de la cabeza (cm)

Se realizó al momento de la cosecha con una wincha, donde se fue tomando medidas a cada cabeza de la col por planta, para lo cual se tomó 10 plantas a azar por cada unidad experimental, para el proceso de los datos.

e. Peso de la cabeza (kg)

Se cosechó y se pesó las cabezas de las 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental, se promedió su peso y fue expresado en kilos.

f. Rendimiento en la producción en t.ha⁻¹

Luego de la etapa final del cultivo que viene a ser la maduración, se realizó la cosecha total para determinar el rendimiento en kg.ha⁻¹ que se obtuvo del cultivo, con el objeto de realizar las comparaciones correspondientes.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Altura de planta (cm)

Tabla 4.

Análisis de la Varianza para la altura de planta (cm)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	0.07	3	0.02	0.03	0.9907
Tratamientos	101.50	2	50.75	75.91	<0.0001 **
Error experimental	4.01	6	0.67		
Total	105.58	11			

R² = 96.0%

C.V. = 2.49%

** = Altamente Significativa

La fuente de variabilidad Tratamientos resultó altamente significativa ($P < 0.01$), según el análisis de varianza (tabla 4), con un Coeficiente de Determinación (R^2) que determina y explica en 96.0% los efectos de los tratamientos estudiados sobre la altura de planta. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 2.49% determinó una desviación muy pequeña en los datos obtenidos y procesados.

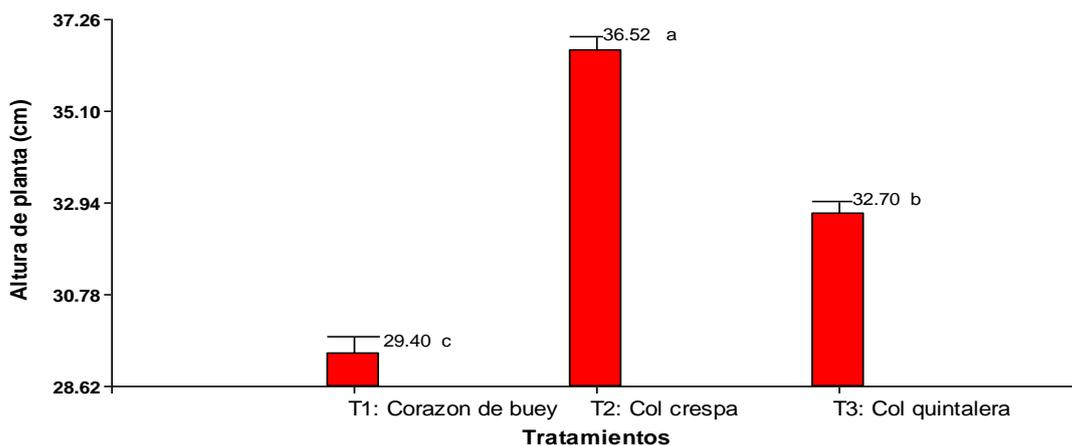


Figura 1: Test de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de altura de planta (cm) por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

El Test de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios de la altura de planta (cm) por tratamiento (figura 1), nos muestra que con el T2 (Col crespá) se obtuvo el mayor promedio con 36.52 cm de altura de planta y el cual superó estadísticamente a los tratamientos T3 (Col quintalera) y T1 (Corazón de buey) quienes arrojaron promedios de 32.7 y 29.4 cm de altura de la planta respectivamente. Tal como hace referencia Bailón

(2008), en cuanto a la altura de planta, la col se desarrolla en forma homogénea, es decir no está influenciado por el área de desarrollo, la competencia por nutrientes por planta y los diferentes sistemas de siembra, esta situación se debe a que las plantas estuvieron situadas correctamente para recepcionar la energía luminosa necesaria para activar la fotosíntesis y no tener problemas con el crecimiento. Además, se asume que fueron fertilizados homogéneamente, es decir a cada planta se dio lo que correspondía y todas las labores culturales.

Bailón (2008), menciona que en cuanto a la altura de planta, la col se desarrolla en forma uniforme, es decir no fue influenciado por el área de desarrollo, la competencia por nutrientes por planta y los diferentes sistemas de siembra, esta situación se debe a que las plantas estuvieron situadas correctamente para recepcionar la energía luminosa necesaria para activar la fotosíntesis y no tener problemas con el crecimiento. Además, se asume que fueron fertilizados homogéneamente, es decir a cada planta se dio lo que correspondía y todas las labores culturales.

Esto puede estar dado por la proporción de raíz, tallo y hoja, pues estos índices representan la fracción del total de biomasa que la planta distribuye a cada uno de los órganos; es decir, una medida de su inversión en órganos fotosintéticos, de sostén y de absorción, formulado por (Hunt, 2002); (Cuéllar y Arrieta, 2010).

De acuerdo a la prueba de Duncan observamos que T3 (Estiércol de vacuno), T1 (Gallinaza), T2 (Humus de lombriz), son estadísticamente significativos sobre el tratamiento Testigo (Sin abono) que están con promedios de 40, 38 y 35 sobre los 23 del testigo respectivamente. Estableciendo una relación directa de la altura de la planta con los factores estudiados, indicando, de que las plantas que presentan una mayor altura son los que muestran un mayor peso de la cabeza. Estos datos vienen a demostrar que los tratamientos que recibieron abonos orgánicos han asimilado posiblemente una mayor cantidad de Nitrógeno en relación al testigo, es por eso que las plantas expresan un mayor crecimiento y desarrollo, esto viene a reiterar lo que manifiesta (Barreira, 1978).

3.2 Diámetro de la base del tallo (cm)

Tabla 5.

Análisis de la Varianza para el diámetro (cm) del tallo.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	0.01	3	2.5E-03	0.05	0.9846
Tratamientos	0.99	2	0.50	9.47	0.0139 *
Error experimental	0.31	6	0.05		
Total	1.31	11			

$R^2 = 76.0\%$

C.V. = 6.75%

* = Significativa

La fuente de variabilidad Tratamientos resultó significativa ($P < 0.05$), según el análisis de varianza (tabla 5), con un Coeficiente de Determinación (R^2) que determina y explica en 76.0% los efectos de los tratamientos estudiados sobre diámetro de la base del tallo. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 6.75% determinó una desviación muy pequeña en los datos obtenidos y procesados.

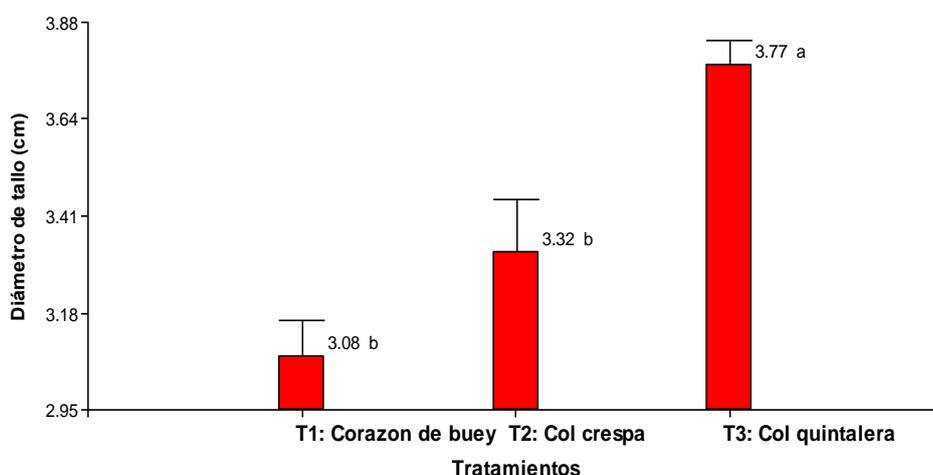


Figura 2: Test de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios de diámetro del tallo (cm) por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

El Test de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios del diámetro del tallo (cm) por tratamiento (figura 2), nos muestra que con el T3 (Col quintalera) se obtuvo el mayor promedio con 3.77 cm de diámetro del tallo y el cual superó estadísticamente a los tratamientos T2 (Col crespa) y T1 (Corazón de buey) quienes arrojaron promedios de 3.32 y 3.08 cm de diámetro del tallo respectivamente. Bailón (2008), indican que a menor área entre plantas el diámetro de tallo también es menor particularmente en el T3 (Sistema quinconce) con distanciamiento de 0.40 m y alta densidad de plantas. Esta situación es

similar al diámetro de copa es decir se corrobora que a mayor área de desarrollo se obtiene plantas con mayor diámetro tanto para el tallo como para la copa y viceversa. Sin embargo, una planta con menor diámetro de tallo indica que tiene menor materia seca por lo tanto menor peso, ello debido fundamentalmente a las causas analizadas para el diámetro de copa.

Bailón (2008), indica que a menor área entre plantas el diámetro de tallo también es menor particularmente en el T3 (Sistema quinconce) con distanciamiento de 0.40 m y alta densidad de plantas. Esta situación es similar al diámetro de copa es decir se corrobora que a mayor área de desarrollo se obtiene plantas con mayor diámetro tanto para el tallo como para la copa y viceversa. Sin embargo, una planta con menor diámetro de tallo indica que tiene menor materia seca por lo tanto menor peso, ello debido fundamentalmente a las causas analizadas para el diámetro de copa.

3.3 Diámetro de la cabeza (cm)

Tabla 6.

Análisis de varianza para el diámetro (cm) de la cabeza.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	1.60	3	0.53	1.76	0.2546
Tratamientos	64.81	2	32.41	106.73	<0.0001 **
Error experimental	1.82	6	0.30		
Total	68.23	11			
R ²	= 97.0%				
C.V.	= 2.43%				
**	= Altamente Significativa				

La fuente de variabilidad Tratamientos resultó altamente significativa ($P < 0.01$), según el análisis de varianza (tabla 6), con un Coeficiente de Determinación (R^2) que determina y explica en 97.0% los efectos de los tratamientos estudiados sobre el diámetro de la cabeza. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 2.43% determinó una desviación muy pequeña en los datos obtenidos y procesados.

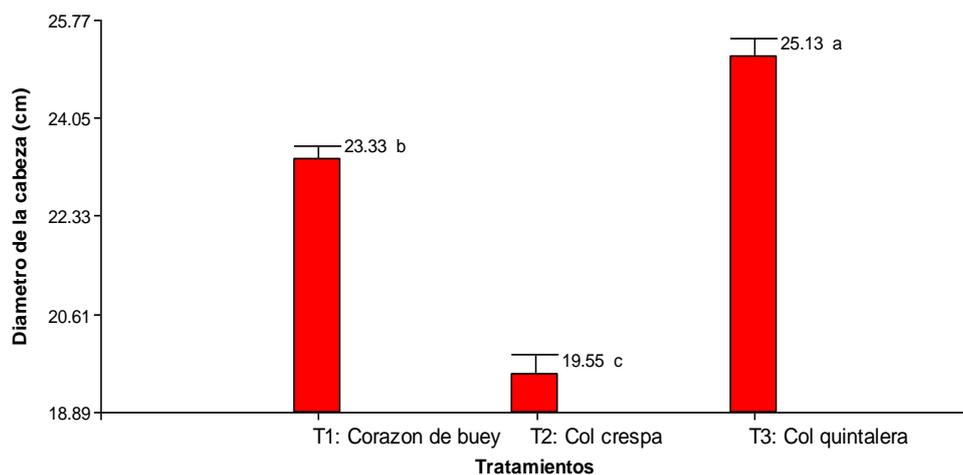


Figura 3: Test de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios de diámetro de la cabeza (cm) por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El Test de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios del diámetro de la cabeza (cm) por tratamiento (figura 3), nos muestra que con el T3 (Col quintalera) se obtuvo el mayor promedio con 25.13 cm de diámetro de la cabeza y el cual superó estadísticamente a los tratamientos T1 (Corazón de buey) y T2 (Col crespa) quienes arrojaron promedios de 23.33 y 19.55 cm de diámetro de col tallo y cabeza respectivamente.

Cabe señalar que se observa el promedio del diámetro del fruto obtenido por el T3 (Col quintalera) con promedio de 25.13 cm, deducimos que estuvo relacionado al distanciamiento de la siembra de 0.6 m entre surcos y 0.50 m entre golpes. Vemos reflejado que el distanciamiento utilizado fue determinante en el diámetro de la cabeza. Entre las tres variedades que estadísticamente fueron diferentes en relación a diámetro, podemos mencionar que el T3 (Col Quintalera) sus hojas realizaron una mejor fotosíntesis y el resultado final se vio reflejado en una mejor compactación de hojas. En referencia a que a los T1 (Col Corazón de Buey) y T2 (Col Crespa) no obtuvieron un diámetro mayor se debió a que sus hojas envolventes no llegaron a compactarse lo suficiente y proporcionar así un diámetro igual o mayor que el T3 (Col Quintalera).

Así Sandoval (1993) evidenciaron los mejores rendimientos con la siembra indirecta, con distanciamientos de 0.5 x 0.4 m y los híbridos Lambada, Aladin, Nova, Morris y Green Boy, ordenados descendientemente según sus rendimientos.

Para Bailón (2008), resulta diferente sembrar col china a diferentes métodos de

siembra, es decir en algunos métodos favorece el área de desarrollo para cada planta siendo mayor en algunos y menor en otros. Se observa que, a mayor área, mayor diámetro de copa y viceversa, ello nos indica que las plantas de col china desarrollan mejor siempre y cuando no existe competencia por nutrientes del suelo y por la luz emitida por el sol. Obtener plantas de col china con menor diámetro de copa indica que el conglomerado de las hojas está bien formadas y blandas así como pecíolos de color blanco lo que favorece en cuanto a la calidad, puesto que los consumidores de col china prefieren pecíolos blancos y con menor porcentaje de fibra.

Rea (2012), indica que en cuanto al diámetro de la cabeza, la aplicación de Gallinaza, en dosis de $12000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, presentó el mayor valor (75.58 cm) y el menor valor, el tratamiento Testigo (61.30 cm).

Según Girard y Osorio (1975), citado por Porras (2007), la distancia de siembra es influyente en cualquier sistema de cultivo y lo es aún más en el repollo. A medida que se reduce la distancia de siembra se reduce el tamaño de la cabeza producida y viceversa.

En la investigación de Porras (2007), no se encontró diferencias significativas en cuanto al efecto de las distintas densidades sobre la variable diámetro de cabeza de repollo, en sus resultados se determina una tendencia de mayor diámetro cuando se utilizó la menor densidad de siembra (0.50 m entre planta y 0.70 m entre surco).

En la investigación realizada se manejaron las densidades de siembra que utilizan actualmente la mayoría de productores de repollo en el occidente, cabe resaltar que se utilizó la misma densidad de siembra para los cuatro tratamientos (0.45 m, entre planta y 0.50 m entre surco).

3.4 Longitud de la cabeza (cm)

Tabla 7.

Análisis de varianza para la longitud de la cabeza (cm).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	0.86	3	0.29	0.25	0.8616
Tratamientos	70.87	2	35.44	30.29	<0.0007 **
Error experimental	7.02	6	1.17		
Total	78.75	11			

$R^2 = 91,0\%$

C.V. = 6,02%

** = Altamente Significativa

La fuente de variabilidad Tratamientos resultó altamente significativa ($P < 0.01$), según el análisis de varianza (tabla 7), con un Coeficiente de Determinación (R^2) que determina y explica en 91.0% los efectos de los tratamientos estudiados sobre la longitud de la cabeza. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 6.02% determinó una desviación muy pequeña en los datos obtenidos y procesados.

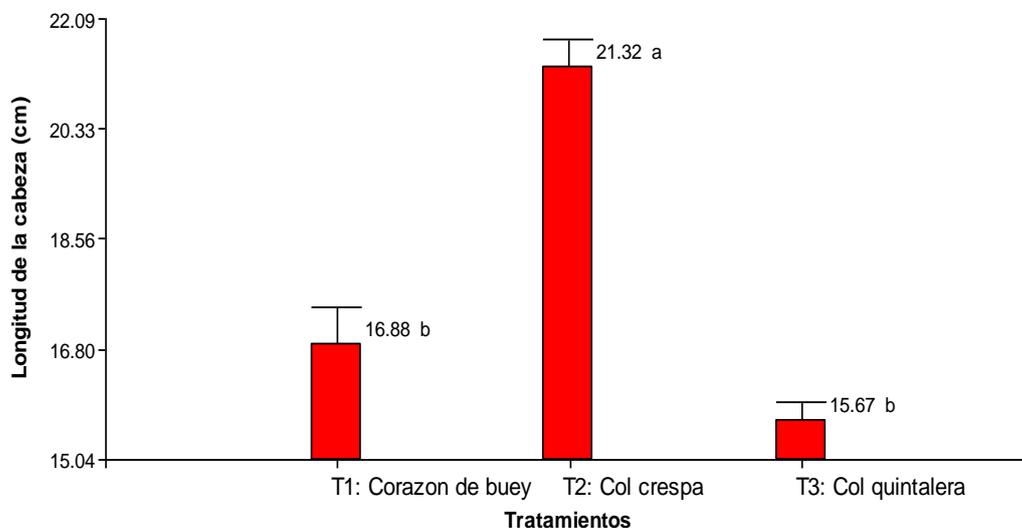


Figura 4. Test de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de la longitud de la cabeza (cm) por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El Test de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios de la longitud de la cabeza (cm) por tratamiento (figura 4), nos muestra que con el T2 (Col crespá) se obtuvo el mayor promedio con 21.32 cm de longitud de la cabeza y el cual superó estadísticamente a los tratamientos T1 (Corazón de buey) y T3 (Col quintalera) quienes arrojaron promedios de 16.88 y 15.67 cm de longitud de la cabeza respectivamente.

Deducimos que los resultados obtenidos en la longitud de la cabeza se debe a la aplicación de materia orgánica (gallinaza), esto debido al mejoramiento de la capacidad de intercambio catiónico en el suelo, la textura y estructura, la retención y disponibilidad del agua disponible, entre otros beneficios tal como lo explica (Gros y Domínguez, 1992), ya que existen dos fases la humidificación y la mineralización durante la cual los microorganismos del suelo actúan sobre la materia orgánica desde el momento en que se la entierra, razones que sustentan sus efectos en la altura de planta en cm.

3.5 Peso de la cabeza (kg)

Tabla 8.

Análisis de varianza para el peso de la cabeza (kg).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	0.02	3	0.01	0.40	0.7561
Tratamientos	0.37	2	0.19	14.10	<0.0054 **
Error experimental	0.08	6	0.01		
Total	0.47	11			

R² = 83.0%

C.V. = 6.13%

** = Altamente Significativa

La fuente de variabilidad Tratamientos resultó altamente significativa ($P < 0.01$), según el análisis de varianza (tabla 8), con un Coeficiente de Determinación (R^2) que determina y explica en 83.0% los efectos de los tratamientos estudiados sobre el peso de la cabeza. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 6.13% determinó una desviación muy pequeña en los datos obtenidos y procesados.

Según datos obtenidos observamos que una de las variedades fue el que sobresalió quedando al margen la variedad Corazón de Buey y Quintalera, sin embargo debemos de analizar que para esta investigación los factores como suelo, fertilización y agua fueron homogéneos para todos los tratamientos. En relación a suelo (tabla 3) según el análisis la característica física es franco arcillo arenoso con este resultado según el marco teórico era uno de los tipos de suelo adecuado para un excelente desarrollo. En cuanto a la característica química el pH fue de 6.99 es decir neutro, según estos datos comparados con los requerimientos de los híbridos de la investigación la relación del pH influyo para obtener los pesos establecidos en la investigación, esto comparado con otras investigaciones o entre otras variedades. Este tipo de suelo habría afectado a las variedades Corazón de Buey y Quintalera en relación con la variedad Crespa sobre peso de cabeza, sin embargo observamos que si obtuvo un peso aunque su desarrollo no fuese el óptimo en comparación con los demás híbridos. Los restantes tres tratamientos aprovecharon las condiciones necesarias para obtener un peso y aunque no se obtuvo un repollo que tuviera un peso relevante los datos de peso reflejan que el desarrollo del cultivo en suelos del trópico o sub-trópico.

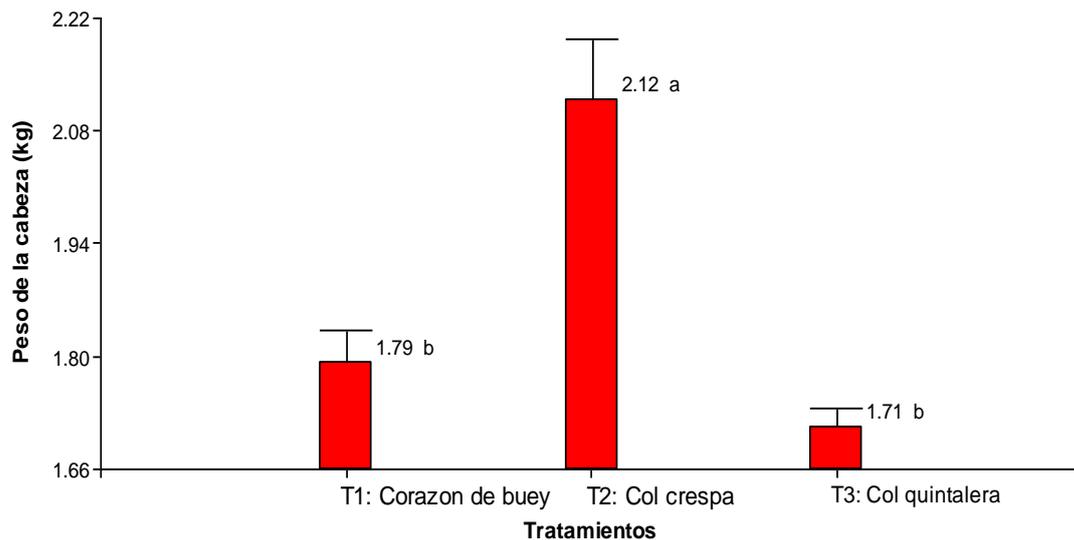


Figura 5: Test de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios del peso de la cabeza (cm) por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

El Test de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios del peso de la cabeza (kg) por tratamiento (figura 5), nos muestra que con el T2 (Col crespá) se obtuvo el mayor promedio con 2.12 kg de peso de la cabeza y el cual superó estadísticamente a los tratamientos T1 (Corazón de buey) y T3 (Col quintalera) quienes arrojaron promedios de 1.79 y 1.71 kg de peso de la cabeza respectivamente. Estos factores pueden estar influenciados a las condiciones climáticas del lugar de ejecución del proyecto de investigación con una humedad relativa de 284.3 HR, precipitación acumulada total mensual de 271.3 mm (tabla 2) favoreciendo por un lado la descomposición de la materia orgánica (gallinaza), la cual estuvo en función a la cantidad y por ende a su efecto sobre la mayor disponibilidad de nutrientes por su efecto como coloide mineral.

Estos factores pueden estar influenciados a las condiciones climáticas del lugar de ejecución del proyecto de investigación con una humedad relativa de 284.3 HR, precipitación acumulada total mensual de 271.3 mm (tabla 2) favoreciendo por un lado la descomposición de la materia orgánica (gallinaza), la cual estuvo en función a la cantidad y por ende a su efecto sobre la mayor disponibilidad de nutrientes por su efecto como coloide mineral.

Rea (2012), indica que el peso de la cabeza, se obtuvo con la aplicación de Gallinaza en dosis de 12000 kg.ha⁻¹ obtuvo el mayor valor, con 4.74 kg, superando estadísticamente al Humus de Lombriz en dosis de 12000 kg.ha⁻¹ con un valor de 2.55 kg y Bovinaza en

dosis de 12000 kg.ha⁻¹ con un valor de 3.10 kg, siendo el tratamiento Testigo, el que presentó el menor valor con 1.67 kg.

En el estudio realizado por Ramírez (2011) sobre respuesta de repollo a fertilización química y orgánica obtuvo que el efecto de la fertilización orgánica “lombricompost” y química en interacciones aumenta significativamente el peso y perímetro de las cabezas de repollo. Para la investigación que se llevó a cabo solamente se utilizó la incorporación de elementos mayores (N.P.K) y foliares, esto debido a que se priorizaron las variables de acuerdo a la adaptabilidad de la zona con clima caluroso.

3.6 Rendimiento (kg.ha⁻¹)

Tabla 9.

Análisis de varianza para el rendimiento (kg.ha⁻¹).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	12294879,28	3	4098293,09	0.40	0.7567
Tratamientos	287328918,20	2	143664459,10	14.11	< 0.0054**
Error experimental	61087519,38	6	0181253,23		
Total	360711316,86	11			

R² = 83.0%

C.V. = 6.13%

** = Altamente Significativa

La fuente de variabilidad Tratamientos resultó altamente significativa (P<0,01), según el análisis de varianza (tabla 9), con un Coeficiente de Determinación (R²) que determina y explica en 83.0% los efectos de los tratamientos estudiados sobre el peso de la cabeza. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 6.13% determinó una desviación muy pequeña en los datos obtenidos y procesados.

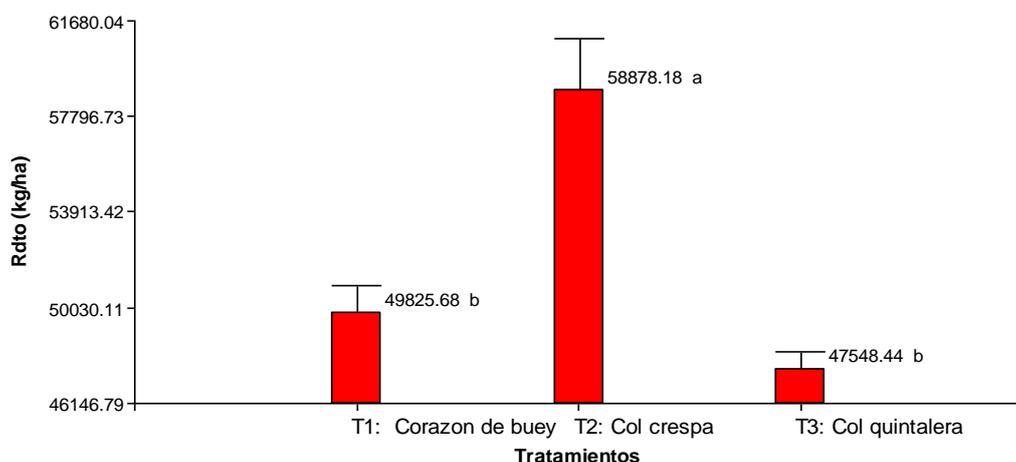


Figura 6: Test de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios del rendimiento (kg/ha) por tratamiento. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El Test de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios del rendimiento (Kg.ha^{-1}) por tratamiento (figura 6), nos muestra que con el T2 (Col crespita) se obtuvo el mayor promedio con $58\,878 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de rendimiento y el cual superó estadísticamente a los tratamientos T1 (Corazón de buey) y T3 (Col quintalera) quienes arrojaron promedios de $49\,825.68$ y $47\,548.44 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de rendimiento respectivamente.

Los rendimientos de un cultivo pueden mermar debido a diversos factores como lo son ambientales y el manejo agronómico, el peso fresco de la cabeza de repollo está relacionada a los factores: densidad de siembra, características físico-químicas del suelo, condiciones climáticas y por las características propias del cultivar.

En la (figura 6), para la variable rendimiento en kg.ha^{-1} , existe un tratamiento que tuvo una ventaja que la posiciono como superior en relación a los demás tratamientos. Estos resultados indican que la variedad Crespita es estadísticamente diferente en cuanto a las variedades Corazón de Buey y Quintalera en relación a la variable de rendimiento en kg.ha^{-1} .

Hay que considerar que a mayor población se garantiza mayor número de cabezas por hectárea con la diferencia de que el peso unitario de las cabezas también puede variar. El rendimiento de un cultivo en cualquier unidad de medida que se exprese, es un factor clave para que el agricultor observe y analice el volumen de la producción obtenida, el potencial genético de la semilla utilizada y los resultados del manejo del cultivo con variables como densidades de siembra, dosis y época de aplicación del fertilizante.

En el estudio elaborado por (Ramírez, 2011), se determinó que el efecto de la fertilización orgánica “lombricompost” 2000 kg.ha^{-1} y química (168N, 210P, 165K) kg/ha , en interacciones incrementa significativamente el rendimiento de medias del repollo. Obteniendo datos de rendimiento de 1.2 kg.ha^{-1} . En relación con los datos obtenidos en esta investigación se obtuvieron medias de rendimiento de 0.91 kg.ha^{-1} , observamos una diferencia de peso el cual se ve reflejado en el precio por unidad de cabeza. En lo que respecta al repollo se obtendrá un buen precio del mismo en relación a peso y calidad además del diámetro que presente o dependiendo del cultivar.

La investigación de Sandoval (1993) en donde en un estudio preliminar de

adaptabilidad de 5 híbridos de repollo los datos obtenidos para la variable de rendimiento fueron de 33.340 kg.ha⁻¹.

Rea (2012), en la variable de rendimiento indica que, el mayor valor se obtuvo con la aplicación de Humus de lombriz, en dosis de 16000 kg/ha, con 84996.60 kg/ha, igual estadísticamente a la aplicación de Gallinaza en dosis de 12000 kg/ha; Bovinaza 8000 kg/ha, y estos superiores estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el tratamiento Testigo, el que presentó el menor valor, con 27887.77 kg.ha⁻¹.

Mérida (2016), menciona que los rendimientos de un cultivo pueden mermar debido a diversos factores como lo son ambientales y el manejo agronómico, el peso fresco de la cabeza de repollo está relacionada a los factores: densidad de siembra, características físico-químicas del suelo, condiciones climáticas y por las características propias del cultivar.

CONCLUSIONES

- En el proceso de investigación, de las tres variedades de col evaluadas, el tratamiento que produjo el mejor rendimiento fue; (T3) Col Crespa, alcanzando un rendimiento promedio de 58 878,18 kg.ha⁻¹.
- A partir de los análisis y las comparaciones entre los tratamientos evaluados de acuerdo a la variable de diámetro de cabeza según los datos obtenidos en campo las variedades Col Quintalera y Col Corazón de buey fueron estadísticamente iguales.
- La Col quintalera (T3) arrojó el mayor diámetro de tallo con 3,77 cm y el mejor diámetro de la cabeza con 25,13 cm; pero el menor peso de la cabeza con 1,71 kg.
- La col Corazón de buey alcanzó los promedios más bajos con 19,4 cm de altura de planta y 3,08 cm de diámetro del tallo, pero con un peso de la cabeza de 1,79 kg y un rendimiento mayor que la Col quintalera con 49 825,68 kg.ha⁻¹.

RECOMENDACIONES

Sobre la base de una densidad de 27 778 plantas.ha⁻¹ en surcos dobles y los resultados de esta primera experiencia, recomendamos:

- Realizar otras investigaciones comparando diferentes distanciamientos y época de siembra, generando así, más información técnica, para la diversificación de cultivos.
- Se recomienda continuar evaluando la adaptabilidad de estas tres variedades de col: corazón de buey, crespa y quintalera, en otras condiciones edafoclimáticas del departamento, como cultivo comercial, en beneficio de los pequeños y medianos productores.
- Realizar estudios del comportamiento de las variedades de Col Corazón de buey, Col Crespa y Col Quintalera, en la etapa de semillero, comparando; sustratos, porcentaje de germinación, vigor, entre otras variables.
- Promover el establecimiento de parcelas demostrativas con estas variedades de Col Corazón de buey, Col Crespa y Col Quintalera, para evidenciar la adaptabilidad de este cultivo, incentivando en los medianos y pequeños agricultores el interés en la diversificación agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila, C. (2000). Enfermedades y plagas de las hortalizas y su manejo. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Bogotá D.C., 68 pág.
- Babilonia, A.; Reátegui, J. (1994). *El cultivo de las hortalizas en la selva baja del Perú*. Manual teórico- práctico. Primera Edición. Iquitos- Perú. Edit. CETA pág. 189.
- Bailón, A. E. (2008). *Sistema de siembra en el rendimiento de col china (Brassica chinensis L.) variedad 'wong bock' en Tingo María*. Para optar título profesional de Ingeniero Agrónomo, en la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú. Pág. 66.
- Barreira E., A. (1978). Fundamentos de Edafología para la Agricultura. Primera Edición. Hemisferio Sur S.A., Argentina. 152 págs.
- Borrego, V. (2000). *Horticultura herbácea y especial*. Mundi prensa. Madrid – España.
- Box, M. (1968). *Repollos y coles de Bruselas*. Ministerio de Agricultura, Madrid Año de publicación.
- Caseres, E. (1971). *Producción de hortalizas*. 2ª edición. Distrito Federal, México, Herrera sucesores. pág. 310.
- Caseres, E. (1980). Producción de Hortalizas. 3ra Edic. San José de Costa Rica. Edit. IICA, 387 pp.
- Castellano, J. Z.; Pratt, P.F. (1981). *Mineralization of Manure Nitrogen-Correlation with Laboratory Indexes*. Soc. Am. J. 45: 354-357 Págs.
- CBI Perú Sac (2010). *Efectividad del empleo de enmiendas húmicas con Kimelgran y Agriphos en la Costa y Selva peruana*. Lima Perú.
- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (2003). *Guía Técnica del Cultivo de Repollo*. Km 33. Carreta a Santa Ana, San Andrés, La Libertad.
- Chauvet M. (1976). Les choux chinois. Un produit d'avenir. M.I.F.L., n° 27. Págs., 13-17.

- Cuéllar, N, D.; Arrieta, H. J, M. (2010). *Evaluación de respuestas fisiológicas de la planta arbórea Hibiscus rosasinensis L. (Cayeno) en condiciones de campo y vivero*. Corpoica Cienc. Tecnol. Agropec. 11: 61-72 pág.
- Douglas, D. (1985). *Manual de horticulura para el Perú*. Editorial MANFER S.A. Barcelona, España. 95 pág.
- Eddmond, J. (1975). *Fundamentals of horticulture*. Me Graw Hill Book. 4ta. edición. New York. Saint Louis. San Francisco. 343 pág.
- Elers, B. and Wiebe, H.J.1. (1984). Flower formation of chinese cabbage (I, II). p. 210. In: mous Maroto, J. V. Elementos de horticulura general, Mundi-Prensa Libros, Madrid.
- Fajardo Medina Gonzalo Ernesto (2002), Cultivo de Hortalizas de Hojas. Segunda edición. Editorial Nueva Granada, Bogotá, Colombia
- Fersini, A. (1976). *Horticulura práctica*. Editorial DIANA. México. 269 pág.
- Fundación de Desarrollo Agropecuario (1993). *Texto: victoriano sarita Valdez, edición: centro de información FDA Serie cultivos, boletín técnico n° 18, Santo Domingo república dominicana*, edición centro de información FDA. Noviembre 1993. En <http://www.cedaf.org.do/centrodoc/ebook/repollo.pdf>.
- Fontdevila, A. y Moya, A. (1999). *Introducción a la genética de poblaciones*. 349 págs. Editorial Síntesis. ISBN 84-7738-691-9.
- Fuentes, F. y Pérez, J. (2003). *Cultivo del repollo*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). La Libertad, El Salvador. 36 págs.
- Futuyma, D, J. (1997). *Evolutionary Biology*. 763 págs. Sinauer Associates Inc. ISBN: 0-87893-189-9.
- García, C. (2013). *Experiencias del cultivo de repollo en las condiciones de clima cálido* (entrevista). Malacatán, Fundación para el Desarrollo Integral de Programas Socioeconómicos (FUNDAP).

- Gómez, R. (2010). *Respuesta de la coliflor (Brassica Oleracea, Var. Botritis) a la aplicación de tres fuentes y cuatro niveles de abonos orgánicos en Quiroga – Imbabura*. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/169/1/03%20AGP%2036%20TESIS.pdf>.
- Gordon, R. (1984). *Horticultura*. DGT. Editor S.A. México. D.F. 553 pág.
- Giaconi, V. y Escaff, M. (2001). *Cultivo de hortalizas*. 15ª ed. Santiago de Chile, Universitaria. 336 págs.
- Girard, E. y Osorio, J. (1975). El cultivo del repollo. Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de Hortalizas y Frutales. Bogotá-Colombia. p. 163-p180.
- Gutiérrez M. (1993). *Hortalizas, Manual de Asistencia Técnica*. Editorial Nuevo Mundo, Primera edición, Bogotá, Colombia.
- Granados Friely, J. C. (2005). *Productos Agrícolas Admisibles en los Estados Unidos - Requisitos de Acceso*». Google Libros. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Pág.16.
- Gros, A. y Domínguez, A. (1992). *Abonos guía práctica de la fertilización*. 8va. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 450 pág.
- Holdridge, L.R. (1984). *“Ecología Basada en zonas de Vida”*. Servicio Editorial. IICA San José – Costa Rica. 107 pág.
- Holle, M. (1995). *Cultivo de Hortalizas*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Opto de Hortalizas. La Molina. Lima Perú. 117 pp.
- Hunt, R.; Causton, D, R.; Shipley, B.; Askew; A, P. (2002). *A modern DEC 2013*, Vol. 38 N° 12 869 tool for classical growth analysis. Ann. Bot. 90: 485-488.
- Inofuentes, J. (2010). *Corporación Bioquímica Internacional SAC Ácidos Húmicos y Fulvicos en el cultivo de Hortalizas Orgánicas*. CBI Colombia, Bogotá.

- INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología) (2013). Información departamental Retalhuleu (en línea). Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/>.
- Invermex. (2011). Disponible en <http://hortalizas.com/ehortalizas/?storyid=2293>.
- INFOAGRO (2007). *Cultivo de hortalizas*. Consultado en setiembre del 2016. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/col.htm>.
- IPNI (2012). *Nutrientes*. En línea. Consultado 15 de julio de 2012. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/mexnca.nsf/\\$webindex/C341802D8B22A67D06256B5A00656E2B?opendocument&navigator=herramientas](http://www.ipni.net/ppiweb/mexnca.nsf/$webindex/C341802D8B22A67D06256B5A00656E2B?opendocument&navigator=herramientas).
- Jaramillo, J, & Diaz, C. (2006). *El cultivo de las crucíferas, Brócoli, Coliflor, Repollo y Col china*. Colombia: Litomadrid-Cra.
- Krarpup, C. (1992). *Seminario sobre la producción de col*. Agricultura Development Consultans, I., Quito, Ecuador, 26 pág.
- Lange, R. y Arnold, S. J. (1983). “*The Measurement of Selection on Correlated Characaters*”. Colombia: Latinimadrid. 37:1210-1226 págs.
- Londoño, Z., M. E. (2006). Manejo Integrado de Plagas. En: *El Cultivo de las Crucíferas, Brócoli, Coliflor, Repollo, Col China*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Centro de Investigación La Selva, Rio Negro, Antioquia, Colombia. Manual Técnico 20. 176 páginas. Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb//WebBac/Documentos/ELCULTIVOOCRUCIFERAS.pdf> [consulta: 01 de marzo de 2013]
- Mack, O. (1993). *Manual de Producción Avícola*. 3ra Ed. México, 810 pág.
- Maroto. J .V. 1995. *Horticultura herbácea espacial*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid España Pp. 185 – 197.
- Maroto, J.V. (1983). *Horticultura herbácea espacial*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 165 pág.

- Mejía M. (2002). *Agricultura sin Agro tóxicos*. Editorial Corporación Mi Nuevo Mundo, Segunda Edición. Cali, Colombia.
- Mérida, J. (2016). *Adaptabilidad de cultivares de repollo; parcelamiento caballo blanco, Retalhuleu*. Universidad Rafael Landívar Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 70 pág.
- Mora, M. (1990). *Manejo de la palomilla dorso de diamante (Plutella xylostella L) en el cultivo de repollo (Brassica oleracea var capitata) en el Departamento de Francisco Morazán*. Honduras. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras, C.A. 117 pág.
- Netto, V. (2005). *Factores que influyen en la absorción de nutrientes por la raíz*.
- Pablo, J & Tamayo M. (2004). *Enfermedades de las crucíferas en Colombia*. CORPOICA, Centro de Investigación la Selva, Rio Negro, Antioquia, Colombia.
- Pat, W; Grahan S; Lan, J. (2000). *Environmental physiology of animals*. Blackwell Science. P. 644. ISBN 063203517X. USA.
- Porras, F. (2007). *Evaluación de dosis de fertilización nitrogenada y densidad de siembra sobre el rendimiento del cultivo de repollo (Brassica oleracea, var capitata L), Híbrido Izalco*. Trabajo de diploma. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, 75 pág.
- Ramírez, A. (2011). *Respuesta del repollo (brassica oleracea var. capitata) a la fertilización química y orgánica, en nochan, olopa, chiquimula, asesoría técnica y servicios comunitarios en el municipio de olopa, Chiquimula*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala. USAC. 140 pág.
- Rea, F. (2012). *Respuesta del cultivo de col (Brassica olerácea) a la aplicación de tres tipos de abonadura orgánica en la zona de Otavalo, Provincia de Imbabura*. El Ángel – Carchi - Ecuador. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuarias Escuela de Ingeniería Agronómica. 163 pág.

- Sarita, V. (1993). *Cultivo de Repollo* (en línea). Boletín Técnico No. 18. Consultado el 5 de agosto de 2013.
- Saavedra, O. (2000). *Rendimiento de la Col repollo (Brassica oleracea L). Var. Capitata, en condiciones de suelo agrícola estéril*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNAP.
- Sandoval, M. (1993). *Estudio preliminar de la adaptabilidad de 5 híbridos de repollo (Brassica oleracea var. Capitata), evaluados en dos densidades y dos formas de siembra, en la Aldea San Matías, Asunción Mita. Jutiapa*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, USAC. 86 p.
- Santos, A. (2007). “*Evaluación de biofertilizantes foliares en el cultivo de Arroz Orgánico*”. Tesis Ing. Agropecuario. Guayaquil, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad en ciencias de la Producción. Cap 2 y Cap 3.
- Sobrino, I. (1994). *Tratado de horticultura herbácea, hortalizas de hojas, de raíz y de hongos, Col Repollo de hoja Lisa, Barcelona, AEDOS*. P.89-95.
- Tamayo, P.J., Becerra, D.C. & J.E. Jaramillo (2001). *Alternaria brassicae*, agente causal de la pudrición de la cabeza en coliflor (*Brassica oleraceae* L.var. *botrytis* L.). ASCOLF Informa 27 (2):10-11.
- Tamaro, D. (1981). *Manual de horticultura*. Editorial G. Gili S.A. México D.F. 152 p.
- Teuber Winkler. O ING. (2005). *Instituto de investigaciones agropecuarias, centro Regional de Investigación Tamel Aike, Ministerio de agricultura, Chile*.
- Thompson, H. C. And Helly, W.C. (1957). *Vegetable Crops. McGraw Hill Book Company Inc., New York*.
- United States Department of Agriculture (2008). *Aggregate Stability*. Soil Quality Indicators. Fecha de consulta 14/04/2015 en: http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_053287.pdf.
- Valdez, L. (2001). *Producción de hortalizas, Col o Repollo*. UTENA. México. p. 67-79.

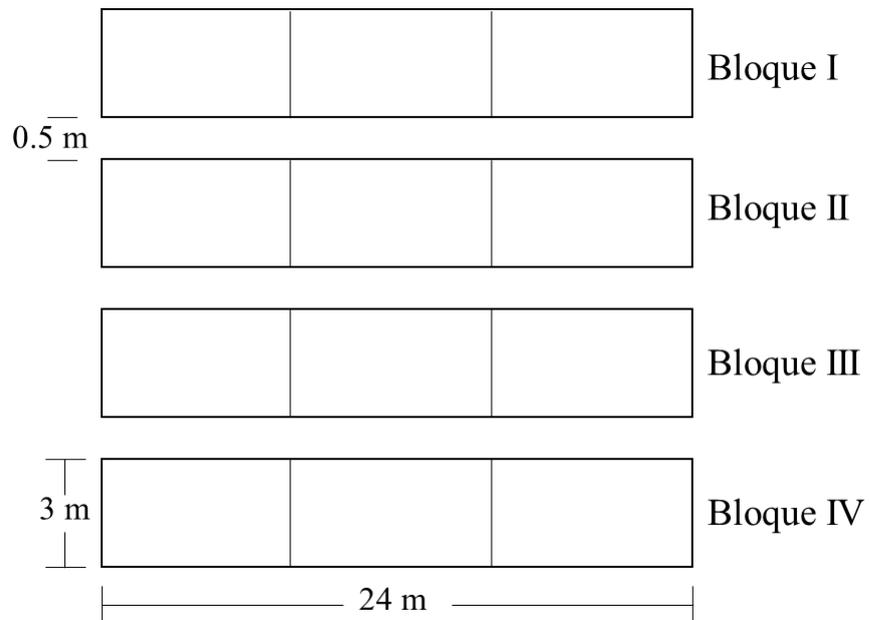
- Vásquez, Y. (2012). *Estudio de adaptabilidad de tres híbridos de coliflor (Brassica oleracea, L) De Colores (Coliflor Sunset, Coliflor Verde Trevi y Coliflor Grafiti), bajo condiciones orgánicas de cultivo, en la zona de El Quinche –Ecuador*. Tesis para optar el grado de Ing. Agrónomo. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito ,101 p.
- Vislao, S. (2013). *Estudio comparativo de adaptabilidad de cinco híbridos y una variedad en la producción del cultivo del brócoli (Brassica oleracea L.) bajo las condiciones agroecológicas del Distrito de Lamas*. Tesis para optar el grado de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. 67 pág.
- Volosky, E. (1974). *Hortalizas: cultivo y producción en Chile*. Santiago. Ediciones de la Universidad de Chile. 353 pág.
- Yuste P. (2001). *Biblioteca de la Agricultura*, Horticultura cultivo bajo invernadero col. pp 625-626.

Linkografía:

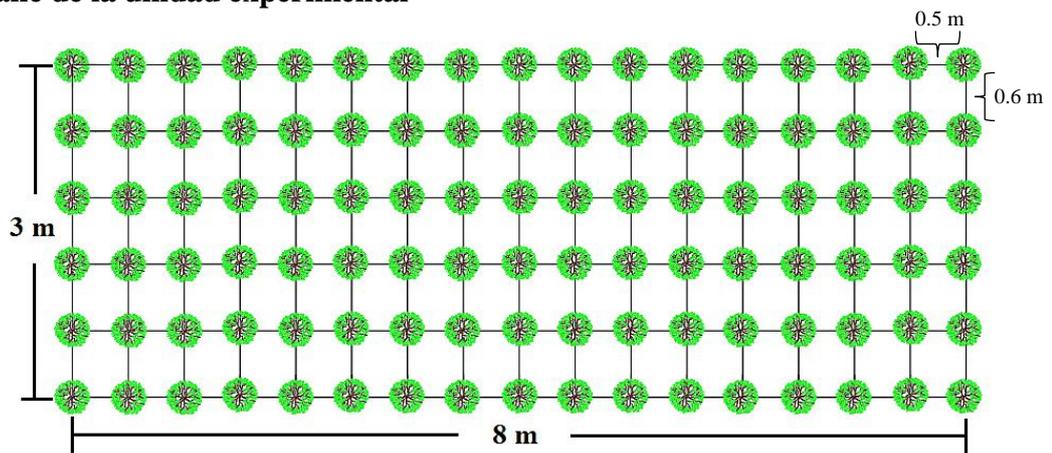
- (<http://www.fundeu.es/recomendacion/adaptabilidad-no-significa-lo-mismo-que-adaptacion-1284/>.2016).
- Invermex. 2011. Disponible en <http://hortalizas.com/ehortalizas/?storyid=2293>
- <https://www.planfor.es/compra,col-repollo-corazon-de-buey-de-vertus,G038,ES>.

ANEXOS

Anexo 1: Croquis del campo experimental



Detalle de la unidad experimental



Anexo 2. Contenido nutricional de gallinaza

Contenido Nutricional de la gallinaza.

Nutriente	Kg/Tonelada
Nitrógeno	34.7
Fósforo (P ₂ O ₅)	30.8
Potasio (K ₂ O)	20.9
Calcio	61.2
Magnesio	8.3
Sodio	5.6
Sales Solubles	56
Materia Orgánica	700

Anexo 3: Fotografías del proceso de investigación en la evaluación de la adaptabilidad de tres variedades de col (*Brassica* sp) en el distrito de Lamas.

**A****B****C****D**

A. Proceso de crecimiento en almacigo; **B.** Una semana después del trasplante; **C.** Cuarenta días después del trasplante; **D.** Altura de la planta.



E. Diámetro de la base del tallo; **F.** Diámetro de la cabeza; **G.** Longitud de la cabeza; **H.** Peso de la cabeza.