



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

TEMA:

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y PRODUCTIVO EN TRES VARIEDADES DE COL (*Brassica oleracea* V.), CON TRES TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS, EN LA PARROQUIA SAN SIMÓN, PROVINCIA BOLÍVAR.

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.

Autores:

Luis Alexander Bayas Lorenty

Frans Damian Heredia Arguello

Tutora:

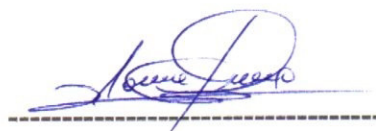
Ing. Sonia Fierro Borja Mg

GUARANDA-ECUADOR

2023

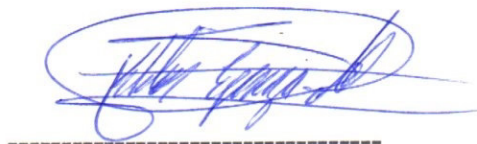
**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y PRODUCTIVO EN TRES
VARIEDADES DE COL (*Brassica oleracea* V.), CON TRES TIPOS DE
ABONOS ORGÁNICOS, EN LA PARROQUIA SAN SIMÓN, PROVINCIA
BOLÍVAR.**

REVISADO Y APROBADO POR:



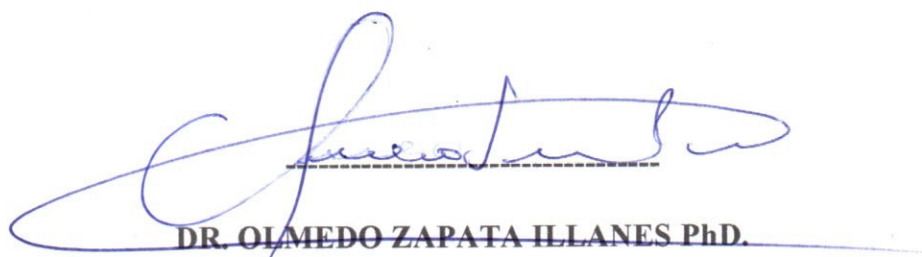
ING. SONIA FIERRO BORJA Mg.

TUTORA



ING. KLEBER ESPINOZA MORA Mg.

PAR LECTOR



DR. OLMEDO ZAPATA ILLANES PhD.

PAR LECTOR

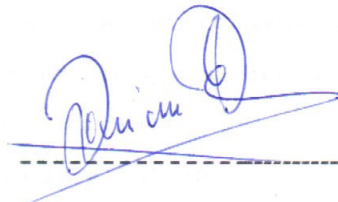
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Luis Alexander Bayas Lorenty, con CI: 1250132949 y Frans Damian Heredia Arguello, con CI: 0202388492, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



LUIS ALEXANDER BAYAS LORENTY
AUTOR
CI: 1250132949



FRANS DAMIAN HEREDIA ARGUELLO
AUTOR
CI: 0202388492



ING. SONIA FIERRO BORJA Mg.
TUTORA
CI: 0201084712



Notaría Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario

rio...

N° ESCRITURA: 20230201003P01660

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: BAYAS LORENTY LUIS ALEXANDER y HEREDIA ARGUELLO FRANS DAMIAN

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS

H.R. Factura: 001-006-000004290

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día veintiuno de Julio del dos mil veintitrés, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparece BAYAS LORENTY LUIS ALEXANDER, soltero de ocupación estudiante, domiciliado en el Cantón Ventanas de la Provincia de los Ríos y de paso por este lugar, con celular número (0979895700), su correo electrónico es lorentty9@gmail.com, y HEREDIA ARGUELLO FRANS DAMIAN, soltero de ocupación estudiante, domiciliado en la Parroquia Guanujo del Cantón Guaranda Provincia Bolívar, con celular número (0997324233), su correo electrónico es fransheredia93@gmail.com, por sus propios y personales derechos, obligarse a quienes de conocer doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruida por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que proceden libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento declaran lo siguiente manifestamos que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado **COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y PRODUCTIVO EN TRES VARIETADES DE COL (*Brassica oleracea* V.), CON TRES TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS, EN LA PARROQUIA SAN SIMÓN, PROVINCIA BOLÍVAR.** es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, previo a la obtención del título de Ingenieros Agrónomos en la Universidad Estatal de Bolívar, Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a los comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta notaría, aquellos se ratifican y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

BLB
BAYAS LORENTY LUIS ALEXANDER

C.C. 1250132949



HEREDIA ARGUELLO FRANS DAMIAN

C.C: 620238849-2

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

EL NOTA....

Document Information

Analyzed document	proyecto-final-ALEX (1) frans 2.pdf (D172205360)
Submitted	2023-07-18 18:57:00
Submitted by	
Submitter email	lubayas@mail.es.ueb.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	nmonar.ueb@analysis.orkund.com

Sources included in the report

Entire Document

Hit and source - focused comparison, Side by Side

Submitted text As student entered the text in the submitted document.

Matching text As the text appears in the source.



Ing. Sonia Fierro Borja Mg.
TUTORA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, especialmente a Dios, por estar siempre a mi lado en los buenos y malos momentos, por darme la fuerza y voluntad de seguir adelante en el transcurso de mi formación profesional, y así poder cumplir con esta meta tan anhelada.

A mis padres Luis Guilberto Bayas Aroca, Ricsy Miriam Lorenty Lorenty, quienes con su paciencia amor y apoyo constante me han permitido llegar a cumplir un sueño más en mi vida, gracias por persuadir en mí un ejemplo de superación, disciplina, valentía, ustedes son la razón e inspiración de cada uno de mis logros.

A mis hermanas Yuletxy, Malexy, Pamela por su apoyo constante, sus consejos y palabras de aliento hicieron en mí una mejor persona, y han cooperado en el proceso de mi formación profesional. Y de una manera muy especial a mi querida mamá Nancy por darme siempre la fuerza, cariño y bendiciones desde arriba todos estos años, tú eres parte fundamental de este logro.

¡Agradezco con todo mi corazón por el apoyo constante, eterno los amos Familia!

Bayas Lorenty Luis Alexander.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar a este punto importante de mi vida, siempre agradecido con todo lo que él me ha dado en la vida tanto personal como académica.

Especialmente a mis queridos padres, a mis hermanos, y familiares en general quienes con entusiasmo e interés incondicional me han dado el apoyo y confianza para la formación de este proyecto de mi vida.

¡Para cada uno de ustedes!

Heredia Arguello Frans Damian.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, carrera de Agronomía, por abrirnos sus puertas y permitirnos formarnos como profesionales competentes dentro de sus instalaciones.

A todos nuestros ingenieros (as) que formaron parte, durante todo el proceso de nuestra formación profesional y por habernos compartido sus conocimientos, formándonos primero como personas y luego como profesionales, en especial a la Ing. Sonia Fierro Borja tutora de esta investigación, por sus conocimientos, paciencia para terminar con éxito este trabajo, al Ing. David Silva coordinador de la unidad de integración curricular, al Ing. Kleber Espinoza, y al Dr. Olmedo Zapata pares lectores, por su valiosa ayuda, tiempo y enseñanzas ya que aparte de ser nuestros maestros son nuestros amigos.

A todos nuestros amigos y compañeros que compartimos gratos momentos y cada una de las personas que los brindaron el apoyo en esta investigación.

¡A todos ellos gracias por todo este maravilloso proceso!

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAG.
CAPÍTULO I.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 HIPÓTESIS.....	5
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Origen	6
2.2 Clasificación taxonómica.....	6
2.3 Clasificación morfológica.....	7
2.3.1 Raíz	7
2.3.2 Tallo	7
2.3.3 Hojas	7
2.3.4 Flores	8
2.3.5 El fruto	8
2.3.6 Semilla	8
2.4 Propiedades nutritivas.....	8
2.4.1 Composición nutricional de la col	9
2.5 Fases del cultivo	9
2.5.1 Fase de crecimiento vegetativo.....	9
2.5.2 Fase de iniciación de primordios florales	10
2.5.3 Fase de crecimiento y alargamiento de los talamos florales.....	10
2.6 Época de siembra.....	10
2.7 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo	10
2.7.1 Suelo y pH	10
2.7.2 Altitud	10
2.7.3 Temperatura	10
2.7.4 Humedad relativa y precipitación	11
2.7.5 Luminosidad y fotoperiodo.....	11

2.7.6 Viento y heladas.....	12
2.8 Variedades en estudio.....	12
2.8.1 Variedad Morada	12
2.8.2 Variedad de Milán	13
2.8.3 Col Repollo.....	14
2.9 Manejo agronómico del cultivo.....	15
2.9.1 Análisis de suelo	15
2.9.2 Preparación del suelo	15
2.9.3 Encalado (Regulación del pH).....	16
2.9.4 Siembra	17
2.9.5 Trasplante.....	17
2.9.6 Densidad de siembra	17
2.9.7 Riego.....	18
2.9.7 Fertilización	18
2.10 Importancia de los macronutrientes en el cultivo	21
2.10.1 El Nitrógeno.....	21
2.10.2 El fósforo	21
2.10.3 El potasio	22
2.11 Fertilizante Humus de lombriz	24
Composición química de humus de lombriz.....	24
2.12 Fertilizante Bokashi	25
2.13 Fertilizante Gallinaza.....	27
2.14 Aporque	29
2.15 Control de malezas	29
2.16 Plagas y enfermedades	29
2.17 Cosecha	32
2.18 Postcosecha	32
CAPÍTULO III	33
3. MARCO METODOLÓGICO	33
3.1 Ubicación y características de la investigación	33
3.2 Metodología.....	33
3.2.1 Material experimental	33
3.2.2 Factores en estudio.....	33
3.2.3 Tratamientos	34
3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico	34

3.3 Manejo del experimento en campo.....	35
3.3.1 Análisis químico del suelo	35
3.3.2 Preparación del suelo	35
3.3.3 Delimitación de las parcelas.....	35
3.3.4 Adquisición de las plántulas	36
3.3.5 Trasplante.....	36
3.3.6 Abonado.....	36
3.3.7 Aporque	36
3.3.8 Riego.....	36
3.3.9 Control de plagas y enfermedades	37
3.3.10 Control de malezas.....	37
3.3.11 Cosecha.....	37
3.4 Métodos evaluados (variables repuesta).....	37
3.5 Análisis de datos.....	40
CAPÍTULO IV.....	41
2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
2.1 Variables agronómicas para el factor A (variedades de col)	41
2.2 Variables agronómicas para el factor B (Tipos de abonos orgánicos)	52
2.3 Interacción de factores (A x B): variedades de col por tipos de abonos orgánicos.	60
2.4 Análisis de correlación y regresión lineal.....	75
2.5 Análisis de la relación beneficio – costo	77
2.6 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	79
CAPÍTULO V	80
5.1 CONCLUSIONES.....	80
5.2 RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	82
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
1	Resultados promedios de la prueba de Tukey al 5% en el factor A (variedades de col) en las variables agronómicas: Porcentaje de prendimiento (PP), Altura de plantas (AP), Número de hojas por planta (NHP), Diámetro del tallo (DT), Días a la formación del repollo (DFR), Diámetro del repollo (DR), Días a la cosecha (DC), Porcentaje de mortalidad (PM), Incidencia de plagas y enfermedades (IPE), Peso en Kg por parcela (PKg/P), Rendimiento Kg por ha (RKg/ha) y Número de repollos por parcela (NRP).	42
2	Resultados promedios de la prueba de Tukey al 5% en el factor B (Tipos de abonos orgánicos) en las variables agronómicas: Porcentaje de prendimiento (PP), Altura de plantas (AP), Número de hojas por planta (NHP), Diámetro del tallo (DT), Días a la formación del repollo (DFR), Diámetro del repollo (DR), Días a la cosecha (DC), Porcentaje de mortalidad (PM), Incidencia de plagas y enfermedades (IPE), Peso en Kg por parcela (PKg/P), Rendimiento Kg por ha (RKg/ha) y Número de repollos por parcela (NRP).	53
3	Resultados de la prueba del Tukey al (5%) para comparar medias de las variedades de col en las siguientes variables: Porcentaje de prendimiento (PP), Altura de plantas (AP), Número de hojas por planta (NH), Diámetro del tallo (DT), Días a la formación del repollo (DFR) y diámetro del repollo (DR).	60
4	Los resultados de la prueba del Tukey al (5%) para comparar medias de las variedades de col en las siguientes variables: Días a la cosecha (DC), Porcentaje de mortalidad (PM), Incidencia de plagas y enfermedades (IPE), Peso en Kg por parcela (PKg/P), Rendimiento Kg por ha (RKg/ha) y Número de repollos por parcela (NRP).	68
5	Resultados de análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que presentaron diferencias significativas positivas o negativas con respecto al rendimiento (variable dependiente Y).	75
6	Costo de producción del cultivo de col en San Simón 2022.	78

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag.
1	Altura de plantas en tres variedades de col. San Simón 2022.	43
2	Número de hojas por planta en tres variedades de col. San Simón 2022.	44
3	Diámetro del tallo en tres variedades de col. San Simón 2022.	45
4	Días a la formación del repollo en tres variedades de col. San Simón 2022.	46
5	Diámetro del repollo en tres variedades de col. San Simón 2022.	47
6	Días a la cosecha en tres variedades de col. San Simón 2022.	48
7	Porcentaje de mortalidad en tres variedades de col. San Simón 2022.	49
8	Incidencia de plagas y enfermedades en tres variedades de col. San Simón 2022.	50
9	Peso en kg por parcela en tres variedades de col. San Simón 2022.	51
10	Rendimiento kg por ha en tres variedades de col. San Simón 2022.	52
11	Altura de plantas como efecto de la aplicación de tres diferentes tipos de abonos orgánicos y un testigo. San Simón 2022.	54
12	Número de hojas por planta en tres tipos de abonos orgánicos y un testigo. San Simón 2022.	55
13	Diámetro del tallo en tres tipos de abonos orgánicos y un testigo. San Simón 2022.	56
14	Diámetro del repollo en tres tipos de abonos orgánicos y un testigo. San Simón 2022.	57

15	Peso en kg por parcela en tres tipos de abonos orgánicos y un testigo. San Simón 2022.	58
16	Rendimiento en kg por ha en tres tipos de abonos orgánicos y un testigo. San Simón 2022.	59
17	Porcentaje de prendimiento de los doce tratamientos. San Simón 2022.	61
18	Altura de plantas de los doce tratamientos. San Simón 2022.	62
19	Número de hojas por planta de los doce tratamientos. San Simón 2022.	63
20	Diámetro del tallo de los doce tratamientos. San Simón 2022.	64
21	Días a la formación del repollo de los doce tratamientos. San Simón 2022.	65
22	Diámetro del repollo de los doce tratamientos. San Simón 2022.	66
23	Tamaño de repollo de los doce tratamientos. San Simón 2022.	67
24	Días a la cosecha de los doce tratamientos. San Simón 2022.	69
25	Porcentaje de mortalidad de los doce tratamientos. San Simón 2022.	70
26	Incidencia de plagas y enfermedades de los doce tratamientos. San Simón 2022.	71
27	Peso en Kg por parcela de los doce tratamientos. San Simón 2022.	72
28	Rendimiento Kg por ha de los doce tratamientos. San Simón 2022.	73
29	Número de repollos por parcela de los doce tratamientos. San Simón 2022.	74

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Detalle
1	Mapa de ubicación de la investigación
2	Croquis del ensayo
3	Resultado de análisis fisicoquímico de suelo
4	Base de datos
5	Fotografías
6	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló para evaluar el “Comportamiento agronómico y productivo en tres variedades de col (*Brassica Oleracea V.*) con tres tipos de abonos orgánicos, en la parroquia San Simón, provincia Bolívar”. Los objetivos de esta investigación se basaron en la caracterización agronómica del cultivo de col, la eficiencia de los abonos orgánicos y en el rendimiento de las variedades de col. Los tratamientos en estudio fueron para el FA (variedades de col) y el FB (abonos orgánicos) los mismos que se establecieron en un DBCA con un arreglo factorial 3*4*3 con 12 tratamientos, 3 repeticiones y 36 unidades experimentales, todos los datos obtenidos de este ensayo fueron sometidas a un estudio estadístico valorados por la prueba de Tukey al 5%. Los resultados obtenidos para la variable cualitativa tamaño del repollo mostraron que el 44.44% del cultivo produjeron coles de tamaño mediano. El análisis de varianza determinó que los doce tratamientos tuvieron diferencias significativas en las variables altura de plantas (AP), número de hojas por planta (NH), diámetro del tallo (DT), días a la formación del repollo (DFR), diámetro del repollo (DR), Días a la cosecha (DC), Porcentaje de mortalidad (PM), Incidencia de plagas y enfermedades (IPE), Peso en Kg por parcela (PKg/P), Rendimiento Kg por ha (RKg/ha), mientras que las variables porcentaje de prendimiento (PP) y número de repollos por parcela (NRP) no obtuvieron diferencias significativas siendo los únicos parámetros que se comportaron igualitariamente. Los resultados estadísticos demostraron que el rendimiento de las variedades de col dependió significativamente del tipo de abono orgánico aplicado siendo el T7 (Col repollo + gallinaza) y el T6 (Col repollo + bokashi) que presentaron los mayores valores en rendimiento con 62520.83 kg/ha y 60466.67 kg/ha respectivamente, registrando a los tratamientos testigos con los menores rendimientos. Los caracteres agronómicos que aportaron al rendimiento fueron Altura de plantas (AP), diámetro del tallo (T), diámetro del repollo (DR) y peso en kg por parcela (Pkg/P). En el análisis de la relación costo-beneficio se confirmó que la variedad de col repollo + gallinaza fue el mejor tratamiento con una ganancia de \$1.04 al igual que la col repollo + humus de lombriz con un B/C de \$1.01

Palabras: Variedades, abonos orgánicos, Tratamientos, actuación.

SUMMARY

The present research work was developed to evaluate the "Agronomic and productive behavior in three varieties of cabbage (*Brassica Oleracea V.*) with three types of organic fertilizers, in the San Simón parish, Bolívar province". The objectives of this research were based on the agronomic characterization of the cabbage crop, the efficiency of organic fertilizers and the yield of cabbage varieties. The treatments under study were for the FA (cabbage varieties) and the FB (organic fertilizers) the same ones that were established in a DBCA with a 3*4*3 factorial arrangement with 12 treatments, 3 repetitions and 36 experimental units, all Data obtained from this test were submitted to a statistical study assessed by Tukey's test at 5%. The results obtained for the qualitative cabbage size variable showed that 44.44% of the crop produced medium-sized cabbages. The analysis of variance determined that the twelve treatments had significant differences in the variables plant height (AP), number of leaves per plant (NH), stem diameter (DT), days to cabbage formation (DFR), diameter of the cabbage (DR), Days to harvest (DC), Mortality percentage (PM), Incidence of pests and diseases (IPE), Weight in Kg per plot (PKg/P), Yield Kg per ha (RKg/ha), while the variables taking percentage (PP) and number of cabbages per plot (NRP) did not obtain significant differences, being the only parameters that behaved equally. The statistical results showed that the yield of the cabbage varieties depended significantly on the type of organic fertilizer applied, with T7 (cabbage + chicken manure) and T6 (cabbage + bokashi) presenting the highest yield values with 62520.83 kg/ha. and 60466.67 kg/ha respectively, recording the control treatments with the lowest yields. The agronomic characters that contributed to the yield were Plant height (AP), stem diameter (T), cabbage diameter (DR) and weight in kg per plot (Pkg/P). In the cost-benefit analysis, it was confirmed that the variety of cabbage + chicken manure was the best treatment with a profit of \$1.04, as was cabbage + worm humus with a B/C of \$1.01.

Keywords: varieties, organic fertilizers, treatments, performance

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

La col (*Brassica oleracea*) es una de las hortalizas más cultivadas en el mundo, por su gran demanda para consumo y la posibilidad de poder cultivarse casi todo el año, en las últimas décadas se ha convertido en uno de los cultivos de mayor interés agrícola, a nivel mundial la superficie cultivada para la producción de coles resulta aproximadamente a 1600.000 hectáreas y la rendición es acerca de 200 quintales por hectárea, liderando en India, con 88.000 hectáreas cultivadas, China (55000), Francia (35000) e Italia (28000). Acerca del 80 % de la producción total de col a nivel mundial proviene de Asia y Europa y el resto de la producción esta complementado por más de 70 países (FAO. 2017).

Esta hortaliza presenta ventajas como ciclo vegetativo relativamente corto, entre 90 a 120 días, es un cultivo rústico, adaptable y se consume como alimento fresco e industrializado por su alto contenido de vitamina, hierro, asimismo posee bajo nivel de calorías (Cruzado, M. 2019).

El cultivo de col es popular en el Ecuador porque se adapta fácilmente a las regiones de clima templado y frío, desarrollándose intensamente en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua e Imbabura debido a las bondades del clima apropiado para su desarrollo. Se siembran variedades como la col de repollo, china, de Bruselas, morada, de Milán y coliflor.

El total de producción en la sierra ecuatoriana es de 11188 t, en una superficie cultivada de 1786 ha; obteniendo un rendimiento de 6,26 t/ha; además la producción de las provincias de la región sierra central se encuentra repartida en Tungurahua con una producción de 5285 t, en 680 ha con un rendimiento de 7,7 t/ha; seguida por la provincia de Chimborazo con 691 t, en 105 ha con un rendimiento de 6,5 t/ha; y la provincia de Cotopaxi con una producción de 384 t, en 78 ha con un rendimiento de 7,1 t/ha. En lo que se refiere a la provincia de Bolívar la producción es de 205 t, en 24 ha con un rendimiento de 4.9 t/ha (Rea, F. 2015).

La horticultura ecuatoriana está concentrada básicamente en la sierra, tanto por sus condiciones edáficas, climáticas y sociales, de acuerdo a la superficie cultivada en nuestro país se considera un total de 10105 ha, de las cuales se obtuvo una producción de 182964 Tm en el año 2020 (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. INEC. 2021).

En los últimos años se ha incorporado al proceso de producción agrícola, algunos componentes denominados abonos orgánicos que se originan de los residuos de origen animal, vegetal o mixto utilizando el poder enzimático de los microorganismos del suelo, se transforman en un producto útil y una opción práctica dirigida a mejorar la producción, Además, permite recuperar la fertilidad del suelo ya que sus propiedades admiten retener los nutrientes y cederles a las plantas cuando estas lo requieren (Cevallos, A. 2020).

Cabe recalcar que una buena abonadura orgánica en este tipo de hortaliza ayuda tener buenos resultados que están orientados a actuar como activador del desarrollo vegetativo, mejorando el calibre y coloración de los frutos, también el aporte de aminoácidos libres facilita el que la planta ahorre energía en sintetizarlos, a la vez que facilita la producción de proteínas, enzimas, hormonas, al ser estos compuestos tan importantes para todos los procesos vitales del cultivo (InfoAgro. 2017).

1.2 PROBLEMA

En el Ecuador el cultivo de col muestra un fuerte dinamismo, en lo referente a la producción de esta hortaliza, pero a su vez los agricultores, no reciben asistencia técnica, un aspecto crítico en su producción es la falta de información actualizada respecto a los tipos y dosis de fertilización que se aplican en este cultivo, ya que el uso indiscriminado de fertilizantes provoca degradación, erosión y envenenamiento en los suelos.

El tratamiento de los residuos orgánicos, para la producción de abonos cada día reviste mayor atención dada la dimensión del problema que representa el uso excesivo de fertilizantes químicos, no solo por el aumento de los volúmenes producidos o por una mayor intensificación de la producción, sino también, por la aparición de nuevas enfermedades que afectan la salud humana y animal, que tienen relación directa con el manejo inadecuado de los residuos orgánicos y el uso indiscriminado de productos químicos provocando el deterioro indiscriminado de los suelos.

En la provincia Bolívar y específicamente los agricultores de la parroquia San Simón la mayor parte se dedica a cultivos tradicionales de maíz, fréjol, trigo, que cultivan año tras año, debido a la poca información técnica, científica sobre el cultivo de col que permitan asesorar e incentivar al agricultor.

Por tal razón, el presente trabajo de investigación pretende producir el cultivo de col mediante la utilización de abonos orgánicos, para incentivar el cuidado del medio ambiente, producir alimentos sanos y altamente nutritivos, asegurando cubrir los requerimientos nutricionales del cultivo, considerando a esta hortaliza una oportunidad de generar el mejoramiento de la productividad y mayor rentabilidad en este cultivo, y a su vez mejorar las condiciones físicas del suelo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómicamente y productivamente de tres variedades de col con tres tipos de abonos orgánicos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar las características agronómicas y productivas que presentan cada una de las tres variedades de col.
- Establecer con que abonadura orgánica se obtiene mayor rendimiento.
- Determinar en cuál de las interacciones se obtiene mejor productividad.
- Realizar un análisis económico relación beneficio/ costo (B/C).

1.4 HIPÓTESIS

Ho: La respuesta agronómica y productiva del cultivo de col, no dependió de la variedad cultivada, el abono orgánico empleado ni su interacción genotipo ambiente.

Ha: La respuesta agronómica y productiva del cultivo de col, dependió de la variedad cultivada, el abono orgánico empleado y su interacción genotipo ambiente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Origen

El origen de la especie *Brassica oleracea* fue en el oeste de Europa (ej., las costas de Inglaterra y el oeste de Francia), donde esta se ha encontrado en forma silvestre. Por otro lado, otros consideran que mucha de la evidencia encontrada apunta como su lugar de origen a la zona del este del Mediterráneo, y también a Asia Menor, desde donde luego se diseminó a diversos lugares de Europa (Fornaris, J. 2014).

Es muy difícil precisar el momento exacto en que la col (*Brassica oleracea L.*) llegó a América, pero lo que sí que es cierto es que esta planta tuvo un papel fundamental en este continente por la importancia que los nativos daban a las plantas silvestres comestibles. En estudios realizados por colonizadores, pocos años después del descubrimiento, (Bernal Díaz del Castillo, en 1538) revelan como las plantas comestibles, conocidas como quelites, jugaban un papel fundamental en la vida de los indígenas. Incluso hoy en día estas plantas tienen un valor muy importante para la población, especialmente la urbana hasta el punto que más de 300 especies de plantas superiores están consideradas como tal, utilizándose como verduras, especias y plantas curativas. Para los aztecas estas plantas todavía tenían más importancia que la poseen hoy en día. La col, sin embargo, fue una de las pocas que fue aceptada como sustituta de las plantas nativas (Reyes, J. 2021).

2.2 Clasificación taxonómica

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Género	Brassica
Especie	Brassica oleracea

(Hernández, E. 2019).

2.3 Clasificación morfológica

Se describe botánicamente al repollo de la siguiente manera:

2.3.1 Raíz

El repollo se caracteriza por poseer una gran cantidad de ramificaciones radicales muy finas, con muchos pelos absorbentes, particularmente en las, ramificaciones más jóvenes, lo que favorece su capacidad de absorción. La mayor parte de las raíces está ubicada a una profundidad de 30-45 cm, aunque algunas pueden llegar hasta 1,50m y lateralmente alcanzar hasta 1.05m. Las características rizo génicas citadas determinan grandes exigencias de agua y frecuentes aplicaciones de fertilizantes (Alejos, C. 2020).

2.3.2 Tallo

Durante el primer ciclo vegetativo (germinación hasta la formación de cabeza) la planta de repollo forma un tallo corto herbáceo, erecto y sin ramificaciones. Se distinguen en esta fase un tallo exterior siendo la longitud muy variable según el cultivar de que se trate.

2.3.3 Hojas

Las hojas pueden ser sésiles o de pedúnculo corto, grandes de limbos redondeados o elipsoidales, con un color que varía desde un verde claro hasta intensos violáceos, glabros y cubiertos de una capa cerosa que da resistencia a la sequía. Las nervaduras de las hojas pueden tener diferente desarrollo, presentándose algunas veces muy gruesas debido a un crecimiento anormal de los tejidos constituyéndose esta anomalía un índice de baja calidad de los repollos o cabezas El final de la fase que caracteriza la formación de la roseta de hojas da inicio a la formación de la cabeza del repollo. Esta cabeza no es más una gigantesca yema compuesta y está formada por un tallo interior, hojas notablemente arrugadas no abiertas, yema apical y yemas laterales situadas sobre el tallo en las axilas de las hojas (Alejos, C. 2020).

2.3.4 Flores

Las coles son plantas bienales (excepto muchos cultivares de brócoli y coliflor que presentan ciclo de vida anual), por lo que requieren de un período de vernalización para florecer. El número de flores es grande (centenas de flores) de coloración amarilla, llegando a medir cerca de un cm, cuando están abiertas. Estas flores son hermafroditas, actinomorfas, heteroclamídeas. Presentan 4 sépalos y 4 pétalos dispuestos en forma de cruz de donde se denomina el nombre de crucífera. Algunos autores indican que a pesar de que las flores son hermafroditas, la polinización es cruzada debido a una autoincompatibilidad genética (Aruquipa, A.2021).

2.3.5 El fruto

El fruto consiste en una silicua, semejante a una pequeña vaina de cerca de 3mm de diámetro y 8 cm de longitud, es dehiscente cuando seco (Sangama, C. 2020).

2.3.6 Semilla

Las semillas que contienen los frutos son esféricas o redondeadas muy pequeñas de coloración marrón de uno a dos milímetros de diámetro y superficie ligeramente irregular. Las condiciones climáticas del país dificultan la producción de semillas, ya que solo existiría la posibilidad de obtener sobre los 2000 msnm (Malueños, L. 2020).

2.4 Propiedades nutritivas

Como el resto de variedades de coles, el repollo es una buena fuente de vitamina C y folatos. Aporta cantidades apreciables de potasio, hierro, fósforo y, en menor cantidad, de calcio. También es importante su contenido en fibra (soluble e insoluble), lo que favorece el tránsito intestinal y ayuda a combatir el estreñimiento, además de contribuir a la prevención de diversas enfermedades. Contiene fitonutrientes (glucosinolatos/isotiocianatos/indoles), que le confieren propiedades preventivas sobre diversos tipos de cáncer. Concretamente, el consumo de vegetales del género Brassica se ha asociado con un menor riesgo de sufrir cáncer de pulmón, próstata y mama, inhibiendo también el desarrollo de otros tumores relacionados

con el tracto gastrointestinal (estómago, hígado, colon).

Algunas investigaciones «in vitro» han demostrado que inhiben las mutaciones celulares precancerosas. La presencia de fibra y micronutrientes, como la vitamina C y el selenio, pueden tener un efecto sinérgico en la protección contra agentes cancerígenos. A pesar de que por su composición presentan múltiples efectos beneficiosos para la salud, hay que tener en cuenta que, en personas predispuestas, los compuestos bociógenos que contienen, pueden producir inflamación de la glándula tiroides, impidiendo la asimilación del yodo (Marijo, J. 2018).

2.4.1 Composición nutricional de la col

Composición química 100g

Agua	93.0	g
Calcio	47.0	mg
Hierro	0.4	mg
Fosforo	23.0	mg
Potasio	246.0	mg
Sodio	18.0	mg
Carbohidratos	5.4	g
Fibras	0.8	g
Grasa	0.2	g
Proteínas	1.2	g
Vitamina A	126.0	ul

(Marijo, J. 2018).

2.5 Fases del cultivo

2.5.1 Fase de crecimiento vegetativo: se produce un gran desarrollo de la raíz y la parte aérea, primero se desarrollan las hojas basales y posteriormente las

hojas que dan lugar al cogollo.

2.5.2 Fase de iniciación de primordios florales: La iniciación floral incluye dos procesos: inducción (predisposición de las yemas a desarrollar estructuras florales, debido a estímulos hormonales), y diferenciación de las estructuras de la inflorescencia y de la flor (que puede ser apreciable al microscopio a simple vista).

2.5.3 Fase de crecimiento y alargamiento de los talamos florales: esta fase finaliza con la formación de semillas (Cabrera, F. 2010).

2.6 Época de siembra

En la región, el repollo puede ser sembrado a mediados de agosto hasta abril y cosecharse a partir de noviembre hasta mayo (Universidad Pública De Navarra. 2019).

2.7 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

2.7.1 Suelo y pH

La col se adapta bien en suelos ricos de textura media y arcillosa que retengan la humedad sin presentar problemas de encharcamientos, con un contenido de materia orgánica entre medio y alto y con un pH entre 5,5 y 6,5, pues en este rango hay una adecuada, disponibilidad de nutrientes, especialmente en fósforo, elemento fundamental para obtener altas producciones (Masabni, J. 2019).

2.7.2 Altitud

Es un cultivo primordialmente de zonas altas, su mejor desarrollo y calidad se obtiene en zonas que van desde los 1,800 msnm a 2,800 msnm. Durante el periodo vegetativo debe tener bajas temperaturas, aunque no resiste las heladas (Lazo, J. 2016).

2.7.3 Temperatura

El rango óptimo de temperatura para el desarrollo del repollo está entre 15 y 18 °C

(59 y 65 °F). Arriba de 25 °C (77 °F) el desarrollo del repollo es lento, mientras que la temperatura mínima es de 0 °C (32 °F). La temperatura mínima del suelo para la germinación de la semilla es de 5 °C y la máxima es de 35 °C. Plantas jóvenes con 6 mm de diámetro pueden tolerar temperaturas frías y cálidas al igual que las plantas adultas. Tolera tanto bajas como altas temperaturas (Zamora, E. 2016).

2.7.4 Humedad relativa y precipitación

Requiere entre 380 y 500 mm de agua por ciclo vegetativo. En condiciones de una evapotranspiración de 5 a 6 mm día⁻¹ el ritmo de absorción de agua por cultivo comienza a descender cuando el agua disponible en el suelo se ha agotado alrededor de un 35% 900–1200 mm. Sin embargo, por ser una planta altamente exigente en agua, es preferible cultivarla bajo riego. El periodo crítico por exigencia de agua es la formación y alargamiento de la cabeza. El consumo de agua por la planta en fase de repollo es de 4 mm por día por planta, medido sobre la base de la transpiración, lo que equivale a 120 mm por mes, distribuidos de forma que la humedad del suelo no llegue a menos del 50% de la capacidad de campo.

De acuerdo con Allen et al. (2006), los coeficientes de cultivo para las etapas inicial, intermedia y final de desarrollo en plantas de 40 cm de altura son 0.7, 1.05 y 0.95, respectivamente. La col es exigente en humedad del aire debido a su desarrollo foliar, por lo que el riego por aspersion es más favorable debido al refrescamiento que produce en las hojas, disminuyendo la transpiración óptima de humedad relativa se encuentra entre 60 y 90%. (Medina, G. 2013).

2.7.5 Luminosidad y fotoperiodo

Es una planta exigente en luz, sobre todo al establecer los semilleros. Cuando se ha formado el sistema foliar completo, los requerimientos de luz son menores. En general se requieren 20,000 luz para un buen crecimiento de las hojas (Ruiz, A. 2013).

2.7.6 Viento y heladas

Este cultivar es poco susceptible al viento y heladas, adaptándose en las siguientes zonas de vida tenemos: bms T, bs-Pm, bs-MB, bh-M, bst, bhPM (Zamora, E. 2016).

2.8 Variedades en estudio

2.8.1 Variedad Morada

Producto	Col
Grupo	Vegetales-Hortalizas
Nombre vulgar	Col Morada
Nombre científico	<i>Brassica oleracea var capitata f. rubra</i>
Familia	Brassicaceae
Descripción	Llamada también lombarda, repollo morado o berza morada, se caracteriza por el color morado de sus hojas, el cual es debido a que presenta antocianina, la planta es anual, el tallo durante el primer ciclo vegetativo herbáceo, grueso, corto, jugoso, erecto y sin ramificaciones; con entrenudos cortos, no presenta ramificaciones y no alcanza más de 30 cm, su raíz cilíndrica, pivotante y presenta un sistema radical reducido y superficial, entre 40 y 45cm.
Trasplante	Cuando presenta 5 hojas verdaderas y 14 centímetros de altura.
Cosecha y Rendimiento	Entre los 70 a 90 días después del trasplante y con rendimiento estimado entre las 30– 35 ton/ha.
Clima	Prefiere los climas templados – húmedos, resiste bien a temperaturas bajas, aunque pueden producir una floración prematura.
Temperatura	La temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20°C, durante la fase de crecimiento del cultivo se requiere temperaturas de 14-18°C por el día 5-8 °C por la noche.

Usos - Valor nutricional Sabor ligeramente dulce resulta muy buen ingrediente para diversos platos. Posee Potasio, Sodio. Magnesio, Calcio, Hierro.

(InfoAgro. 2019).

2.8.2 Variedad de Milán

Cultivo	Col
Grupo	Vegetales-Hortalizas
Nombre vulgar	Col De Milán
Nombre científico	<i>Brassica oleracea var Sabauda</i>
Familia	Brassicacea
Descripción	Milán es una hortaliza que coloquialmente recibe el nombre de repollo de hoja rizada, las hojas de esta hortaliza son de color verde claro a oscuro y están cubiertas de una sustancia cerosa, la hoja se caracteriza por una superficie irregular, además es una de las variedades de verdura más ricas en vitamina, minerales y oligoelementos.
Trasplante	Se lo realiza cuando presente de 3 a 4 hojas verdaderas
Cosecha y rendimiento	Entre los 90 a 105 días después del trasplante y con rendimiento estimado entre las 25 – 35 ton/ha.
Clima	Se desarrolla muy bien en climas templados y frescos; en Ecuador la producción es todo el año.
Temperatura	Durante la fase de crecimiento del cultivo se requiere temperaturas entre los 15-18°C por el día 5-8 °C por la noche.
Usos	Las hojas y los tallos crudos se emplean en ensaladas, refuerza el sistema inmunológico y favorece la eliminación de toxinas.
Valor nutricional	Vitaminas A,B,C, Hierro, Minerales y Oligoelementos.

<https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Col-de-Milan.html>.

2.8.3 Col Repollo

Cultivo	Col
Grupo	Vegetales-Hortalizas
Nombre vulgar	Col Repollo
Nombre científico	<i>Brassica olerace var. capitata cv. Bronco</i>
Familia	Brassicacea
Descripción	Las coles de este tipo son coles de hojas que dan lugar a cogollos cerrados de gran densidad, las primeras hojas se despliegan normalmente grandes de 45 cm de largo y 35 cm de ancho cortamente pecioladas, cabeza redonda, grande y muy compacta además de raíz gruesa, carnosa, con un tallo corto sin ramificaciones. Se adapta a suelos de tipo limo arenosos a limo arcillosos y es ligeramente tolerante a pH ácidos del rango de 6 a 6.5, tolerantes a las heladas.
Trasplante	Se lo realiza cuando presente de 3 a 5 hojas verdaderas.
Cosecha y rendimiento	90 a 100 días después del trasplante y con rendimiento estimado 25 – 35ton/ha.
Clima	Clima cálido, subcálido, prefiere templado y frío, y una precipitación de 700 a 1500 mm.
Temperatura	Una temperatura óptima de 12 a 18 °C, mínima 10 °C máxima 27°C, necesita de 4 a 8 horas sol.
Usos	Se pueden consumir tanto cocinados como crudos en ensalada y es habitual conservarlos en vinagre o fermentados.
Valor nutricional	Potasio, Sodio, Magnesio, Calcio, Hierro, Vitaminas A, C.

<https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-col- 2696.htm>.

2.9 Manejo agronómico del cultivo

2.9.1 Análisis de suelo

El análisis de suelos agrícolas es una técnica compleja que une diversos métodos analíticos con sus respectivas extracciones, básicamente remueve los nutrientes más importantes del suelo (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, azufre, boro, hierro, cinc y manganeso) y mide su disponibilidad para la planta, el análisis de suelos también mide el pH del mismo, el cual está directamente relacionado con la disponibilidad de nutrientes. Basado en la información obtenida por el análisis de suelos se puede hacer un cálculo de la cantidad de fertilizante a aplicar. La ventaja de realizar un análisis de suelos es que el programa de fertilización se hace en base a lo que la planta requiere, disminuyendo así la pérdida de fertilizantes (Juárez, V. 2018).

2.9.2 Preparación del suelo

El terreno debe prepararse a una profundidad de 30 a 40 cm, unos 15 días antes del trasplante. Lo primero es arar el terreno, luego dos o más pases de rastra, sin dejar el suelo muy mullido para no perder la estructura del suelo. Luego se procederá a levantar camas altas de 30 a 40 cm. de altura. En suelos compactados lo primero que hay que hacer es subsolar a una profundidad de 50 a 70 cm. Cabe recordar que la humedad del suelo al momento de prepararlo es muy importante, debiéndose evitar los extremos, pero siempre más hacia lo seco. En terreno de laderas es importante realizar el surcado o construcción de camas con curvas a nivel para evitar la erosión del suelo (Rivera, F. 2017).

Ventajas de una buena preparación del terreno:

- Favorece la germinación de las semillas y al desarrollo radicular.
- Facilita las labores culturales posteriores.
- Control de malezas
- Eliminación de malas hierbas
- Mejora la aireación del suelo y la circulación de agua.
- Aumenta la actividad biológica en el suelo.

- Incorpora y destruye malezas.
- Puede ayudar a controlar ciertas plagas (Rivera, F. 2017).

2.9.3 Encalado (Regulación del pH)

Conocer el pH del suelo importante, si se controla el pH del suelo, se logra que los fertilizantes usados sean más eficientes y no se perderá dinero. El pH óptimo para el repollo es entre 5.5 y 6.5. Una actividad que se desprende del análisis es la necesidad de corregir el pH cuando está por debajo de 5.5. Las zonas altas donde se produce este cultivo son de tendencia ácida (3.5 a 5.5). Para corregir el pH, se pueden usar muchos productos, pero los más comunes y disponibles en nuestro medio son los siguientes:

Óxido de calcio (CaO): Es la cal viva. Es el material que reacciona más rápido (cuando la humedad está a capacidad de campo o cerca de ella) y el tiempo de reacción es de un mes en zonas bajas (calientes) y de dos meses en las zonas altas. Su manejo puede ser incómodo y peligroso.

Hidróxido de calcio: Es la cal apagada. También es de reacción rápida en el suelo (igual o muy parecida al óxido de calcio) y su manejo es un poco más fácil. Este material se puede comprar en las caleras como cal apagada.

Carbonato de calcio: Es la cal Dolomítica, su reacción en el suelo es más lenta que los dos materiales anteriores, su tiempo de reacción en zonas bajas de seis meses y en las zonas altas de 9 a 12 meses (Rizo, D. 2018).

Cal viva (CaO) necesaria para elevar el pH del suelo por un punto (en Kg/ha).

Tipo de suelo	pH 4.5 a pH 5.5	pH 5.5 a pH 6.5
Suelos arenosos	850	1,250
Suelos francos	1,100	1,700
Suelos limosos	1,600	2,100
Suelos arcillosos	2,000	2,400

La escala de pH es logarítmica por lo tanto necesita más cal para elevar el pH del suelo de 5.5 a 6.5 que de 4.5 a 5.5 (Rizo, D. 2018).

2.9.4 Siembra

En la siembra se utiliza una sembradora trazando los surcos a 1 m de separación y sembrando a una hilera dejando una planta cada 33 cm (13 pulgadas). También, camas de 1.10 m (42 pulgadas) y a doble hilera con el arreglo tres bolillos son utilizados en el establecimiento de repollo. La semilla es colocada a una profundidad de 0.5 cm (1/4 pulgadas) ó menos. El espaciamiento entre hileras es generalmente de 33 cm (13 pulgadas). La siembra directa se puede realizar manual a chorrito o con una sembradora para después desahijar con azadón o a mano dejando una distancia de 33 cm entre plántulas (Zamora, E. 2016).

2.9.5 Trasplante

El trasplante se efectúa cuando la planta tiene entre tres a cuatro hojas verdaderas y tallos cortos y gruesos entre los 25 a 35 días después de sembrada las semillas. Según las condiciones de la zona, esto puede ocurrir entre treinta y cuarenta días después de la siembra. Se realiza el trasplante en camas de aproximadamente 1 m de ancho o en surcos con una distancia entre planas de 50 a 60 cm en dependencia de la variedad. Para evitar que las plántulas sufran mucho estrés después del trasplante, hay que prepararlas en el semillero, en esta etapa es necesario realizar al menos tres aplicaciones de enlazadores en los primeros 20 días del semillero, así mismo se reduce el estrés suspendiendo el riego 2 o 3 días antes del trasplante. Una aplicación de 25 cc de fertilizante diluido en la base de las plantas recién trasplantadas (5 lb de completo más 5 lb de urea en un barril de 200 l de agua para tratar una manzana) ayuda a que las plantas se establezcan en el campo con mayor facilidad y adelanta la cosecha unas 2 semanas (Rizo, D. 2018).

2.9.6 Densidad de siembra

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. En siembra directa se utilizan de 2.5 a 3 kg por hectárea mientras que para trasplante 300 gr/ha. Si se utiliza plántula procedente de invernadero o almácigo se requiere

de 55,000 a 60,000 plantas para trasplantar una hectárea (Palma, N. 2018).

2.9.7 Riego

Se efectúa un riego profundo (sin llegar a encharcamientos) para lograr humedecer bien la cama y obtener un buen pegue de las plantas trasplantadas. El riego diario dependerá de las condiciones ambientales, del tipo de suelo y del estado de desarrollo vegetativo del cultivo. Los riegos más eficientes tanto para el cultivo como para optimizar el uso del agua son el riego por aspersión y el riego por goteo, es común encontrar a productores realizando prácticas de riego no adecuadas como es el llamado manguereado que provoca una utilización de altos volúmenes de agua, con una mala distribución en el terreno y que además por la mala manipulación puede provocar daños mecánicos a las plantas.

De un riego uniforme se depende para tener una nutrición uniforme, ya que es a través del riego que se fertilizan los cultivos. Esto permite tener un buen sistema radicular con buena distribución de raíces. También esto permite tener plantas más eficientes a la hora de alimentarse. Para tener un riego uniforme se debe dedicar tiempo a revisar que haya presiones uniformes en el sistema de riego, revisar las descargas de los goteros (cuando se usa riego por goteo), uniformidad de la humedad del suelo y reparar todas las fugas (Martínez, P. 2010).

2.9.7 Fertilización

Las extracciones de las coles son variables según las variedades y los rendimientos obtenidos, en especial las coles de repollo poseen grandes necesidades en nitrógeno, potasio y calcio. La col lombarda o col morada para obtener un rendimiento de 50t/ha necesita: 300 kg de N, 85 kg/ha de P y 350 kg/ha de K: Este cultivo requiere de un buen suministro de nitrógeno, principalmente la cantidad es de 150 kg de nitrógeno y la aplicación es en dos momentos: de 10 a 15 días después del trasplante Segundo momento de 15 a 20 días después de la primera aplicación. luego se hacen dos aplicaciones, una con 15-04-22 al momento de los aporques, y una última con la fórmula 17-04-17, de ser necesario se realiza una aplicación de urea, el exceso de urea acidifica los suelos y las plantas se vuelven susceptibles al chamusco. También

se utilizan 1 a 2 aspersiones con fertilizante foliar para suministrar los micronutrientes durante la formación de la cabeza (Alejos, C. 2020).

- **Fertilización orgánica**

Otra forma de fertilizar es de forma orgánica, a base de abono orgánico o compost para potenciar la fertilidad natural del suelo. El compost es un producto que resulta de la degradación de materiales orgánicos como: pulpa de café, estiércol de ganado, rastrojos de cosecha, monte verde, cal, ceniza y tierra negra. Dependiendo de la calidad de abono orgánico que se produzca se utilizan de 1 a 3 libras de abono por planta de repollo, suministrada en dos aplicaciones durante el ciclo del cultivo, en momento del trasplante y al momento de la formación de la cabeza. Es importante destacar que este tipo de fertilización demanda una cantidad alta de mano de obra para la preparación del abono, así mismo las cantidades de abono a utilizar son mayores (5 a 6 libras por planta) (Aruquipa, A. 2021).

Ventajas

Son la mejor solución para mantener la riqueza de la tierra a largo plazo. La liberación y absorción de los nutrientes es más lenta que con la adición de fertilizantes químicos, lo que permite un mantenimiento de la riqueza del suelo durante períodos prolongado.

Si se aplican convenientemente, disminuye el riesgo de sobre fertilización, es decir, añadir un exceso de nutrientes al suelo. Al liberarse los nutrientes de forma continuada y prolongada en el tiempo no se producen picos con gran cantidad de un determinado nutriente en el suelo.

Los fertilizantes orgánicos disminuyen la posibilidad de contaminar corrientes de agua subterráneas con compuestos azufrados o nitrogenados.

Comercialmente ya contamos con una importante variedad de fertilizantes orgánicos para cubrir todas nuestras necesidades de abono y que cumplen con los requisitos para agricultura ecológica y cultivos ecológicos.

La tierra se mantendrá en buenas condiciones durante un período largo de tiempo, prolongando su capacidad para el crecimiento de plantas y cultivos.

Su producción es menos contaminante que la de los fertilizantes artificiales.

Con los fertilizantes orgánicos favorecemos la actividad de los organismos beneficiosos para nuestros cultivos, microorganismos descomponedores (hongos y bacterias). Tanto hongos como bacterias permitirán la liberación lenta de los nutrientes presentes en el fertilizante y su absorción por las plantas.

Por su estructura y composición ayudan a la retención de agua en el suelo y por tanto actúan conservando la humedad.

Son una forma de aprovechamiento de residuos orgánicos y de restos vegetales cultivos. Normalmente se producen cerca de las zonas donde se generan estos residuos o restos, por lo que el gasto energético en desplazamiento se reduce (Sañudo, R. 2018).

Desventajas

Efecto lento, ya que el suelo se adapta a cierto manejo y al retirarle al 100% los compuestos a los que estaba acostumbrado dicho suelo, pueden no ser muy provechoso, por lo que se recomienda un sistema combinado (convencional y orgánico) en el afán de hacer un cambio gradual, y ayudar al suelo a reestablecer el equilibrio natural.

Los resultados se esperan a largo plazo, como se comentaba en el párrafo anterior, el cambio debe ser gradual, ya que poco a poco el suelo restituirá los procesos de formación y degradación de la materia orgánica hasta llegara un nivel donde solo requerirá una mínima cantidad de nutrientes para mantener dicha actividad, sin embargo, durante este proceso mejorará la fertilidad del suelo, observándose un mejor porcentaje de germinación, mejor adaptación de plántulas al trasplantarlas al mismo, entre otros. Debemos estar conscientes de que los costos en el manejo del suelo aumentan al hacerlo orgánicamente, pero de igual forma tendremos plantas y frutos de mejor calidad, traducándose esto en más ingresos y menor costo del manejo del suelo en un futuro, sin contaminar el agua y medio ambiente; esto debido a que el periodo de transición mejora la estructura del suelo, así como su permeabilidad, y al haber un mejor intercambio gaseoso, la floramicrobiana nativa del suelo mejora su actividad, lo cual mejora la fertilidad del suelo (Torres, S. 2008).

2.10 Importancia de los macronutrientes en el cultivo

2.10.1 El Nitrógeno

Nitrógeno (N), sostiene una necesidad de 100 - 225 Kg/ha, 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 (Oyarzún, N. 2002).

Fuente de nitrógeno

Fuente	Contenido de N (%)	Fuente	Contenido de N (%)
Sulfato de amonio	21	Nitrato de calcio	15.5
Amoniaco anhidro	82	Nitrato de sodio	16
Nitrato de amonio	34	Nitrato de potasio	13
Urea	46	Fosfato monoamónico (MAP)	10
Solución de nitrato de amonio-urea	28 a 32	Fosfato diamónico (DAP)	18
Fosfatóntrico	20	Nitrato cálcico-amónico	26

Nota. (Oyarzún, N. 2002).

2.10.2 El fósforo

Fósforo (P), en suelos pobres en este nutriente (-15 ppm), el autor recomienda de 225 -280 kg/ha de fósforo 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 fósforo (+30 ppm) recomienda utilizar dosis no mayores de 90 kg/ha (Romero, H. 2019).

Exceso de fósforo

El exceso de fósforo puede manifestarse como deficiencias de micronutrientes como Mn y/o Zn (Novoa, A. 2018).

Deficiencia de fósforo

Los síntomas de deficiencia se manifiestan como una clorosis difusa de tono opaco en las hojas adultas, esta evoluciona como manchas necróticas sin patrón definido. La textura de las hojas se torna coriácea, mientras que el color se mantiene verde muy oscuro sin brillo. La venación se conserva de color verde oscuro. No se observa clorosis generalizada en hojas jóvenes ni en el resto de la planta. Sin embargo, se presenta una leve evidencia de acumulación de antocianinas (Novoa, A. 2018).

Fuentes de fósforo

Fuentes de fertilizantes fosforados de uso común en la agricultura son los fertilizantes granulares, Fosfato Mono amónico, Fosfato Diamónico, Súper Fosfato Triple, Roca Fosfórica y los fertilizantes solubles Ácido Fosfórico, Fosfato Mono amónico Soluble, Fosfato Mono potásico (Vitra, H. 2020).

2.10.3 El potasio

Potasio (K) en suelos que necesiten la aplicación de este nutriente, es conveniente utilizar dosis de 110-220 kg. ha de K₂O y la aplicación debe realizarse al voleo para incorporarlo al suelo antes del rayado de las camas (Navarro, A. 2018).

Exceso de potasio

El exceso de potasio puede causar deficiencias de Ca o Mg. En las plantas sometidas a exceso es posible observar una clorosis leve, que inicia en el ápice o por la zona media de la hoja y avanza por los bordes hacia toda la lámina. Lo cual puede asociarse a síntomas relacionados con deficiencia Mg (Rizo, E. 2010).

Deficiencia de potasio

Los síntomas de la deficiencia se presentan únicamente en hojas bajas, primero en forma de una banda amarillenta ancha cerca del borde, seguida de otra verde claro que deja ver áreas pequeñas más oscuras de bordes indefinidos. Posteriormente estas mostraran las venas amarillas y áreas necróticas café rojizo desde los bordes hacia el interior de la lámina. En algunos casos se presenta necrosis en los bordes de las hojas limitada por un halo verde amarillento. Las hojas jóvenes presentan clorosis leve (Navarro, A. 2018).

Fuentes de Potasio

Fuente	Contenido de nutrientes (%)				
	K ₂ O	Mg	S	N	Cl
Cloruro de potasio	60				45
Sulfato de potasio	50		18		
Sulpomag	22	11	22		
Fertisamag	19	11	15		
Nitrato de potasio	44			13	

Nota. (Oyarzún, N. 2002).

Época de aplicación

Se sugiere aplicar 180 y 70 kg por hectárea de nitrógeno y fósforo respectivamente para lograr una buena producción. Se aplica una tercera parte del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra o trasplante, el resto del nitrógeno se aplica poco antes del inicio de la formación de cabezas. luego se hacen dos aplicaciones, una con 15-04-22 al momento de los aporques, y una última con la fórmula 17-04-17 (Masabni, J. 2019).

Dosis nutricionales recomendadas en el cultivo de col

Cultivo	Producción (t/ha)	Necesidades	Necesidades	Necesidades
		Nitrógeno (kg/ha)	Fósforo (kg/ha)	Potasio (kg/ha)
Col	35-45	230-250	65-75	290-320

Nota. (Reche, T. 2008)

2.11 Fertilizante Humus de lombriz

La lombricultura se presenta como una alternativa para el manejo ecológico de los residuos orgánicos que generalmente se disponen inadecuadamente y producen problemas ambientales. Los residuos orgánicos como: cáscaras de alimentos, frutas, verduras, papel y otros, se descomponen y al hacerlo se transforman en materia orgánica también llamado compost. Con el compost se alimentan las lombrices, las cuales aprovechan para sí, una parte y la otra la desechan como excremento produciendo el humus (Tenecela, Y. 2012).

Que es un abono orgánico con fibra bacteriana con (40 a 60 millones de microorganismos por centímetro cubico), capaz de enriquecer y generar las tierras, su aplicación baja hasta un 40% los costos de fertilización. En hortalizas 120g/planta, por semilla 40g, y por metro cuadrado 2 kg, en semillero 80% sustrato y 20% humus, abonado al fondo 8 a10 kg/m² (InfoAgro. 2017).

El humus contiene cuatro veces más nitrógenos, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y medio más potasio que el mismo peso del estiércol de ovino. En la siguiente tabla se muestra los valores de la producción de lombriz compuesto; siendo el promedio una lombriz adulta de un gramo de peso, que ingiere lo que pesa por día y excreta el 60% en forma de humus (0.6 gramos) (Tenecela, Y. 2012).

Composición química de humus de lombriz

Variables	Valores
Humedad	30-60%

pH	6.8-7.2%
Nitrógeno	1-2.6%
Fósforo	2-8%
Potasio	1-2.5%
Calcio	2-8%
Magnesio	1.2.5%
Materia orgánica	30-70%
Carbono orgánico	14-30%
Ácido fúlvicos	14-30%
Ácidos húmicos	2.5-8%

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

Beneficio

Al usar de manera foliar el humus líquido ayuda al biocontrol de patógenos que generan enfermedades en las plantas, además fortalece y le da vigor a la planta y contribuye a prevenir deficiencias en nutrientes.

Al aplicarse al suelo mejora la estructura del suelo al proveer materia orgánica y ácidos húmicos, contiene fitohormonas que fortalecen la raíz y ayudan al crecimiento de la planta y evita enfermedades en la raíz ya que los microorganismos que proporciona hacen simbiosis con la planta haciendo más biodisponibles los nutrientes y compiten con los patógenos pudieran infectar el suelo (Sánchez, C. 2016).

2.12 Fertilizante Bokashi

El Bokashi tiene una gran cantidad de ventajas frente al compost común, siendo la más visible de ellas su velocidad de preparación. El compost normal tarda unos 90 días en estar listo para su aplicación, mientras que el Bokashi se prepara en solo dos semanas. Además, su composición no atrae insectos indeseables y, de hecho, huyenta a muchos de ellos. Fortalece los microorganismos beneficiosos del suelo, dando así una protección adicional a las plantas, no provoca olores desagradables de ningún tipo, y enriquece la composición del suelo, aportando materia orgánica y

gran cantidad de nutrientes para tus plantas, Su función es engorda el suelo y los microorganismos disponibles ponen a disposición los minerales para que lo utilicen las plantas o por medio de la erosión (INIAP. 2017).

Los nutrientes son asimilados por las plantas y puestos a disposición de las plantas, con lo que estimula el crecimiento de sus raíces y follaje, se recomienda utilizar algunas dosis para obtener mayores beneficios:

Hortalizas de hojas: de 10 a 30 gramos, en la base.

Hortalizas de tubérculo o que forman cabeza: hasta 80 gramos

Tomate y pimentón: de 100 a 120 gramos.

Pastos de corte: de 1 a 5 kg/m² (Ortega, P. 2012).

Ventajas del Bokashi

Se mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica pues al no alcanzar temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas por volatilización. Además, suministra órganos compuestos (vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes) directamente a las plantas y al mismo tiempo activa los micro y macro organismos benéficos durante el proceso de fermentación. También ayuda en la formación de la estructura (Ortega, P. 2012).

Desventajas

Si no se maneja bien el proceso de producción se puede tener las mismas desventajas que el “Pre-compost”. Algunos microorganismos patogénicos y malos insectos no deseables podrían desarrollarse. Se generan malos olores y la inanición del nitrógeno. Los materiales inmaduros producen gases y ácidos nocivos que queman las raíces de los cultivos.

Composición química del Bokashi:

Variables	Valores
Nitrógeno	1,23%
Fósforo	2,98%
Potasio	1,05%

Calcio	9,45%
Hierro	11975ppm
Manganeso	345ppm
Sodio	0,062%
Azufre	591,3%
Carbono	12,4%
Humedad	33,56%
Relación C/N	10,1
Materia Orgánica	21,33ppm
Magnesio	0,62%
Zinc	274ppm
Boro	5,34ppm
Cobre	234ppm

Nota. Elaboración del Bokashi sólido y líquido, Pedro Ortega (2012).

2.13 Fertilizante Gallinaza

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. Otros elementos químicos importantes que se encuentran en la gallinaza son el fósforo y el potasio. El fósforo es vital para el metabolismo, y el potasio participa en el equilibrio y absorción del agua y la función osmótica de la célula (Tovar, E. 2013).

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. 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 y permite obtener rendimientos de 36.91 t/ha, con un peso promedio de 1,608 Kg (Fornaris, J. 2014).

Beneficios de la Gallinaza

- Es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción.
- Debido a su pH neutro y otras cualidades favorables aporta y contribuye al
- mantenimiento, desarrollo y diversificación de la micro flora y microfauna del suelo.
- Favorece la absorción radicular.
- Aporta e incrementa la disponibilidad en el terreno de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre y Boro, liberándolos gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- Aumenta la resistencia de las plantas a las heladas (Intagri. 2016).

Composición química de la gallinaza

Variables	Valores
Nitrógeno	2.67%
Fósforo	3.74%
Potasio	2.19%
Calcio	9%
Manganeso	3.23 mg/kg
Magnesio	0.757%
Sodio	0.276%
Azufre	2.450%
Relación C/N	13
Zinc	250 mg/kg
Boro	34.8 mg/kg
Cobre	41.8 mg/kg
Sodio	0.276%
Cenizas	24.5%

Silicio	4.03%
Residuos insalubres	4.38%

Nota. Ficha técnica de la Gallinaza, Abonos Biormin (2020).

2.14 Aporque

Simultáneamente con el primer control de malezas entre los 40 a 60 días, requieren una labor de aporque para fijar de mejor manera las plantas al suelo, para evitar encharcamientos en suelos poco permeables en caso de prolongada pluviosidad, el aporcado se hace acumulando un poco de tierra al pie de las plantas, ya sea en forma manual o mecanizada (Cabrera, F. 2010).

2.15 Control de malezas

Una manera sencilla de combatir las malezas en huertos familiares es utilizando un azadón ó una pala tan frecuente como sea posible (cada 15 ó 20 días al menos). Pero si el área es mayor pueden ser utilizados en pre emergencia los herbicidas amina 720 (para el combate de malezas de hoja ancha y algunos zacates) y para el combate de malezas como zacates y para utilizarse en pre siembra o incorporado el herbicida Treflán (Cruzado, M. 2019).

2.16 Plagas y enfermedades

Nombre Común	Nombre Científico	Control preventivo
Minador de la hoja	<i>Liriomyza trifol</i>	Los productos idóneos para el control del minador son: Abamectina (Agrimec) 5.4 l/ha. Ciromacyna (Trigard) 7.5g/ha respectivamente, los cuales deben ser utilizados en forma alterna para reducir los riesgos inherentes al desarrollo de la resistencia.

Mosca de la col	<i>Chorthophilla brassicae</i>	Plaguicidas específicos como el Lambdacihalotrin 2,5% y el Tau- fluvalinato 24% son de muy buena respuesta frente a la plaga de la mosca de la col, pero deben aplicarse bajo estrictos controles sanitarios para evitar efectos indeseados sobre las cosechas.
Oruga de col	<i>Pieris brassicae</i>	Algunas de las materias activas autorizadas son: cipermetrin, deltametrin o indoxacarb. Aplicar en pulverización, tratando de mojar bien el envés de las hojas. Si se quiere optar por un método biológico se puede utilizar <i>Bacillus thuringiensis</i> + mojante, desde poco antes de la formación del cogollo. Entre los insecticidas orgánicos sintéticos utilizados para el control podemos encontrar: Bifentrina: 240 - 400 ml · ha. Esfenvalerato 5%: 1,0 - 1,5 l · ha. Imidacloprid: 0,75 l · ha. Indoxacarb: 100 - 250 g/ ha. Metoxifonozide: 0,33 - 0,5 L/ha.
Polilla de las crucíferas	<i>Plutella xylostella</i>	Eliminación inmediata de restos de la cosecha, las parcelas pequeñas pueden ser cubiertas por una capa textil blanca para prevenir que la pulguilla acceda y para aumentar la humedad, rociando con insecticidas. Es necesario arar el suelo inmediatamente después de cosechar para evitar que esta especie de pulgón se propague en otros cultivos. También es importante eliminar malezas que sirvan como hospederos como son algunas especies de mostaza, nabo silvestre o especies de crucíferas.
Pulguilla de la col	<i>Phyllotreta undullata</i>	Es necesario arar el suelo inmediatamente después de cosechar para evitar que esta especie de pulgón se propague en otros cultivos. También es importante eliminar malezas que sirvan como hospederos como son algunas especies de mostaza, nabo silvestre o especies de crucíferas.
Pulgón de las coles	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Es necesario arar el suelo inmediatamente después de cosechar para evitar que esta especie de pulgón se propague en otros cultivos. También es importante eliminar malezas que sirvan como hospederos como son algunas especies de mostaza, nabo silvestre o especies de crucíferas.

Gusanos grises	<i>Agrotis spp</i>	Las trampas adhesivas amarillas atraparán a las mariposas adultas, pero también pueden atrapar insectos benéficos. Rociar con BTK (<i>Bacillus thuringiensis var. Kurstaki</i>) cada 1 a 2 semanas también ayudará a controlar las plagas familiares de la col.
-------------------	--------------------	---

Nota. (Márquez, R. 2016)

Nombre Común	Nombre Científico	Control preventivo
Alternaria	<i>Alternaria brassicae</i>	Se recomienda el uso de semilla certificada y tratamientos de semilla con agua caliente o fungicidas, la rotación de cultivos, destrucción de residuos de cosecha y eliminación de malezas reduce la fuente del inóculo. Durante la formación de la cabeza evite el riego por aspersión. Aplique fungicidas orgánicos e inorgánicos ya que previenen el desarrollo de la enfermedad.
Mildiu	<i>Peronospora brassicae</i>	Los fungicidas basados en mancozeb y metalaxil son eficaces en el tratamiento de la enfermedad, sin embargo, pueden tener efectos adversos en la planta, como la parálisis del crecimiento y del endurecimiento de los tejidos.
Pudrición negra	<i>Xanthomonas campestris</i>	Entre las medidas de control de esta bacteria, se recomienda la rotación de cultivos al menos cada tres años, control de malezas, riego por goteo, y buen drenaje del suelo o uso de camas elevadas.

Nota. (Márquez, R. 2016).

2.17 Cosecha

Las cabezas deben ser cosechadas cuando más del 40% de las plantas ha alcanzado su tamaño y consistencia, antes que alcancen su punto de madurez, cuando están compactas, pero sin reventarse, de acuerdo con las características de cada variedad. Después de la cosecha las raíces y tallo deben ser cortados justamente cerca de la base de la cabeza y dejar al menos una capa de hojas externas para protegerlas del manipuleo y almacenaje. La cosecha del cultivo oscila entre 90 y 150 días aproximadamente. Es muy variable y depende de la variedad sembrada y condiciones climáticas y de las zonas donde se realiza el cultivo. Ocurre cuando la col alcanza su máximo tamaño, pero se mantiene firme a la presión de los dedos, se efectúa con cuchillo cortando la pella o repollo (Rullán, F. 2016).

2.18 Postcosecha

Las coles deben mantenerse en condiciones de 1 a 5°C, con una humedad relativa alta, para evitar desecaciones. Es conveniente controlar también el nivel de etileno, ya que las coles son muy sensibles a él. En el caso de las coles no siempre se realiza el proceso de pre enfriamiento, aunque es recomendable en los casos en que la recolección se ha hecho en condiciones de altas temperaturas. Si se usa se recomienda alcanzar una temperatura de 1 a 5°C. En general el método más idóneo es el uso de aire húmedo, aunque también se puede usar una cámara frigorífica (Muggeridge, D. 2019).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación y características de la investigación

- **Localización de la investigación**

Esta investigación se realizó en la provincia Bolívar, cantón Guaranda, parroquia San Simón, sector Canal Pamba.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud	2672 msnm
Latitud	01° 36' 52' S
Longitud	78° 59' 54' W
Temperatura máxima	21 °C
Temperatura mínima	7 °C
Temperatura media anual	14°C
Heliofanía media anual	900 horas/luz/año
Precipitación	980mm
Humedad relativa	71%

Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado de Guaranda, 2020).

- **Zona de vida**

De acuerdo a la zona de vida de la parroquia San Simón se encuentra ubicado en la formación del bosque húmedo Montano Bajo. (Holdridge, L. 1979)

3.2 Metodología

3.2.1 Material experimental

- Plántula de col variedades (Repollo, Morada, Milán).
- Abonos orgánicos (Humus de lombriz. Bokashi y Gallinaza).

3.2.2 Factores en estudio

Factor A: Variedades de col

- **A1:** Col Morada
- **A2:** Col Repollo
- **A3:** Col Milán

Factor B: Tipos de abonos orgánicos

- **B1:** Humus de lombriz (300 g)
- **B2:** Bokashi (300g)
- **B3:** Gallinaza (300g)

3.2.3 Tratamientos

En la siguiente investigación se consideró como un tratamiento a cada combinación entre los factores:

Nº	Tratamiento	Código	Descripción
1	T1	A1B1	Col Morada + Humus de lombriz
2	T2	A1B2	Col Morada + Bokashi
3	T3	A1B3	Col Morada + Gallinaza
4	T4	A1B4	Col Morada + Testigo
5	T5	A2B1	Col Repollo+ Humus de lombriz
6	T6	A2B2	Col Repollo + Bokashi
7	T7	A2B3	Col Repollo+ Gallinaza
8	T8	A2B4	Col Repollo + Testigo
9	T9	A3B1	Col Milán+ Humus de lombriz
10	T10	A3B2	Col Milán+ Bokashi
11	T11	A3B3	Col Milán+Gallinaza
12	T12	A3B4	Col Milán+ Testigo

3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico

Para este estudio se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo factorial 3 x 4 y 3 repeticiones.

Según el siguiente esquema:

Fuente de variación FV	Grados de libertad GL	CME*
Bloques (r-1)	2	$\int_E^2 + 12 \int^2 \text{bloques}$
FA: Variedades (a-1)	2	$\int_E^2 + 12 \int^2 A$
FB: Abonadura (b-1)	3	$\int_E^2 + 9 \int^2 B$
Interacción AxB (a-1)(b-1)	6	$\int_E^2 + 3 \int^2 AXB$
E. Exp. (axb-1) (r-1)	22	\int_E^2
Total (axb x r)-1	35	

3.3 Manejo del experimento en campo

3.3.1 Análisis químico del suelo

Se realizó un mes antes del trasplante con la ayuda de un barreno manual, se tomaron 10 submuestras de suelo del área donde se implementó el ensayo, el peso de la muestra total fue de 1Kg, y debidamente etiquetada se procedió a llevar a un laboratorio de análisis de suelos, y se realizó un análisis completo del suelo, es decir de macro y micronutrientes.

3.3.2 Preparación del suelo

La preparación del suelo y las labores culturales se realizó a los 15 días antes del trasplante de las plantas, y con la ayuda de la respectiva arada y rastra se removió, el suelo y por consiguiente se aplicó cal agrícola para la desinfección del terreno.

3.3.3 Delimitación de las parcelas

Se delimito las parcelas utilizando estacas, flexómetro y pialas, en los 3 bloques correspondientes. Además, se identificó cada unidad experimental con letreros según los tratamientos. De acuerdo al croquis del ensayo (DBCA).

3.3.4 Adquisición de las plántulas

Las plántulas fueron obtenidas en pilones, La Victoria S.A. ubicada en Latacunga Panamericana Sur Km 78, vía Tambo.

3.3.5 Trasplante

Actividad que se realizó de manera manual en hileras con una distancia de 0.60 cm entre surcos y 0.50 cm entre plantas, en cada tratamiento se incluyó 48 plantas vigorosas.

3.3.6 Abonado

Se efectuó de forma manual con tres abonos orgánicos, humus de lombriz, bokashi y gallinaza, en tres frecuencias: La primera aplicación se realizó al trasplante del cultivo, la segunda a los 20 días después del trasplante y finalmente la tercera a los 40 días después del trasplante, con las siguientes dosis:

Abonos	1 dosis	2 dosis	3 dosis
Humus de lombriz	300g	300g	300g
Bokashi	300g	300g	300g
Gallinaza	300g	300g	300g

3.3.7 Aporque

Esta labor se realizó de forma manual con la ayuda de azadones a la tercera semana después del trasplante, el segundo a la séptima semana y se realizó un tercer aporque ya que el cultivo lo requiero.

3.3.8 Riego

Se efectuó el riego al momento del trasplante para obtener un buen desarrollo de las plántulas, luego el riego se realizó frecuentemente debido principalmente a las condiciones climáticas que presento el sitio en estudio.

3.3.9 Control de plagas y enfermedades

Este control fitosanitario se realizó a los 40 y 90 días por la presencia de plagas o enfermedades con productos químicos. Como: Cipetrimina en dosis de 20cm³ a 100 l para el control de pulgón de repollo (*Brevicoryne brassicae*, Linneus). Se repitió la aplicación de este mismo producto cada vez que fue necesario.

3.3.10 Control de malezas

Se efectuó de forma manual con la ayuda de azadones ante la presencia de las malezas durante el ciclo del cultivo, para así evitar la competencia de nutrientes entre las malezas con el cultivo.

3.3.11 Cosecha

Se realizó de forma manual cortando los repollos con la ayuda de una cuchilla por la base de la planta, cuando los repollos alcanzaron su madurez comercial presentaron una consistencia compacta en cada unidad experimental.

3.4 Métodos evaluados (variables respuesta)

- **Porcentaje de prendimiento (PP)**

A los 15 días después del trasplante, se contaron las plantas prendidas en cada una de las unidades experimentales, y su resultado fue expresado en porcentaje.

- **Altura de plantas (AP)**

Se evaluó a la cosecha, con la utilización de un flexómetro, midiendo desde la base del tallo hasta la cabeza del repollo, en 10 plantas tomadas al azar dentro de cada parcela y sus resultados se expresaron en cm.

- **Número de hojas por planta (NHP)**

Se realizó por observación directa a la cosecha después del trasplante contando el número de hojas en 10 plantas dentro de cada parcela.

- **Diámetro del tallo (DT)**

Variable que fue evaluada a la cosecha con la ayuda de un calibrador se midió en el centro de la altura de la planta en 10 tallos al azar dentro de cada una de las parcelas y sus resultados se expresó en cm.

- **Días a la formación del repollo (DFR)**

Esta variable fue tomada contando el número de días transcurridos desde el trasplante, hasta cuando más del 50% de las plantas de cada parcela presento el repollo completamente formado.

- **Diámetro del repollo (DR)**

Se realizó al momento de la cosecha, con la ayuda de un flexómetro se midió en la parte central del repollo, en 10 repollos de cada parcela experimental y sus resultados se expresó en cm.

- **Tamaño de repollo (TR)**

Variable que fue evaluada al momento de la cosecha, con la ayuda de una escala en 10 plantas de cada una de las parcelas y sus resultados fueron expresados en cm, mediante la siguiente escala:

Grande

Mediano

Pequeño

- **Días a la cosecha (DC)**

Dato que se tomó contando el número de días transcurridos desde el trasplante hasta el día que se realizó la actividad de la cosecha de los repollos en todas las parcelas.

- **Porcentaje de mortalidad (PM)**

Se efectuó al finalizar el ciclo del cultivo en el momento de la cosecha donde se contó el número de plantas muertas, considerando el número de plantas trasplantadas en cada unidad experimental, y sus resultados fue expresados en porcentajes.

- **Incidencia de plagas y enfermedades (IPE)**

Dato que fue evaluada a los 40, 90 días después de la labor del trasplante, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia de plagas (\%)} = \frac{\text{Total de plantas enfermas}}{\text{Total de plantas}} \times 100$$

- **Peso en kg por parcela (PKg /P)**

Variable que fue evaluada al momento de la cosecha con la ayuda de una balanza analítica, se pesó en kilogramos, de los repollos tomados al azar de la parcela neta.

- **Rendimiento kg por ha (RKg/ha)**

El rendimiento en kg/ha fue obtenido mediante la siguiente fórmula matemática:

$$R = PCP \times \frac{10000 \text{ m}^2/\text{ha}}{ANC \text{ m}^1/1}$$

Dónde:

R= Rendimiento en kg/ha

PCP= Peso de Campo por Parcela en kg

ANC = Área neta cosechada en m^2 (Monar, C. 2010)

- **Número de repollos por parcela (NRP)**

Variable que fue evaluada al momento de la cosecha y se contabilizo el número de repollos por cada unidad experimental.

3.5 Análisis de datos

- Análisis de varianza (ADEVA)
- Prueba de Tukey al 5% se utilizó para comparar promedios de tratamientos y factores en estudio.
- Análisis de Correlación y Regresión lineal.
- Análisis económico en la relación Beneficio/ Costo B/C.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables agronómicas para el factor A (variedades de col)

Tabla N°1

Resultados promedios de la prueba de Tukey al 5% en el factor A (variedades de col) en las variables agronómicas: Porcentaje de prendimiento (PP), Altura de plantas (AP), Número de hojas por planta (NHP), Diámetro del tallo (DT), Días a la formación del repollo (DFR), Diámetro del repollo (DR), Días a la cosecha (DC), Porcentaje de mortalidad (PM), Incidencia de plagas y enfermedades (IPE), Peso en Kg por parcela (PKg/P), Rendimiento Kg por ha (RKg/ha) y Número de repollos por parcela (NRP).

Variables	A1	R	A2	R	A3	R	(MG)	CV
PP (NS)	98.83	A	97.17	A	97.17	A	97.72%	3.07%
AP (**)	25.15	B	29.54	A	14.12	C	22.94 cm	2.41%
NHP (**)	13.00	B	13.00	A	12.00	C	13.00 hojas	4.38%
DT (**)	3.27	B	3.68	A	2.78	C	3.24 cm	1.77%
DFR (**)	84.00	A	83.00	B	78.00	C	82.00 días	0.88%
DR (**)	18.67	B	24.56	A	14.66	C	19.30 cm	1.35%
DC (**)	110.00	A	109.00	B	98.00	C	317 días	0.75%
PM (**)	3.58	C	4.50	B	5.33	A	4.47%	14.52%
IPE (*)	17.25	B	18.33	AB	19.25	A	18.28%	10.62%
PKg/P (**)	58.76	B	95.64	A	43.77	C	66.06 kg/p	3.28%
RKg/ha (**)	36722.40	B	59777.08	A	27354.69	C	41284.72 kg/ha	3.28%
NRP (NS)	46.00	A	46.00	A	46.00	A	46 repollos	2.92%

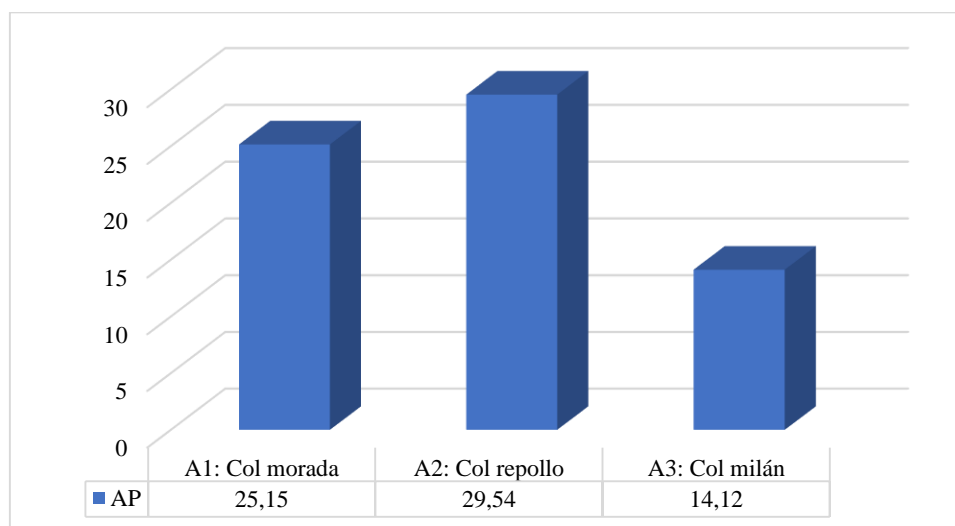
NS = No significativo, * = Significativo al 5%, ** = Altamente significativo al 5%

Factor A (Variedades de col)

La respuesta agronómica de las variedades de col en relación a las variables AP, NHP, DT, DFR, DR, DC, PM, PKg/P y RKg/ha presentaron diferencias altamente significativas (**) mientras que las variables PP y NRP fueron estadísticamente similares (NS) y únicamente la variable IPE se registró como diferente (*). (Tabla N°1).

Figura N°1

Resultados de la variable Altura de plantas en tres variedades de col. San Simón 2022.

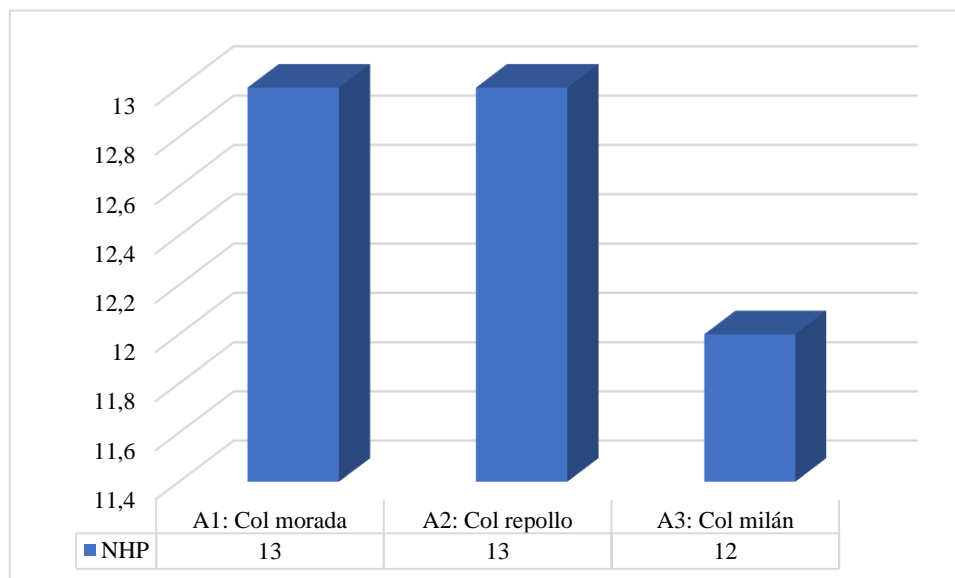


Según el análisis de varianza la variable altura de plantas (AP) se determinaron diferencias altamente significativas (**) con una media general de 22.94 cm y un coeficiente de variación del 2.41%. (Tabla 1). Comprobando que la variedad que registró una mayor altura fue la col repollo con una media de 29.54 cm a comparación de la variedad Milán que tan solo presentó una altura media de 14.12 cm, uno de los principales factores que pueden afectar al crecimiento de la planta es el suministro de agua, precipitaciones, características agronómicas de cada variedad y su interacción genotipo ambiente.

La col de repollo puede alcanzar una altura de 16 hasta 24 pulgadas (40 a 60 cm). (Fornaris, G. 2014).

Figura N°2

Resultados de la variable Número de hojas por planta en tres variedades de col. San Simón 2022.



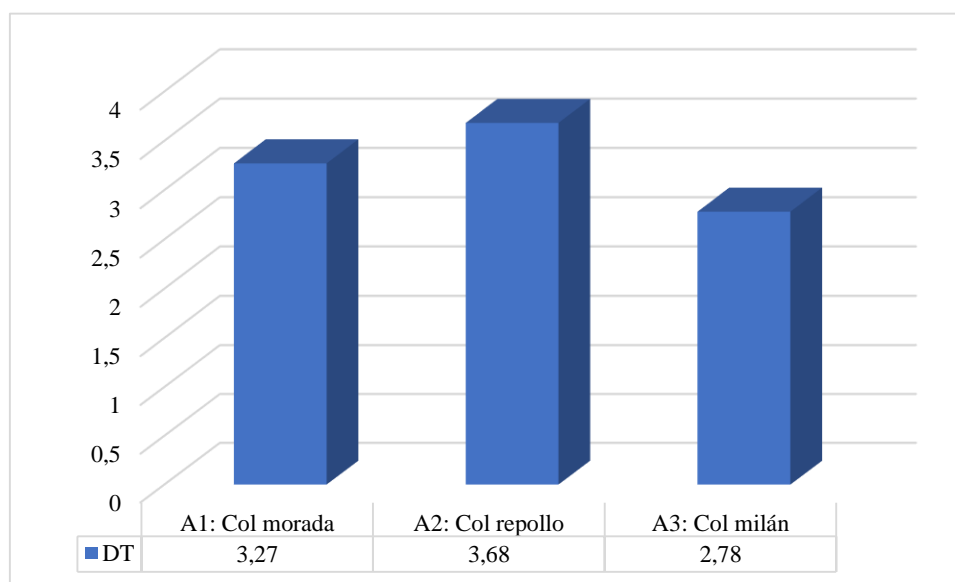
De acuerdo al análisis de varianza para la variable número de hojas por planta (NHP) se determinaron diferencias altamente significativas (**) con un coeficiente de variación del 4.38% y una media general de 13 hojas. (Tabla N°1)

Las variedades que presentaron un mayor número de hojas fueron la col morada y repollo con una media de 13 hojas en comparación a la col Milán que registró un promedio de 12 hojas.

El número de hojas que poseen las coles es alrededor de 10-15 en las variedades precoces y 25-30 en las tardías. (Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc, 2022).

Figura N°3

Resultados de la variable Diámetro del tallo en tres variedades de col. San Simón 2022.



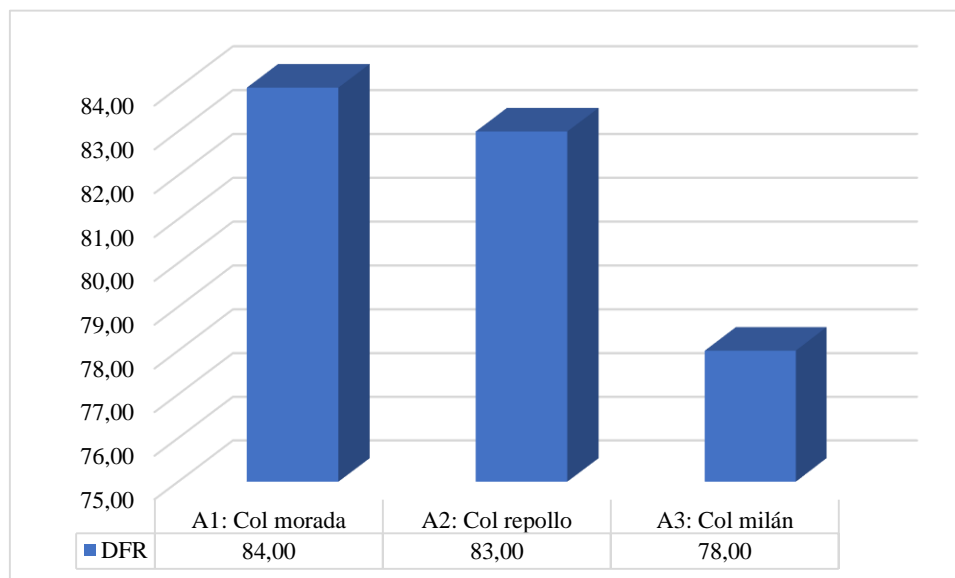
Según el análisis de varianza para la variable diámetro del tallo (DT) se determinaron diferencias altamente significativas (**) con una media general de 3.24 cm y un coeficiente de variación del 1.77%. (Tabla N°1)

En la presente investigación se registró a la variedad col repollo con un promedio de 3.68 cm de diámetro a diferencia de la col milán que presentó tallos con un diámetro de 2.78 cm. Generalmente los tallos de las variedades en estudio no maduran al mismo tiempo por esta razón los resultados obtenidos presentan diferencias notables basándose en que al momento de la recolección de datos no todos los tallos se encontraban en el mismo estadio fisiológico.

“El diámetro del tallo es muy variable según el cultivar de que se trate”, (Fundación de desarrollo Agropecuario 2022)

Figura N°4

Resultados de la variable Días a la formación del repollo en tres variedades de col. San Simón 2022.



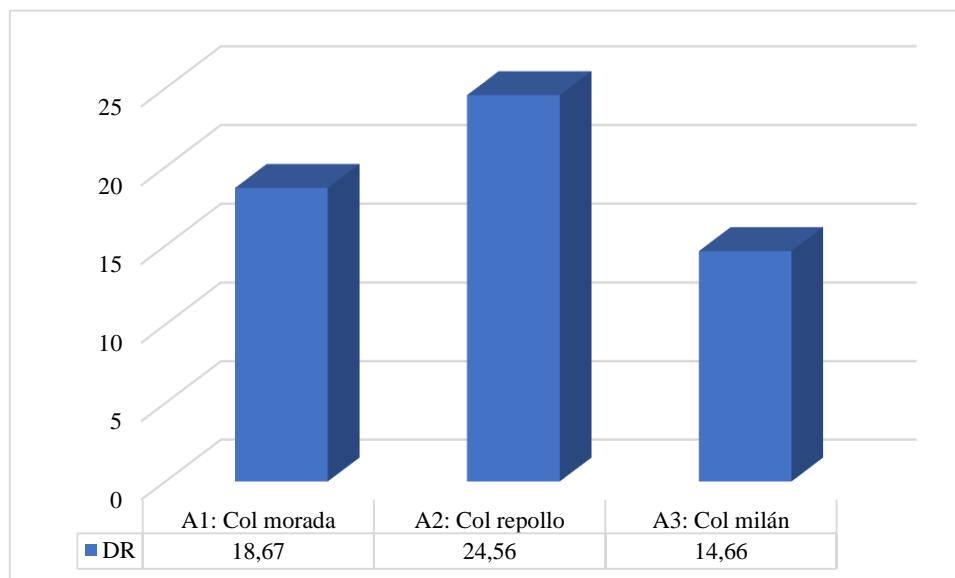
El análisis de varianza para la variable días a la formación del repollo (DFR) determinó diferencias altamente significativas (**) con una media general de 82 días y un coeficiente de variación del 0.88%. (Tabla N°1).

Se registró a la col milán como una variedad precoz puesto que a los 78 días posteriores al trasplante logro formar su repollo en comparación a la col repollo y morada que presentaron sus repollos a los 83 y 84 días respectivamente, Uno de los factores necesarios para la rápida formación del repollo es la humedad en el suelo y condiciones de buen drenaje y por las condiciones climáticas durante la formación del repollo existieron precipitaciones de 24 mm saturando el suelo.

La cabeza del repollo está constituida por hojas modificadas de tal forma que los días a la formación del mismo depende exclusivamente del tiempo en el que se culmina el desarrollo de las hojas. (Fornaris, G. 2014)

Figura N°5

Resultados de la variable Diámetro del repollo en tres variedades de col. San Simón 2022.



El análisis de varianza para la variable diámetro del repollo (DR) determinó diferencias altamente significativas (**) con una media general de 19.30 cm y un coeficiente de variación del 1.35%. (Tabla N°1)

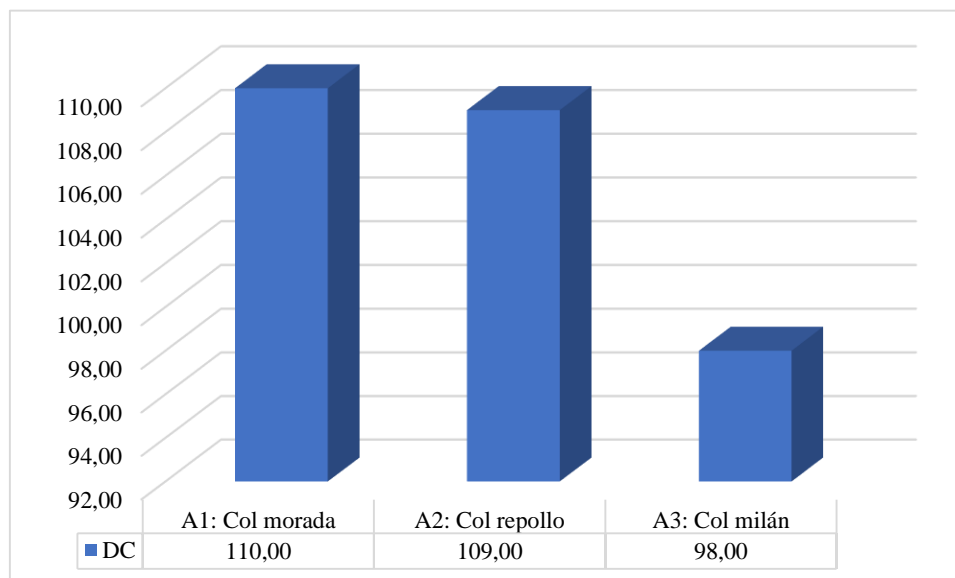
La variedad col repollo presentó los mejores repollos con una media de 24.56 cm de diámetro. Por esta razón se deduce que uno de los factores que influyeron en la formación del repollo fue el suelo debido a que el lugar donde se estableció el cultivo es de tipo franco arenoso con un pH de 7.06 según el análisis de suelo.

Sabiéndose que la temperatura óptima para un excelente desarrollo del repollo esta entre los 15° y 18°C, en la zona donde fue establecido el cultivo durante la formación del mismo se presentaron temperaturas desde los 9°C hasta los 18°C por lo que este factor climático influyo en los diámetros obtenidos.

“El repollo se adapta a suelos de tipo limo arenosos a limo arcillosos y es ligeramente tolerante a pH ácidos del rango de 6 a 6.5. El repollo desarrolla bien en suelos moderadamente pesados”. (Zamora, E. 2016)

Figura N°6

Resultados de la variable *Días a la cosecha* en tres variedades de col. San Simón 2022.



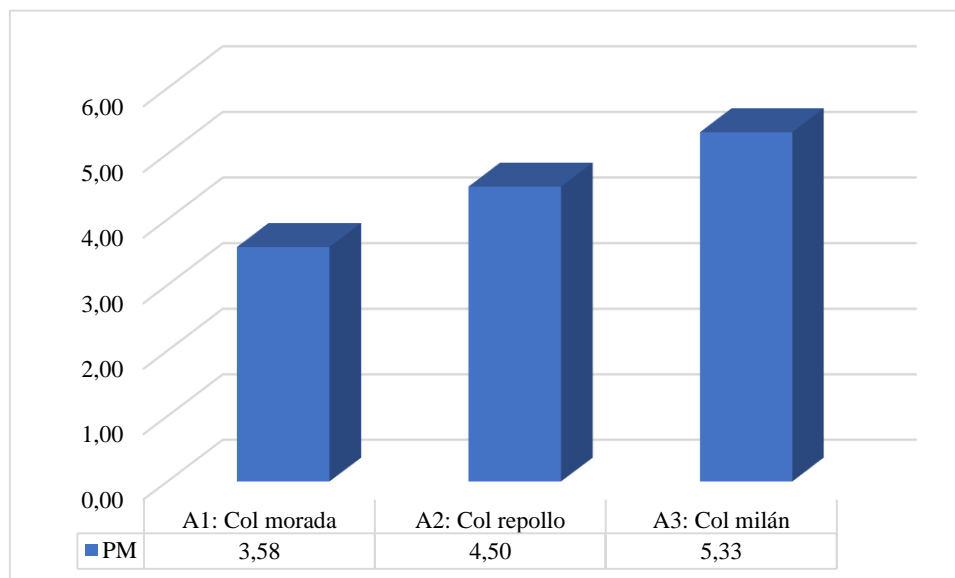
De acuerdo al análisis de varianza para la variable días a la cosecha (DC) determinó diferencias altamente significativas (**) con una media general de 317 días y un coeficiente de variación del 0.75%. (Tabla N°1)

Se determinó que la col milán presentó precocidad en la cosecha iniciando esta etapa a los 98 días posteriores a la siembra en comparación a la col morada que fue la más tardía con 110 días. El tiempo en el que inicia la cosecha dependió exclusivamente de la variedad debido a que todas las variedades en estudio fueron establecidas al mismo distanciamiento por lo que la precocidad o retraso de la cosecha no dependió de esta.

En comparación a la investigación efectuada por el siguiente autor indica que el promedio de días a la cosecha fue de 106 días y no presentaron diferencias significativas. (Cabrera, P. 2010)

Figura N°7

Resultados de la variable Porcentaje de mortalidad en tres variedades de col. San Simón 2022.



El análisis de varianza para la variable porcentaje de mortalidad (PM) determinó diferencias altamente significativas (**) con una media general del 4.47% y un coeficiente de variación del 14.52%. (Tabla N°1).

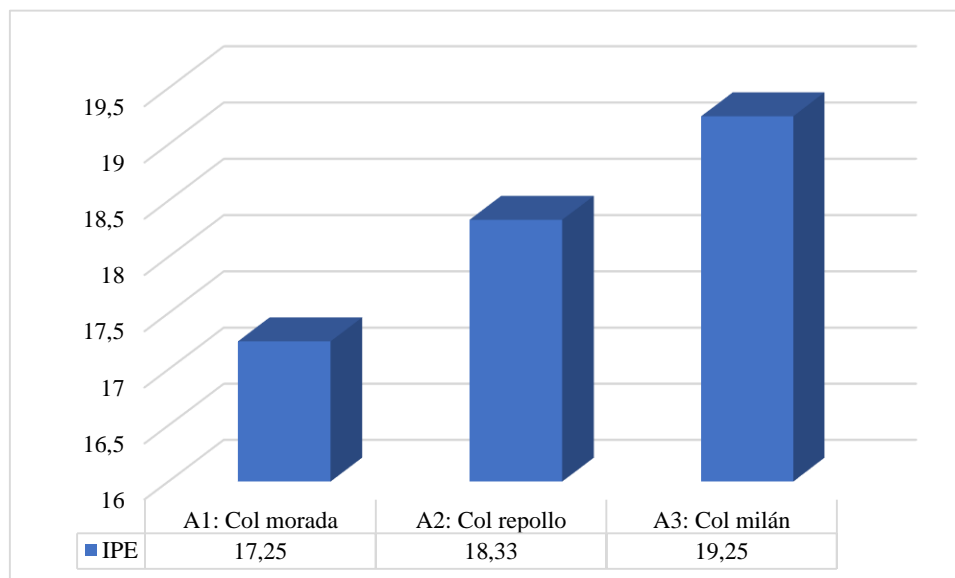
Evidenciándose que tan solo la col morada presentó un menor porcentaje de mortalidad con una media del 3.58% a diferencia de la col milán que fue la variedad que más mortalidad registró con una media del 5.33%.

El porcentaje de mortalidad de las plántulas en campo dependió de la calidad de plántula adquirida, y de su relación ambiental, agronómico las pocas plantas que murieron fueron el 14.52% aquellas que no se encontraban en el estado óptimo para el trasplante.

La presencia del pulgón de la col (*Brevicoryne brassicae* L.) produce demora en el desarrollo e inclusive la muerte de la planta cuando sus poblaciones son altas. (Hernández, E. 2019).

Figura N°8

Resultados de la variable Incidencia de plagas y enfermedades en tres variedades de col. San Simón 2022.

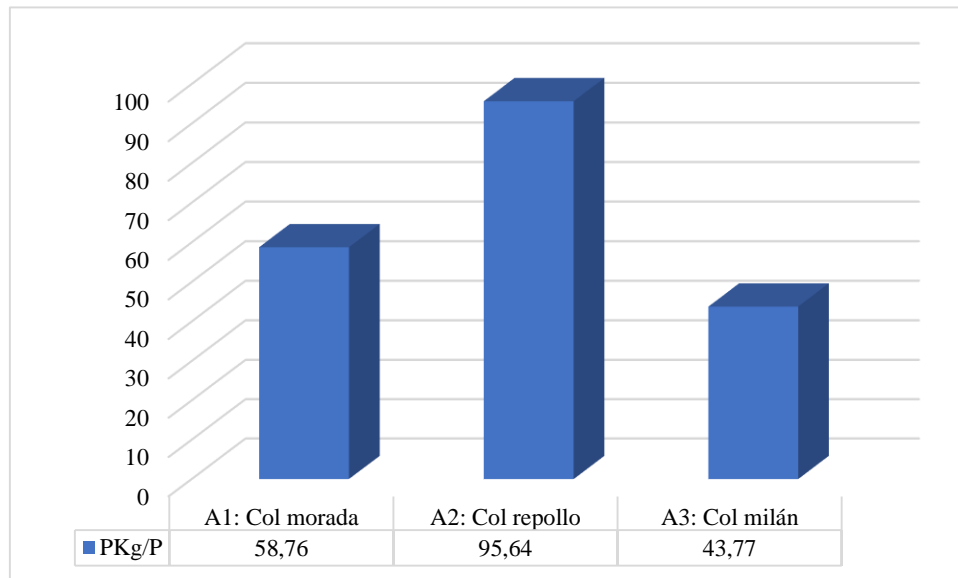


De acuerdo al análisis de varianza para la variable incidencia de plagas y enfermedades (IPE) determinó diferencias significativas (*) con una media general de 18.28% y un coeficiente de variación del 10.62%. (Tabla N°1).

En el presente proyecto de investigación durante su fase de campo en el cultivo se evidenciaron una alta incidencia de plagas como el pulgón (*Brevicoryne brassicae* L.) y el minador de hojas (*Liriomyza trifoli*) mostrándose una mayor incidencia en la col milán, debido que durante los primeros 40 días presentaron temperaturas que oscilaba entre los 20 a 24 °C sin embargo, se presenció que posterior al control de plagas y el favorecimiento climático esta disminuyo y no se presentaron ninguna enfermedad.

Figura N°9

Resultados de la variable Peso en kg por parcela en tres variedades de col. San Simón 2022.



El análisis de varianza para la variable peso en kg por parcela (PKg/P) determinó diferencias altamente significativas (**) con una media general de 66.06 kg/p y un coeficiente de variación del 3.28%. (Tabla N°1).

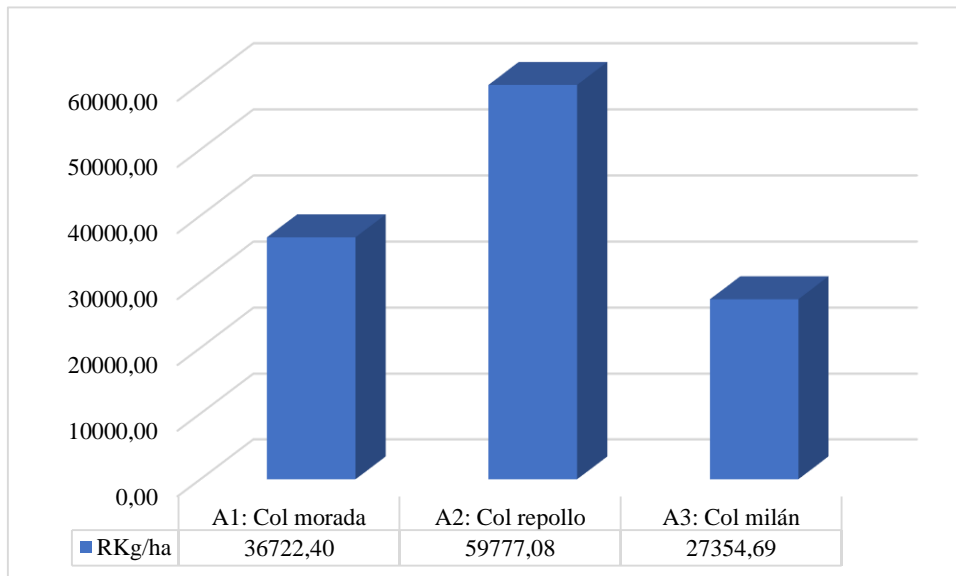
La repuesta productiva registró que el mayor peso por parcela se encontró en la variedad repollo con una media de 95.64% kg/p en comparación a la col milán que solo alcanzó un peso de 43.77 kg/p.

A pesar de que todas las variedades tuvieron el mismo manejo a excepción del aporte de abono la col repollo es la que por lo general obtiene un mayor peso debido al tamaño que la caracteriza y diferencia de las demás coles.

“El aumento en el peso del repollo se debe a que cada compostaje aporta nutrientes diferentes y las especies tienen requerimientos nutricionales distintos”. (Fornaris, G. 2014)

Figura N°10

Resultados de la variable Rendimiento kg por ha en tres variedades de col. San Simón 2022.



De acuerdo al análisis de varianza para la variable rendimiento kg por ha (RKg/ha) determinó diferencias altamente significativas (**) con una media general de 41284,72 kg/ha y un coeficiente de variación del 3.28%. (Tabla N°1).

La variedad repollo obtuvo el mejor rendimiento por hectárea con una media de 59777,08 kg/ha siendo la variedad milán la que arrojó el peor rendimiento con una media de 27354,69 kg/ha.

Sin embargo, existen otras investigaciones realizadas con un rendimiento promedio más alto de col se evaluó en el híbrido Gloria con 62.130 Kg/ha. (Pagalo, H. 2017)

4.2 Variables agronómicas para el factor B (Tipos de abonos orgánicos)

Tabla N°2

Resultados promedios de la prueba de Tukey al 5% en el factor B (Tipos de abonos orgánicos) en las variables agronómicas: Porcentaje de prendimiento (PP), Altura de plantas (AP), Número de hojas por planta (NHP), Diámetro del tallo (DT), Días a la formación del repollo (DFR), Diámetro del repollo (DR), Días a la cosecha (DC), Porcentaje de mortalidad (PM), Incidencia de plagas y enfermedades (IPE), Peso en Kg por parcela (PKg/P), Rendimiento Kg por ha (RKg/ha) y Número de repollos por parcela (NRP).

Variables	Factor B									
	B1	R	B2	R	B3	R	B4	R	MG	CV
PP (NS)	97.11	A	98.89	A	96.44	A	98.44	A	97.72 cm	3.07%
AP (**)	23.53	B	22.07	C	24.48	A	21.66	C	22.94 cm	2.41%
NHP (**)	14.00	A	12.00	B	14.00	A	11.00	C	13 hojas	4.38%
DT (**)	3.30	B	3.20	C	3.43	A	3.04	D	3.24 cm	1.77%
DFR (*)	81.00	AB	81.00	AB	81.00	B	82.00	A	81.00 días	0.88%
DR (**)	19.66	B	18.40	C	20.46	A	17.34	D	18.97 cm	1.35%
DC (NS)	105.00	A	105.00	A	105.00	A	106.00	A	105.00 días	0.75%
PM (**)	3.56	C	4.22	BC	5.56	A	4.56	B	4.48%	14.52%
IPE (*)	19.67	A	17.11	B	20.00	A	16.33	B	18.28%	10.62%
PKg/P (*)	66.79	AB	64.34	B	68.81	A	64.28	B	66.06 kg/p	3.28%
RKg/ha (*)	41743.75	AB	40213.19	B	43004.17	A	40177.78	B	41284.72kg/ha	3.28%
NRP (NS)	46.00	A	46.00	A	45.00	A	46.00	A	46.00 repollos	2.92%

NS = No significativo, * = Significativo al 5%, ** = Altamente significativo al 5%

Factor B (Tipos de abonos orgánicos)

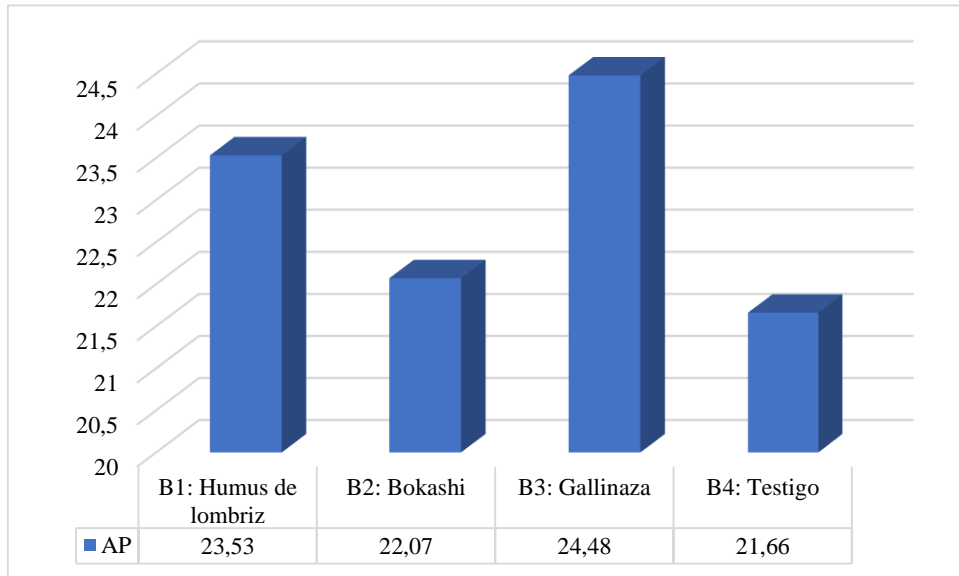
La respuesta agronómica de los tipos de abonos orgánicos en relación a las variables AP, NHP, DT, DR y PM presentaron diferencias altamente significativas (**) mientras que las variables PP, DC y NRP fueron estadísticamente similares (NS) difiriendo de los parámetros agronómicos DFR, PKg/P y RKg/ha se registraron como diferentes (*). (Tabla N°2).

Según el análisis de varianza para la variable días a la formación del repollo (DFR) determinó una media general de 81 días, un coeficiente de variación del 0.88%, registrando a los tres abonos orgánicos que lograron formar sus repollos a los 81 días a diferencia del testigo que lo realizó en 82 días.

El porcentaje de mortalidad (PM) registró una media general del 4.48% y un coeficiente variación del 14.52% determinando a los datos en un rango aceptable a nivel de campo abierto, siendo el humus de lombriz el que presento una menor mortalidad con una media del 3.56% vs el testigo que evidenció el 4.56% de mortalidad.

Figura N°11

Resultados de la variable Altura de plantas como efecto de la aplicación de tres diferentes tipos de abonos orgánicos y un testigo. San Simón 2022.



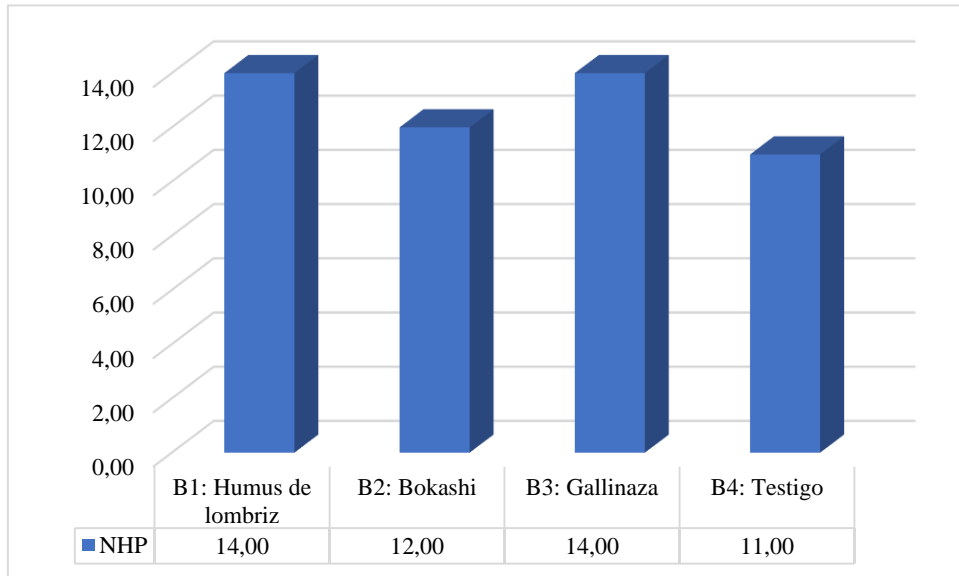
Según el análisis de varianza para la variable AP registró diferencias altamente significativas (**) determinando una media general de 22.94 cm y un coeficiente de variación del 2.41%. (Tabla N°2)

Esta investigación determinó que la gallinaza aportó al cultivo para obtener plantas con mayor altura registrando una media de 24.48 cm a diferencia del testigo que presentó una altura promedio de 21.66 cm.

En comparación a otra investigación se expresa que en cuanto a la altura de la planta con una aplicación de gallinaza a los 90 días posteriores a la siembra se obtuvo una altura promedio de 30.20 cm. (Llomitoa N. 2022)

Figura N°12

Resultados de la variable Número de hojas por planta en tres tipos de abonos orgánicos y un testigo. San Simón 2022.

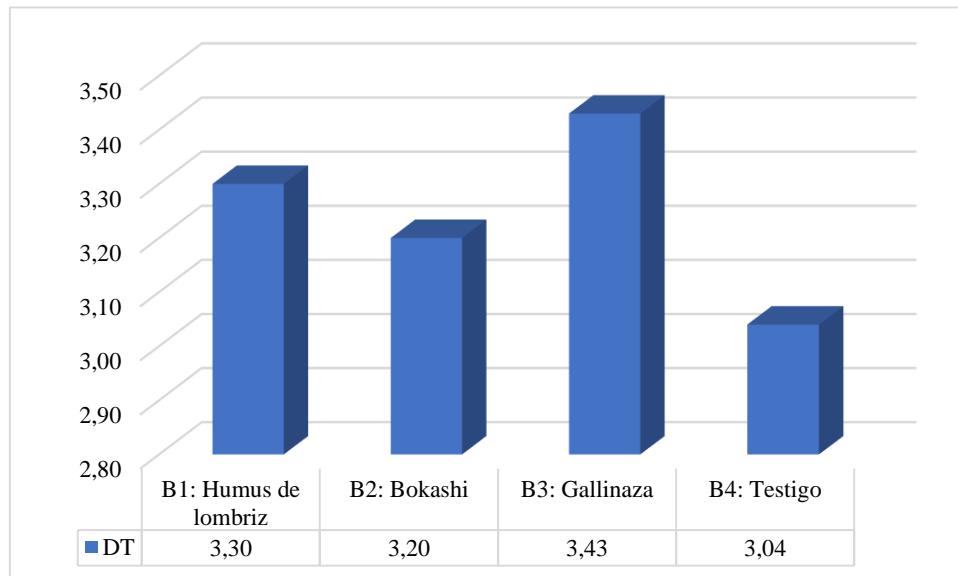


De acuerdo al análisis de varianza para la variable NHP determinó diferencias altamente significativas (**) con una media general de 13 hojas y un coeficiente de variación del 4.38%. (Tabla N°2)

Las parcelas que fueron abonadas con humus de lombriz y gallinaza presentaron plantas con 14 hojas en promedio difiriendo del testigo que registró una media de 11 hojas.

Figura N°13

Resultados de la variable Diámetro del tallo en tres tipos de abonos orgánicos y un testigo. San Simón 2022.



La variable DT según los resultados del análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas (**) con una media general de 3.24 cm y un coeficiente de variación del 1.77%. (Tabla N°2)

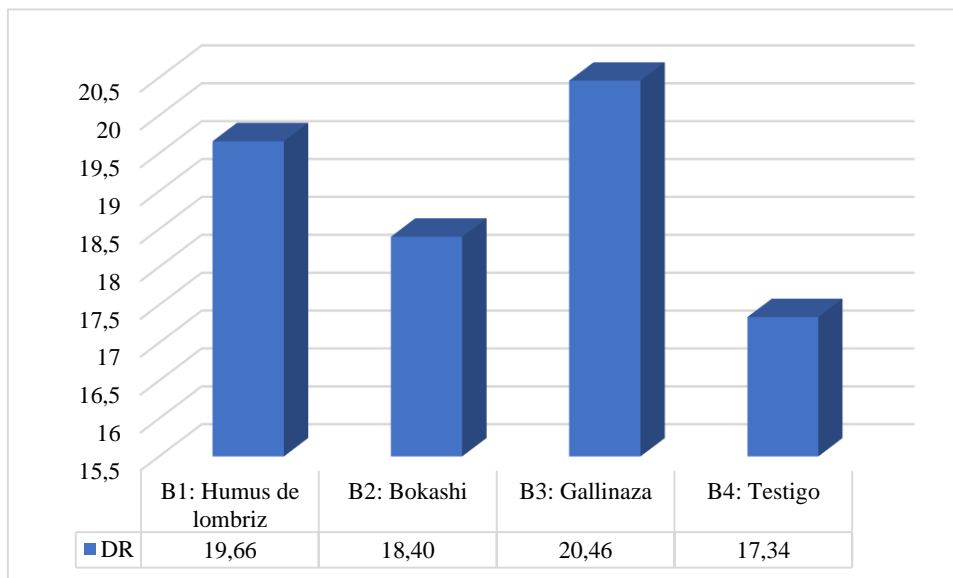
La aplicación de gallinaza presentó plantas con un mejor diámetro del tallo con una media de 3.43 cm a diferencia del testigo que registró un promedio de 3.04 cm de diámetro.

Considerando que la gallinaza posee 34.7 kg/t de nitrógeno a comparación del humus y el bokashi por esta razón la mineralización del N en conjunto con la humedad hace que este sea un abono óptimo para el buen desarrollo del tallo.

En el cultivo de col repollo presentó un diámetro del tallo promedio de 3.92 cm en las unidades que fueron abonadas con gallinaza a una dosis de 4 kg/m². (Llomitoa, N. 2022)

Figura N°14

Resultados de la variable Diámetro del repollo en tres tipos de abonos orgánicos y un testigo. San Simón 2022.

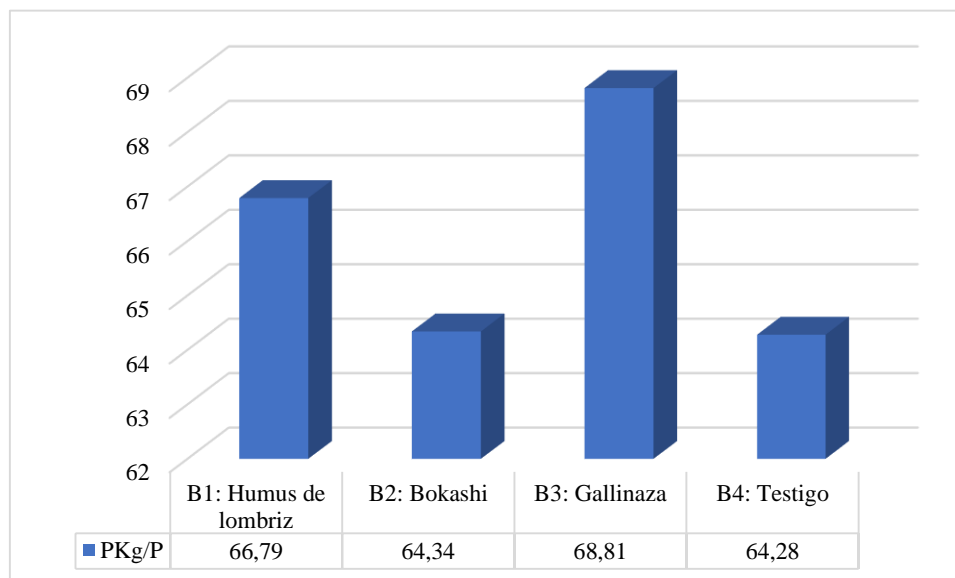


Según el análisis de varianza para la variable DR registró diferencias altamente significativas (**) con una media general de 18.97 y un coeficiente de variación del 1.35%. (Tabla N°2)

Las plantas que fueron abonadas con gallinaza presentaron repollos con mayor diámetro con una media de 20.46 cm, seguido del humus de lombriz con un valor de 19.66 cm a diferencia del testigo que tan solo registró repollos con 17.34 cm en promedio, expresándose así un rango de diferencia de 3.12 cm entre B3 y el testigo deduciéndose que para obtener un mejor repollo es importante la aplicación de un abono orgánico y según los resultados obtenidos se obtiene un mejor rendimiento con la utilización de gallinaza.

Figura N°15

Resultados de la variable Peso en kg por parcela en tres tipos de abonos orgánicos y un testigo. San Simón 2022.

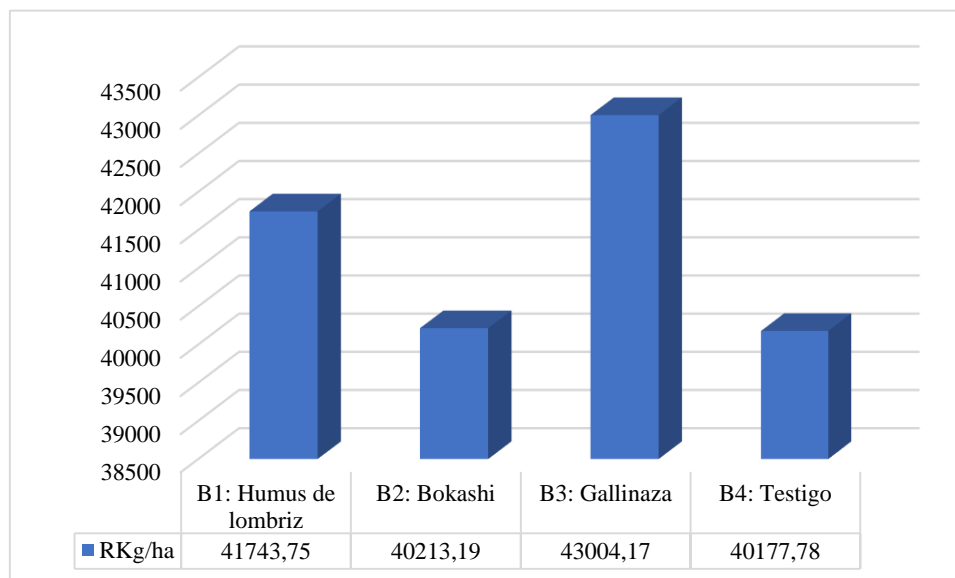


La respuesta productiva para la variable peso en kg por parcela registró diferencias significativas (*) con una media general de 66.06 kg/p y un coeficiente de variación del 3.28%. (Tabla N°2)

Se determinó una mejor producción en las parcelas que fueron abonadas con gallinaza registrándose una media de 68.81 kg/p a diferencia del testigo que presentó un promedio de 64.28 kg/p, sin embargo, el humus de lombriz alcanzó una buena producción con 66.79 kg/p lo que indica que un aporte de gallinaza o humus al cultivo de col incrementa el rendimiento productivo del mismo.

Figura N°16

Resultados de la variable Rendimiento en kg por ha en tres tipos de abonos orgánicos y un testigo. San Simón 2022.



La respuesta productiva para la variable rendimiento en kg por ha determinó diferencias significativas (*) con una media general de 41284,72 kg/ha y un coeficiente de variación del 3.28%. (Tabla N°2)

Las parcelas que fueron aplicadas con gallinaza fueron las que mejor producción obtuvieron con una media de 43004,17 kg/ha, seguido del humus de lombriz que según su aporte obtuvo una producción de 41743,75 kg/ha difiriendo con el testigo que presentó un promedio de 40177,78 kg/ha, evidenciando que para obtener un buen rendimiento productivo es necesario la aplicación de abonos orgánicos en especial la gallinaza y el humus en niveles de acuerdo a los requeridos por cada suelo y variedad de col.

4.3 Interacción de factores (A x B): variedades de col por tipos de abonos orgánicos.

Tabla N°3

Los resultados de la prueba del Tukey al (5%) para comparar medias de las variedades de col en las siguientes variables: Porcentaje de prendimiento (PP), Altura de plantas (AP), Número de hojas por planta (NH), Diámetro del tallo(DT), Días a la formación del repollo (DFR) y diámetro del repollo (DR).

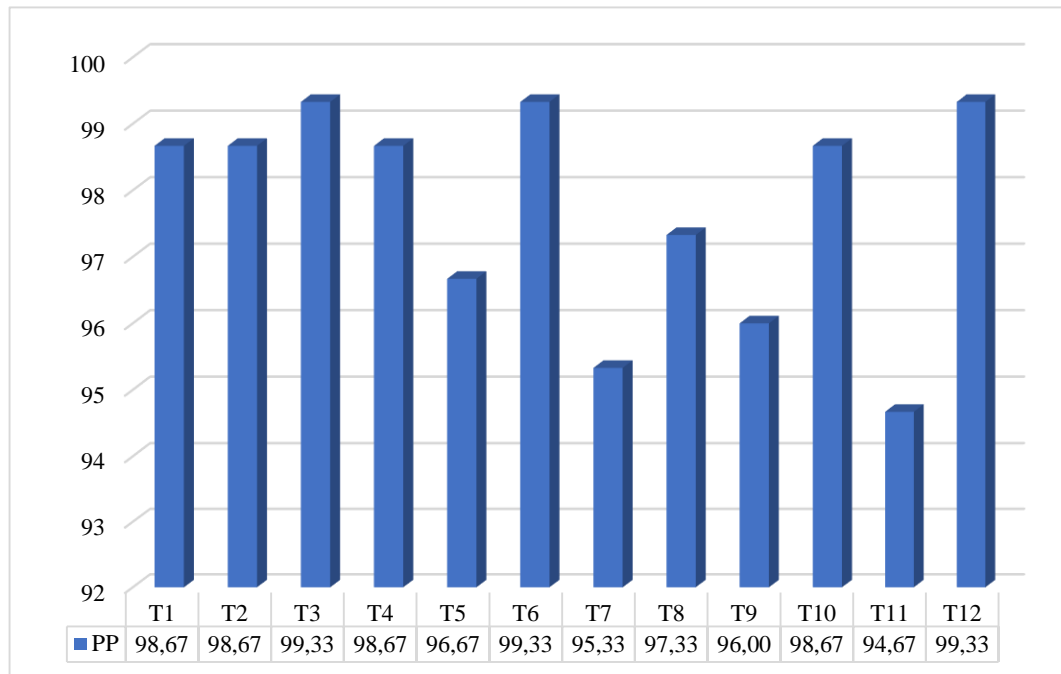
Trat	Variables											
	PP (NS)	R	AP (**)	R	NH (**)	R	DT (**)	R	DFR (*)	R	DR (**)	R
1	98.67%	A	25.59	EF	13	ABC	3.30	DEF	83	A	19.25	F
2	98.67%	A	23.90	G	12	CDE	3.23	EF	84	A	18.14	G
3	99.33%	A	26.93	DE	14	AB	3.40	DE	83	A	20.11	E
4	98.67%	A	24.18	FG	11	EF	3.13	FG	84	A	17.18	F
5	96.67%	A	30.04	AB	15	A	3.73	B	82	A	25.38	B
6	99.33%	A	29.00	BC	13	BCD	3.60	BC	83	A	23.79	C
7	95.33%	A	30.80	A	15	A	3.93	A	82	A	26.51	A
8	97.33%	A	28.30	CD	11	EF	3.47	CD	83	A	22.56	D
9	96.00%	A	14.96	H	13	BCD	2.87	HI	78	B	14.34	I
10	98.67%	A	13.29	I	12	DE	2.77	I	78	B	13.25	J
11	94.67%	A	15.72	H	13	BCD	2.97	GH	78	B	14.75	I
12	99.33%	A	12.51	I	10	F	2.53	J	79	B	12.29	K
MG	97.72%		22.94 cm		13 hojas		3.24 cm		81 días		18.96 cm	
CV%	3.16%		2.41%		4.38%		1.77%		0.88%		1.35%	

NS = No Significativo, ** = Altamente significativo, las medias con distintas letras diferentes al 5%; R = rango; MG = Media general, CV = Coeficiente de variación

Figura N°17

Resultados de la variable Porcentaje de prendimiento de los doce tratamientos.

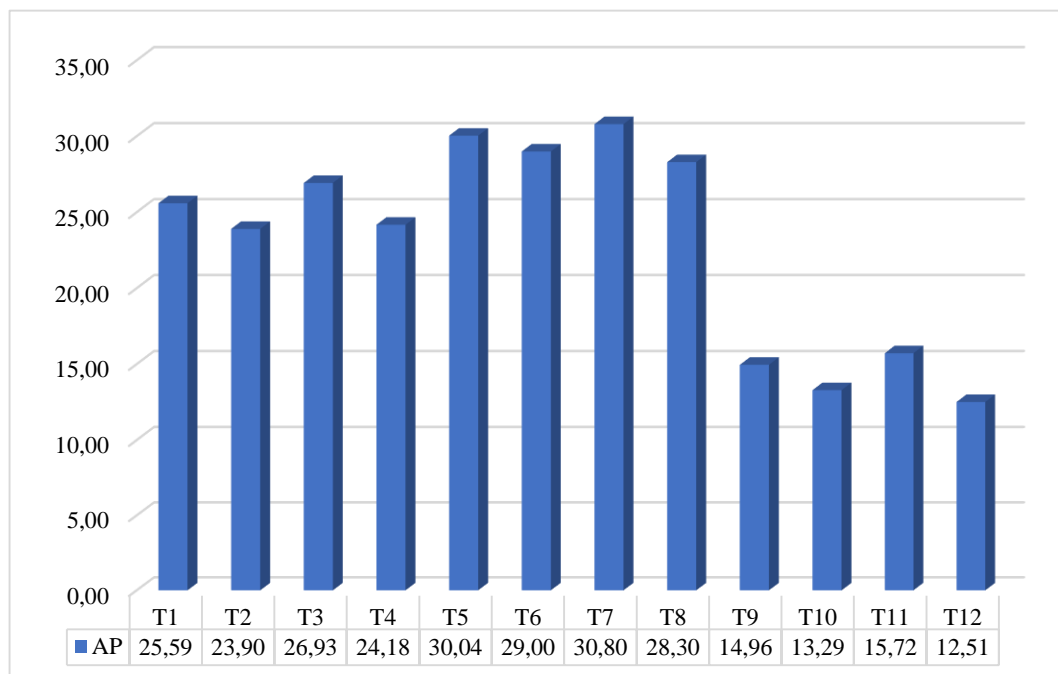
San Simón 2022.



Según los datos obtenidos para la presente variable, se puede inferir que el tratamiento doce (Col Milán + Testigo) presentó un mayor porcentaje de prendimiento con un valor del 99.33% al igual que los T3 (Col morada + Gallinaza) y T6 (Col repollo + Bokashi), evidenciándose así que en cuanto al prendimiento de la planta no influye si se efectuó o no una aplicación de abonos orgánicos al momento del trasplante. En todo el ensayo se evidencio altos porcentajes de prendimiento sin embargo solo el T11 (Col Milán + Gallinaza) presentó un porcentaje menor de 94.67%. El análisis de varianza arrojó una media general de 97.72%, un coeficiente de variación de 3.16% y se encontró diferencias altamente significativas (**) entre los doce tratamientos.

Figura N°18

Resultados de la variable Altura de plantas de los doce tratamientos. San Simón 2022.



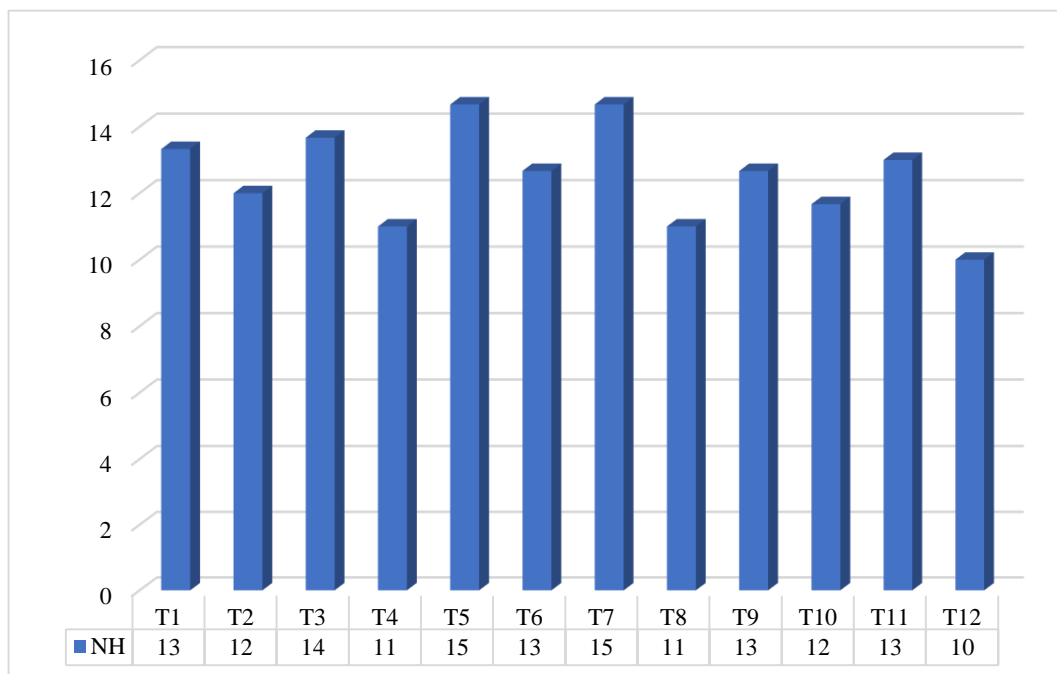
El análisis estadístico determinó que el T7 (Col repollo + Gallinaza) presentó la media más alta de 30.80 cm de altura mientras que el T12 (Col Milán + Testigo) presentó tan solo un promedio de altura de 12.51 cm. En el análisis de varianza se encontró diferencias altamente significativas (**) entre todos los tratamientos, una media general de 22.94 cm y un coeficiente de variación de 2.41%.

La altura de la planta depende de la cantidad de nitrógeno que posea el suelo por esta razón el mejor tratamiento es el que fue aplicado la gallinaza que posee un alto porcentaje de N, a su vez que la col repollo debe poseer tallos con un excelente diámetro para poder obtener el peso de lo repollo.

Los abonos orgánicos contienen una carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos que favorecen el crecimiento de las plantas” para esto la gallinaza contiene un mayor porcentaje de nitrógeno lo que aporta al crecimiento vegetal del repollo. (Atiyeh, R. 2018)

Figura N°19

Resultados de la variable Número de hojas por planta de los doce tratamientos.
San Simón 2022.

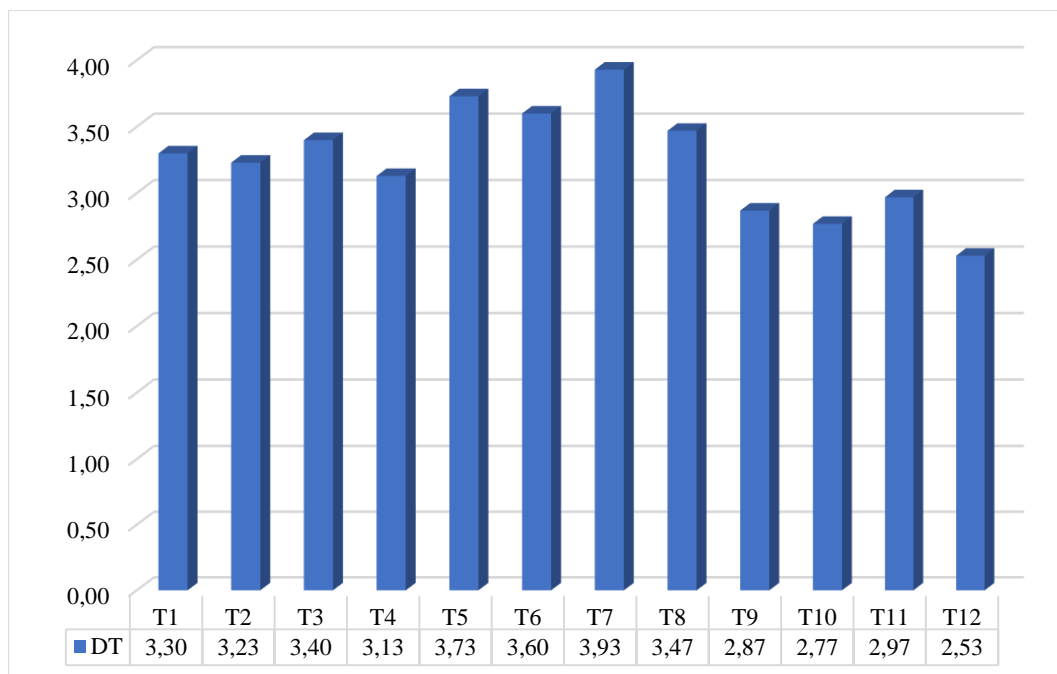


Según el análisis de varianza para la variable número de hojas por planta (NH) se halló una media general de 13 hojas por planta, un coeficiente de variación de 4.38% y se encontró diferencias altamente significativas (**) entre los doce tratamientos, siendo el T7 (Col Repollo + Gallinaza) y el T5 (Col Repollo + Humus de lombriz) los que presentaron el mayor número de hojas con una media de 15 hojas por planta y el T12 (Col Milán + Testigo) arrojó tan solo una media de 10 hojas por planta, todos los resultados obtenidos muestran que todos los datos son confiables a nivel de campo abierto.

La col repollo por lo general produce hojas de buen tamaño y excelente calidad por eso se caracteriza a esta variedad como la más óptima para su producción en conjunto con la gallinaza que aporta los minerales necesarios para la formación de las hojas.

Figura N°20

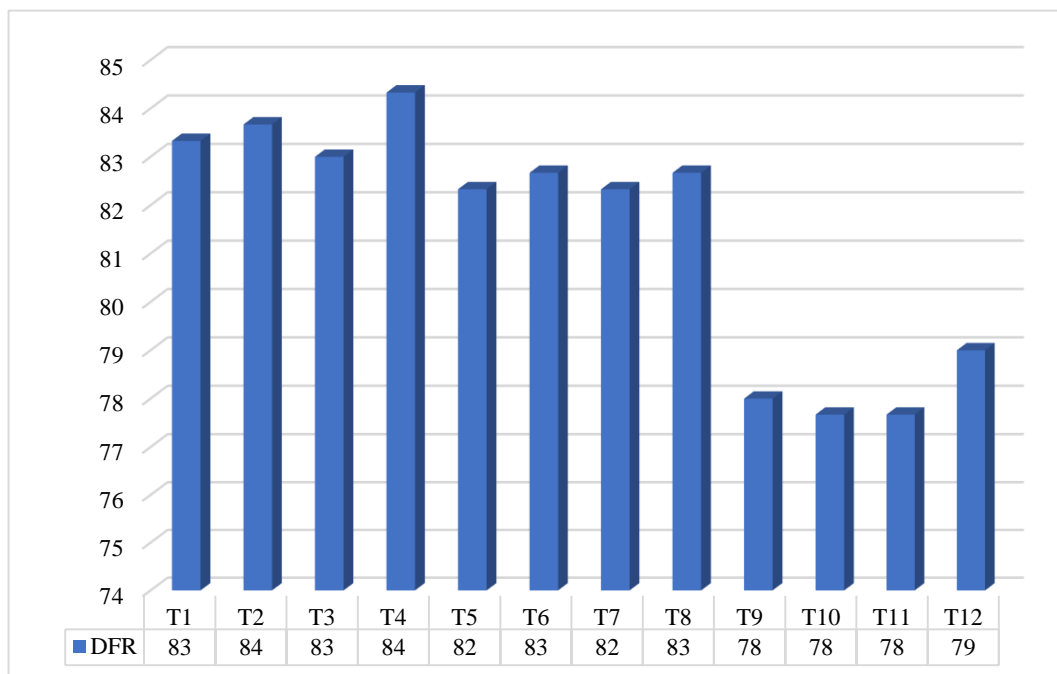
Resultados de la variable Diámetro del tallo de los doce tratamientos. San Simón 2022.



La variable diámetro del tallo (DT) según su análisis de varianza arrojó que existen diferencias altamente significativas (**) entre los doce tratamientos con una media general de 3.24 cm y un coeficiente de variación de 1.77%, siendo el T7 (Col Repollo + Gallinaza) que presentó el mayor diámetro con una media de 3.93 cm seguido del T5 (Col Repollo + Humus de lombriz) con una media de 3.73 cm en comparación al T12 (Col Milán + Testigo) que tan solo alcanzó una media de 2.53 cm de diámetro, mostrando así que gracias a los aportes nutricionales de la gallinaza existe un mejor desarrollo del tallo.

Figura N°21

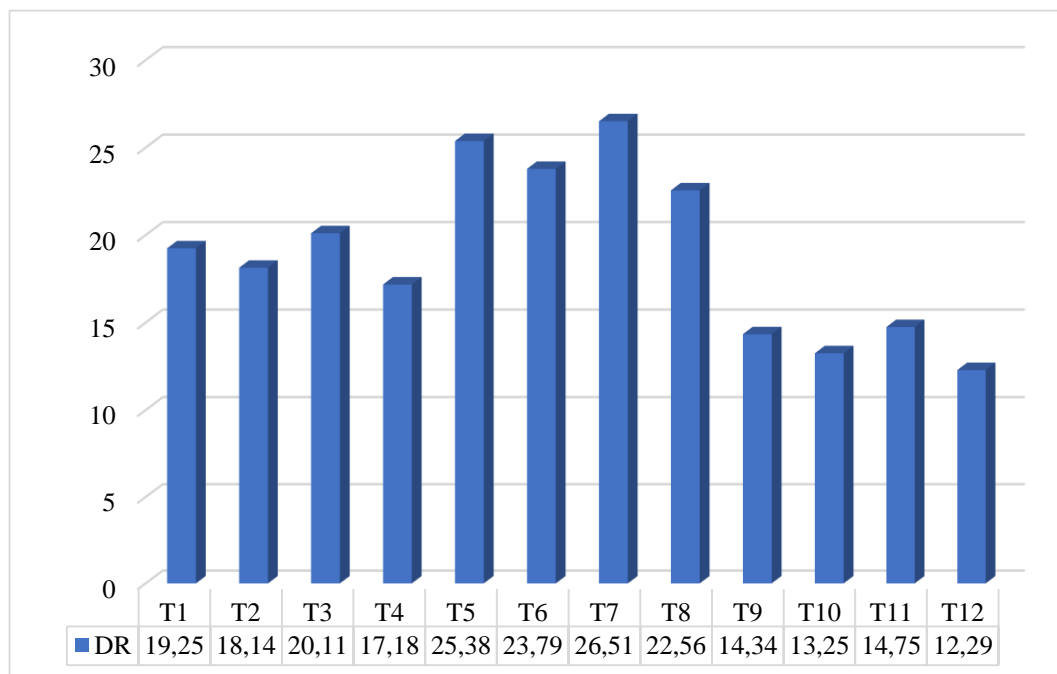
Resultados de la variable Días a la formación del repollo de los doce tratamientos. San Simón 2022.



Según el análisis de varianza para la variable días a la formación del repollo (DFR) existieron diferencias significativas (*) entre los doce tratamientos con una media general de 81 días y un coeficiente de variación de 0.88%. El T4 (Col Morada + Testigo) y el T2 (Col Morada + Bokashi) presentaron una media de 84 días en comparación a los tratamientos 9 (Col Milán + Humus de lombriz), T10 (Col Milán + Bokashi), T11 (Col Milán + Gallinaza) que poseen una media de 78 días a la formación del repollo, por lo tanto, los T9, T10 y T11 se mostraron como los más precoces, cabe mencionar que uno de los factores climáticos que aportan a la formación el repollo son las precipitaciones para lo cual durante esta etapa vegetativa se presentaron 24 mm/m².

Figura N°22

Resultados de la variable Diámetro del repollo de los doce tratamientos. San Simón 2022.

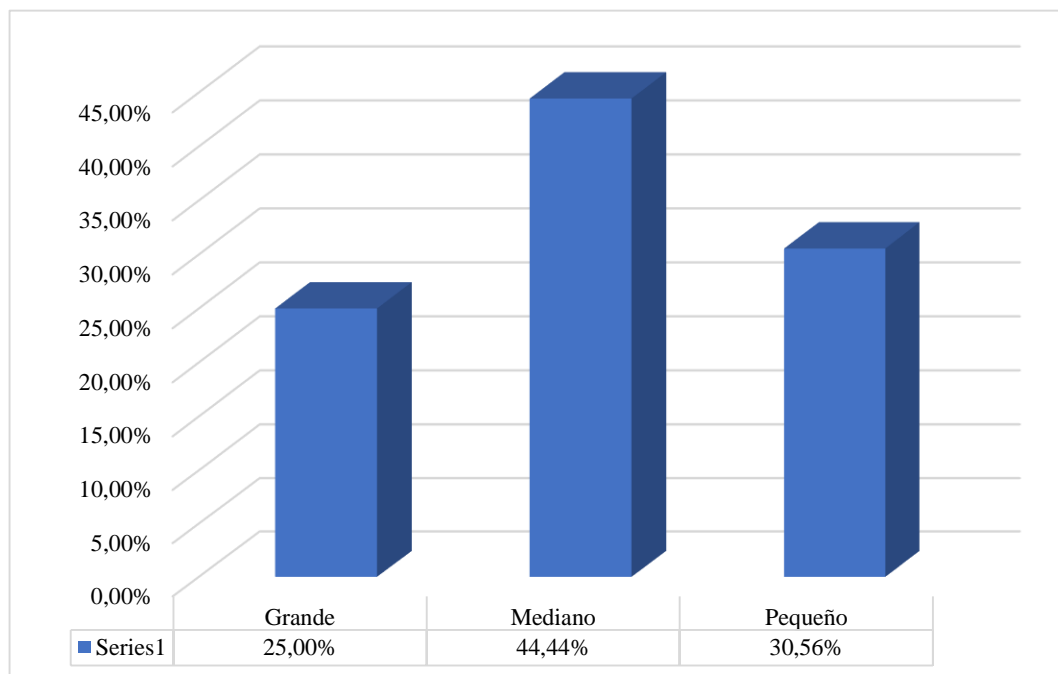


La variable evaluada diámetro del repollo (DR) según su análisis de varianza mostró una media general de 18.96 cm, un coeficiente de variación de 1.35% y se encontró diferencias altamente significativas (**), siendo el T7 (Col Repollo + Gallinaza) que presentó el mayor diámetro de repollo con 26.51 cm seguido del T5 (Col Repollo + Humus de lombriz) con repollos que alcanzaron una media 25.38 cm de diámetro en comparación con el T12 (Col Milán + Testigo) que sus repollos alcanzaron una media de 12.29 cm de diámetro demostrando así que para la variedad de col repollo una aplicación de gallinaza es muy importante para el buen desarrollo vegetativo del repollo y dejando como alternativa el humus de lombriz.

En comparación a otra investigación en cuanto a la variable diámetro del repollo el mayor valor se evidenció con el tratamiento gallinaza con 76, 53 cm evidenciando así que estos valores son superiores a los de la presente investigación. (Llomitoa, N. 2022)

Figura N°23

Resultados de la variable Tamaño de repollo (TR) de los doce tratamientos. San Simón 2022.



El parámetro evaluado expresa que de un total de doce tratamientos existieron en mayor porcentaje repollos de tamaño mediano y pequeño en valores de 44.44% y 30.56% respectivamente, mientras que tan solo el 25.00% produjeron repollos grandes hasta el momento de su cosecha, según los datos recolectados se evidenció que las plantas que produjeron el mayor número de repollos medianos fueron de las unidades experimentales a las que se les aplicó bokashi y gallinaza.

“La col exige 50% más de nitrógeno en comparación a otras hortalizas”, por lo tanto, se puede inferir que la aplicación de los abonos orgánicos mencionados aportó con los nutrientes necesarios para el crecimiento y tamaño del repollo. (Ciampitti, A. 2007)

4.3 Interacción de factores (A x B): variedades de col por tipos de abonos orgánicos.

Tabla N°4

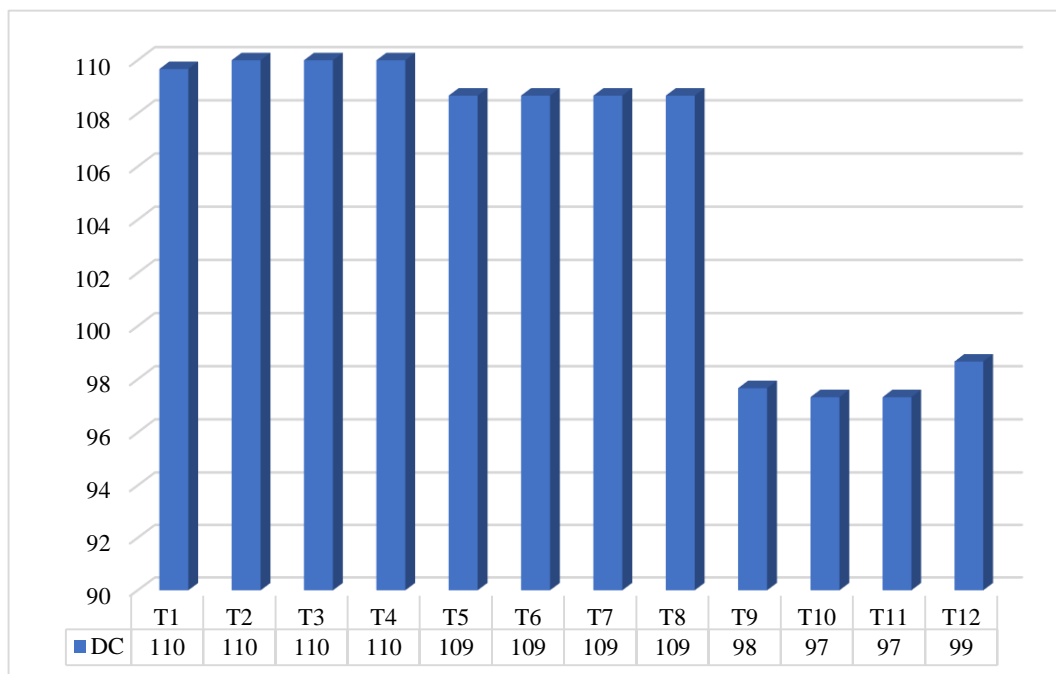
Los resultados de la prueba del Tukey al (5%) para comparar medias de las variedades de col en las siguientes variables: Días a la cosecha (DC), Porcentaje de mortalidad (PM), Incidencia de plagas y enfermedades (IPE), Peso en Kg por parcela (PKg/P), Rendimiento Kg por ha (RKg/ha) y Número de repollos por parcela (NRP).

TratN°	Variable											
	DC (*)	R	PM (**)	R	IPE (*)	R	PKg/P (**)	R	RKg/ha (**)	R	NRP (NS)	R
1	110	D	7%	A	20.00	A	59.43	C	37145.83	C	47.00	A
2	110	C	4%	BC	19.00	AB	57.34	C	57918.75	B	46.00	A
3	110	B	4%	BC	20.00	A	61.24	C	35837.50	C	47.00	A
4	110	A	4%	BC	10.00	C	57.01	C	38275.00	C	46.00	A
5	109	G	4%	BC	19.00	AB	96.75	AB	35631.25	C	45.00	A
6	109	H	4%	BC	19.00	AB	92.67	B	60466.67	AB	46.00	A
7	109	F	3%	C	20.00	A	100.03	A	65520.83	A	45.00	A
8	109	E	4%	BC	19.00	AB	93.12	B	58202.08	B	46.00	A
9	98	I	4%	BC	20.00	A	44.19	D	27618.75	D	45.00	A
10	97	K	5%	AB	13.33	BC	43.01	D	26883.33	D	46.00	A
11	97	J	6%	A	20.00	A	45.15	D	28216.67	D	44.00	A
12	99	L	6%	A	20.00	A	42.72	D	26700.00	D	46.00	A
MG	105 días		4%		18.28%		66.06 Kg/P		41284.72 Kg/ha		46.00	repollo
CV%	0.75%		14.52%		10.62%		3.28%		3.28%		2.92%	

NS = No Significativo, ** = Altamente significativo, las medias con distintas letras diferentes al 5%; R = rango; Media general, CV = Coeficiente de variación.

Figura N°24

Resultado de la variable Días a la cosecha de los doce tratamientos. San Simón 2022.

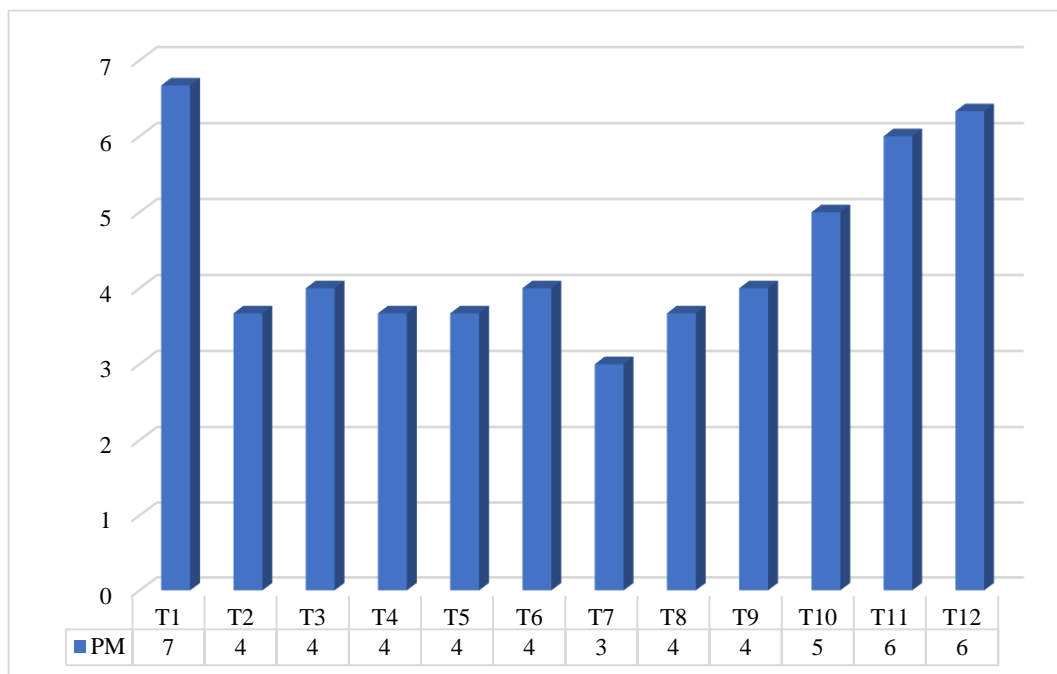


Según el análisis de varianza para la variable días a la cosecha (DC) se evidencio diferencias altamente significativas (**) con una media general de 105 días y un coeficiente de variación de 0.75%. siendo el T5 que alcanzó su etapa de cosecha a los 109 días por lo que podríamos inferir que la variedad de repollo con aplicación de gallinaza es un tratamiento tardío en comparación a los T10 y T11 mostraron una precocidad debido a que su inicio de cosecha fue a los 99 días demostrando así que la variedad milán con la aplicación de bokashi o gallinaza puede tener una cosecha temprana.

Las variedades no alcanzaron su madurez al mismo tiempo sin importar el tipo de abono que fueron aportadas en este caso la variedad col repollo presentó una tardía madurez comercial, considerando también un porcentaje medio de 2,87% de materia orgánica y un bajo aporte de nutrientes que posee el terreno de la presente investigación.

Figura N°25

Resultado de la variable Porcentaje de mortalidad de los doce tratamientos. San Simón 2022.

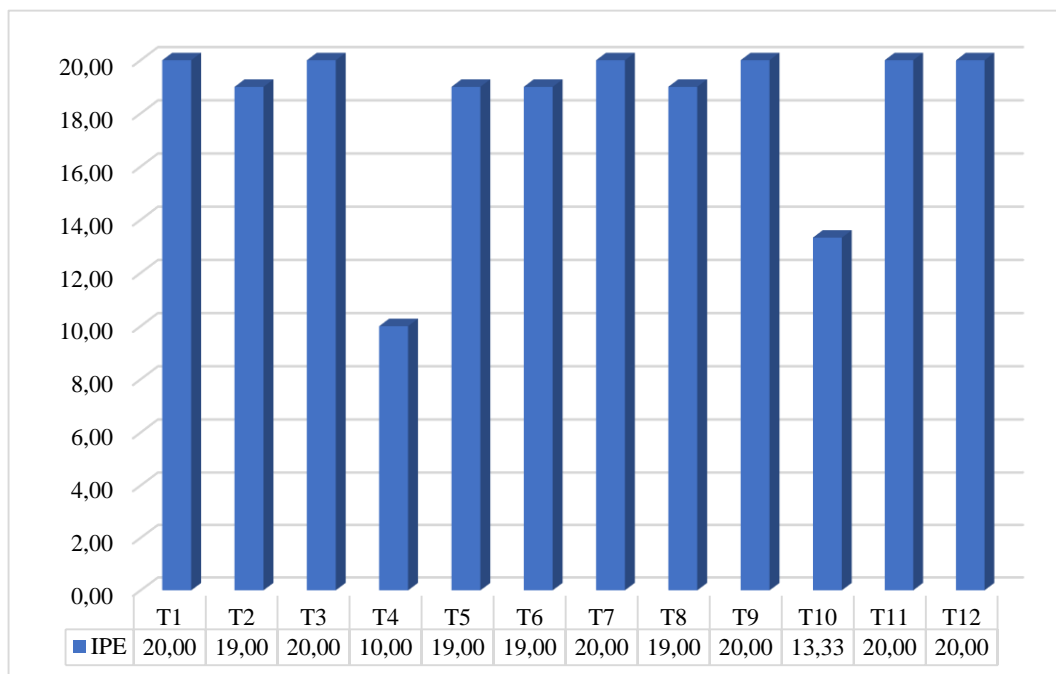


El análisis estadístico para la variable porcentaje de mortalidad (PM) mostró una media general del 4% y un coeficiente de variación de 14.52%. Presentó diferencias altamente significativas (**) entre sus doce tratamientos hallando cuatro rangos A, AB, BC y C, siendo el T1 (Col Morada + Humus de lombriz) que mostró el más alto porcentaje de mortalidad con el 7% en comparación del T7 (Col repollo + Gallinaza) que con el 3% de mortalidad expresa que fue el mejor tratamiento con más plantas prendidas y con buen crecimiento vegetal.

El porcentaje de mortalidad no depende exclusivamente de la aportación del fertilizante adecuado, un gran número de plántulas de col morada no fueron trasplantadas en el estadio vegetal correcto además que durante esta fase del ciclo del cultivo se presentaron temperaturas bajas las mismas que influyeron en la adaptación de la plántula al suelo.

Figura N°26

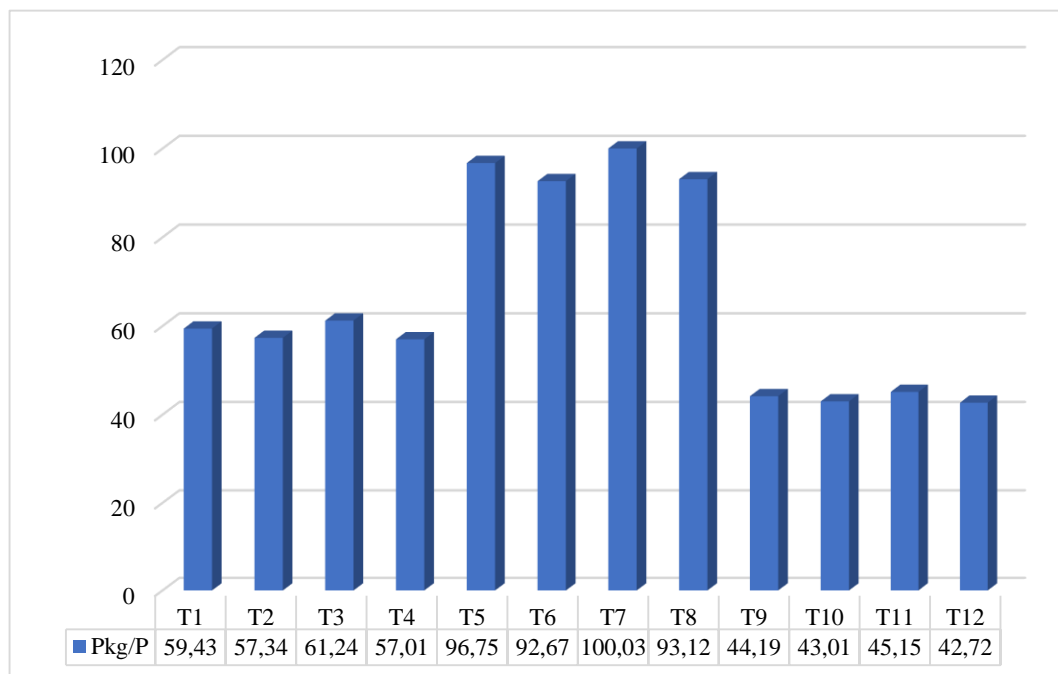
Resultado de la variable Incidencia de plagas y enfermedades de los doce tratamientos. San Simón 2022.



Según el análisis de varianza para la variable Incidencia de plagas y enfermedades (IPE) mostró una media general de 18.28%, coeficiente de variación de 10.62% y expresó diferencias significativas (*) entre los doce tratamientos, a los 40 días posteriores al trasplante se evaluaron todas las unidades experimentales mostrando un 100% de incidencia de plagas en comparación a losa la segunda evaluación donde el T11 (Col Milán + Gallinaza) presentó una incidencia de plagas del 20% y el T4 (Col Milán + Testigo) con una incidencia del 10%, en el ensayo se halló una incidencia moderada de plagas como el pulgón y minador de la hoja pero no se reportaron enfermedades, sin embargo las plagas después de su control desaparecieron por lo que se puede inferir que no existen una correlación entre la incidencia de plagas y el abono orgánico.

Figura N°27

Resultados de la variable Peso en Kg por parcela de los doce tratamientos. San Simón 2022.

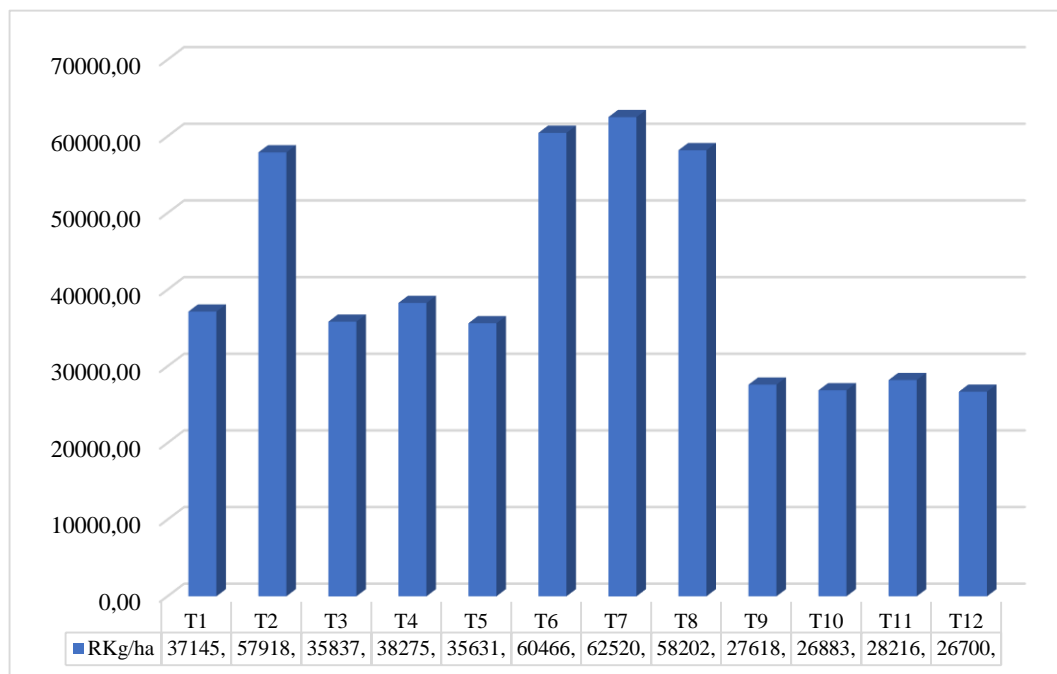


Según el análisis de varianza para la variable peso en kg por parcela (Pkg demostró que existen diferencias altamente significativas (**)) entre los doce tratamientos, siendo el T7 (Col Repollo + Gallinaza) presentó el mayor peso con una media de 100,03 kg/P, seguido del T5 (Col Repollo + Humus de lombriz) con 96.75 kg/P en comparación al T12 (Col Milán + Testigo) que tuvo una media de 42.72 kg/P, infiriendo que la variedad col repollo presenta un excelente rendimiento por parcela con la aplicación de gallinaza o de humus esto se ve reflejado en la gran diferencia que existió en relación al tratamiento testigo.

Gracias al aporte de nitrógeno que posee la gallinaza y la formación de hojas de calidad que caracteriza a la variedad de repollo (T7) fueron la clave para que el rendimiento productivo por parcela sea el mejor a pesar de durante esta fase no se presentaron las temperaturas adecuadas para este desarrollo.

Figura N°28

Resultados de la variable Rendimiento Kg por ha de los doce tratamientos. San Simón 2022.

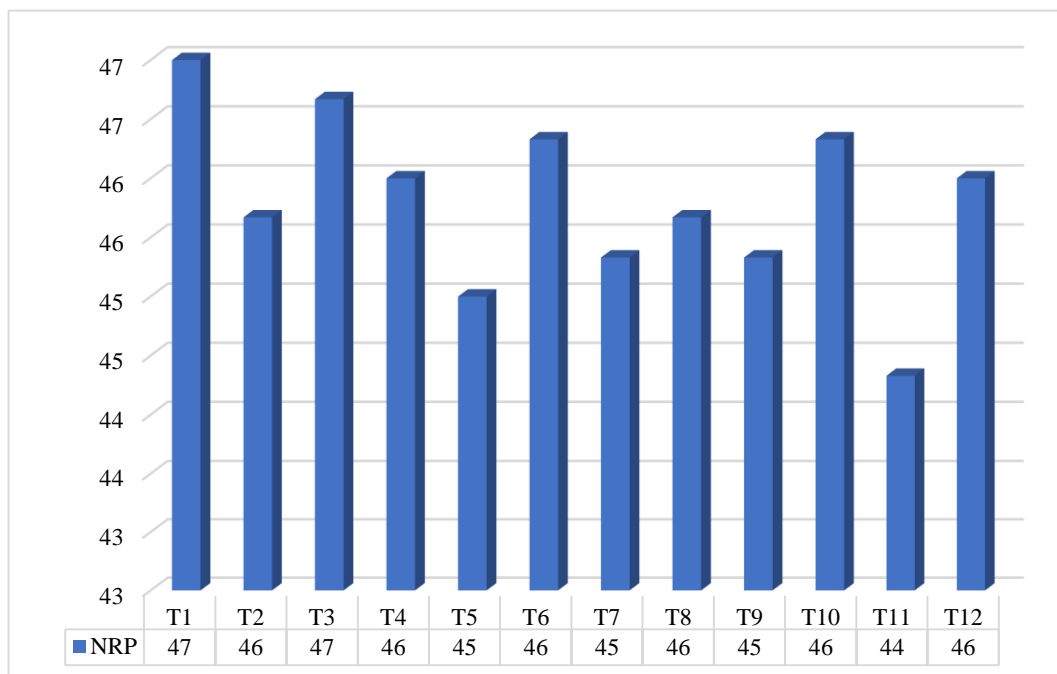


Los resultados obtenidos para la variable rendimiento Kg por ha (Rkg/ha) fueron una media general de 41284,72 kg/ha y un coeficiente de variación de 3.28%. Se expresó que existen diferencias altamente significativas (**) siendo el T7 (Col Repollo + Gallinaza) con un peso de 62520,83 kg/ha, seguido del T5 (Col Repollo + Bokashi) con 60466,67 kg/ha en comparación al T12 (Col Milán+ Testigo) presentó un peso de 26700,00 kg/ha, demostrando así que la col repollo tiene un mejor rendimiento si en su fertilización de base y complementaria se utiliza gallinaza o bokashi reflejándose los grandes aportes nutricionales que proporcionan estos abonos orgánicos al buen crecimiento vegetal y productiva de la variedad de col repollo.

La respuesta productiva para esta variable de rendimiento según la investigación del autor fue de 8.02 toneladas por hectárea en el aporte de gallinaza en una dosis de 6 kg/m² mostrando que los valores registrados en esta investigación son inferiores a la del autor. (Llomitoa, N. 2022)

Figura N°29

Resultados de la variable Número de repollos por parcela de los doce tratamientos. San Simón 2022.



Según su análisis de varianza para la variable número de repollos por parcela (NRP) mostró una media general de 46 repollos y un coeficiente de variación de 2.92%, se expresó que no existieron diferencias significativas (NS) entre los doce tratamientos, siendo los T1 (Col Morada + Humus de lombriz), T3 (Col Morada + Gallinaza) que presentaron un mayor número de repollos con una media de 47 unidades en comparación con el T11 (Col Milán + Gallinaza) con una media menor de 44 unidades por parcela.

4.4 Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla N°05

Resultados de análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que presentaron diferencias significativas positivas o negativas con respecto al rendimiento (variable dependiente Y).

Componentes del rendimiento (Xs)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de regresión (b)	Coefficiente de determinación (R²) %
Altura de plantas (AP)	0.88*	18.21	77
Número de hojas por planta (NH)	0.45*	42.19	20
Diámetro del tallo (DT)	0.90**	30.95	81
Días a la formación del repollo (DFR)	0.55*	29.61	30
Diámetro del repollo (DR)	0.96**	28.54	93
Días a la cosecha (DC)	0.64*	15.79	42
Peso en Kg por parcela (Pkg/P)	1.00**	625.00	100

* = significativo; ** = altamente significativo.

Coefficiente Correlación (r)

Es la relación o estrechez positiva o negativa entre dos variables, la misma que no presenta unidades, debido a que solo denota estrechez, siendo el valor máximo de correlación de +/- 1. En el presente trabajo de investigación se ha determinado una correlación positiva y altamente significativa (**) con el rendimiento en las variables: Diámetro del tallo (DT), Diámetro del repollo (DR) y Peso en kg por parcela (Pkg/P), sin embargo, también se presentó una estrechez significativa y positiva entre las variables: Altura de plantas (AP), Número de hojas por planta (NH), Días a la formación del repollo (DFR) y Días a la cosecha (DC).

Coefficiente Regresión (b)

El coeficiente de regresión indica el número de unidades que aumentará la variable dependiente (Y) por cada unidad que aumente la variable independiente (X). En la presente investigación las variables que contribuyeron altamente al rendimiento del cultivo de col fueron: Número de hojas por planta (NH), diámetro del tallo (DT), Días a la formación del repollo (DFR), Diámetro del repollo (DR) y Peso en kg por parcela (Pkg/P), mientras que las caracterizaciones agronómicas que aportaron mínimamente al rendimiento de la col fueron: Altura de las plantas (AP) y Días a la cosecha (DC).

Coefficiente Determinación (R^2)

El coeficiente de determinación, indica el porcentaje que se incrementa o disminuye el rendimiento en la variable dependiente por efecto de los componentes del rendimiento. Los datos obtenidos (Tabla N°03) determinan que las variables agronómicas que presentaron el mejor incremento en el rendimiento del cultivo de la col son: Diámetro del repollo (DR) y el peso en kg por parcela (Pkg/P).

4.5 Análisis de la relación beneficio – costo

Tabla N°06

Costo de producción del cultivo de col en San Simón 2022

Tratamiento	Rendimiento promedio kg/ha	Ingreso bruto	Costos que varían/tratamiento \$/ha	Total, de beneficios netos	Relación ingreso costo RI/C	Relación beneficio costo RB/C
A1B1	37145.83	7343.75	5112.50	2231.25	1.44	0.44
A1B2	57918.75	7135.42	5112.50	2022.92	1.40	0.40
A1B3	35837.50	7291.67	4697.92	2593.75	1.55	0.55
A1B4	38275.00	7187.50	3602.08	3585.42	2.00	1.00
A2B1	35631.25	7343.75	3658.33	3685.42	2.01	1.01
A2B2	60466.67	7239.58	5112.50	2127.08	1.42	0.42
A2B3	62520.83	7291.67	3597.92	3693.75	2.03	1.03
A2B4	58202.08	7239.58	3706.25	3533.33	1.95	0.95
A3B1	27618.75	5666.67	4812.50	854.17	1.18	0.18
A3B2	26883.33	5791.67	4812.50	979.17	1.20	0.20
A3B3	28216.67	5541.67	4397.92	1143.75	1.26	0.26
A3B4	26700.00	5750.00	3250.00	2500.00	1.77	0.77

El análisis de costo-beneficio es un proceso que se realiza para medir la relación que existe entre los costes de un proyecto y los beneficios que otorga. Su objetivo es determinar si una próxima inversión es rentable o no para una empresa. (Rodrigues, N. 2022)

Los tratamientos que presentaron un mayor ingreso económico fueron: A2B3 (Col repollo + Gallinaza) con \$7291.67 y una relación B/C de \$1.03 seguido de A2B1 (Col repollo + humus de lombriz) con un ingreso de \$7343,75 y una ganancia de \$1.01, demostrando así que por cada dólar invertido en un cultivo de col repollo más la aplicación de gallinaza se obtiene una ganancia de \$1.03 y si a la misma variedad se le fertiliza con humus de lombriz se obtiene una utilidad de \$1.01 por el contrario que con el tratamiento A1B4 (Col morada + Testigo) que mostró un ingreso de \$7187.50 con una relación B/C de \$1.00 lo que nos demuestra que con esta variedad no se obtendría ni una pérdida ni una ganancia.

Los resultados de este análisis permiten deducir que en la parroquia San Simón lo idóneo para los productores de col es establecer cultivos de col repollo con una

fertilización de base y complementaria con la utilización de gallinaza, con el fin de optimizar recursos y generar más ingresos económicos.

4.6 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

De acuerdo al análisis de los componentes agronómicos, análisis de varianza y la relación costo-beneficio efectuados en esta investigación se acepta la hipótesis alterna, la misma que menciona que la respuesta agronómica y productiva del cultivo de col, dependió de la variedad cultivada, el abono orgánico empleado y su interacción genotipo ambiente.

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

- En relación a la evaluación de la variable agronómica cualitativa tamaño del repollo se evidenció que del total de coles cosechadas el 44.44% presentaron un tamaño mediano del repollo los que en el mercado local son aceptados por el consumidor.
- El análisis de varianza identificó como la mejor variedad (Factor A) a la col repollo en todos sus componentes agronómicos especialmente en su rendimiento por hectárea, se determinó a la gallinaza como el abono orgánico (Factor B) idóneo para el buen desarrollo de la col y en su interacción (AxB) se identificó con mejores características agronómicas y de rendimiento fue el T7 (Col repollo + Gallinaza).
- El análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% aplicados a las variables agronómicas cuantitativas expresó que la variedad de col repollo tiene una mejor respuesta agronómica y de rendimiento ante la aplicación de gallinaza con 62520.83 kg/ha.
- Las variables altura de plantas (AP), diámetro del tallo (DT), diámetro del repollo (DR) y peso en kg por parcela (Pkg/P) fueron los parámetros que presentaron una relación lineal positiva (incremento) con el rendimiento del cultivo de col.
- Los tratamientos que presentaron una ganancia fueron: T7 (Col repollo + gallinaza) y el T5 (Col repollo + humus de lombriz) con un B/C de \$1.04 y \$1.01 respectivamente a diferencia de los testigos que representan una pérdida económica.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es indispensable que antes de establecer el cultivo se realice un análisis de suelo completo de macro y micronutrientes para saber con exactitud los requerimientos nutricionales edáficos que necesita tanto el suelo como el cultivo con el fin de obtener una mejor producción y productividad.
- Continuar con el proceso de investigación en cuanto a las dosis adecuadas de gallinaza requiere el cultivo de col de acuerdo a la zona agroecológica donde se establezca con la finalidad de que se aporte la cantidad necesaria que puede asimilar la planta.
- Cultivar la variedad de col repollo debido a la alta productividad y rendimiento que posee además de que es aceptable por el consumidor en el mercado local.
- Aplicar gallinaza en el cultivo de col repollo para obtener una mejor productividad pues este aporta en mayor porcentaje los macronutrientes que se requieren para un mejor desarrollo vegetativo

BIBLIOGRAFÍA

- Alejos, C. (2020). La col repollo. (*Brassica oleracea var. Capitata*). Obtenido de: <https://www.vidaenlatierra.com/col-repollo-brassica-oleracea-capitata/>
- Aruquipa, A. (2021). Comportamiento agronómico de dos variedades de col rizada (*Brassica oleracea var. sabellica*) bajo dos frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz en el municipio de El Alto. Obtenido de: <https://repositorio.u msa.bo/handle/123456789/25865>
- Atiyeh, R., Subler, S., Edwards, C, Bachman, G., Metzger, J, Shuster, W. (2018). effects of compost on plant growth in horticultural container media and soil. pedobiology. . obtenido de science direct, vol: 44, 579-590.
- Cabrera, F. (2010). Fases cultivo de col (*Brassica oleracea*). Obtenido de: <http://dspace.Espoch.edu.ec.ec/bitstream/123456789/667/1/13T0690%20.pdf>
- Cevallos, A. (2020). Elaboración de abonos orgánicos a partir de los residuos vegetales en la finca toala león en la comunidad Jipijapa. Obtenido <http://repositorio.unesum.de.edu.ec/bitstream/53000/2381/1/tesis%20chacón%20eduardo.pdf>
- Ciampitti, A. (2007). Requerimientos Nutricionales Absorción y Extracción de Macronutrientes y nutrientes secundario. Obtenido: https://www.researchgate.net/publication/251813923_Requerimientos_nutricionales_Absorcion_y_extraccion_de_macronutrientes_y_nutrientes_secundario.
- COTOPAXI 2022". Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi:<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9466/1/PC-002414.pdf>
- Cruzado, M. (2019). Fertilización en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea*) variedad red acre, bajo invernadero en la provincia de Lamas. Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto.
- Eduardo, T. (2013). Comportamiento agronómico con la aplicación de gallinaza. Obtenido Este es apellido o nombre de file:///C:/Users/User/Downloads/T-UTEQ-0055.pdf
- FAO. (2017). Datos estadísticos del cultivo de col. Obtenido de: <https://www.fao.org/faostat/es/>
- Fornaris, J. (2014). Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo. Obtenido de:<https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/04/2-Repollo-Características-De-La-Planta-v.-2014.pdf>

- Fundación de desarrollo Agropecuario, Inc. (Agosto 2022). Cultivo de repollo
Obtenido de [http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/dowlan de repollo.pdf](http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/dowlan%20de%20repollo.pdf)
- Hernández, E. (2019). Evaluación de cuatro enmiendas de fertilización en dos híbridos de repollo (*Brassica oleracea var. capitata*) en la comarca Tecolostote. Obtenido: <https://repositorio.una.edu.ni/4202/1/tnf04s194.pdf>
- Holdridge, L. (1979) Estrategia para la conservación de la Diversidad Biológica en el Sector Forestal del Ecuador Obtenido: <https://biblio.flacsoandes.uec/libros/digital/45263.pdf>
- GAD. (2020). Guaranda.god.ec. Obtenido de: <https://www.guaranda.gob.ec/neswite-CMT/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-2020-2025/>
- InfoAgro. (2017). Importancia de los abonos orgánicos. Revista InfoAgro México. Obtenido de: [https://mexicoinfoagro.com/7importancia.com/7importancia-de-los-abonos -orgánicos](https://mexicoinfoagro.com/7importancia.com/7importancia-de-los-abonos-org%C3%A1nicos)
- InfoAgro. (2019). Origen y características de la col morada Obtenido: [https://infoagro.com.ar/las características de la col morada.](https://infoagro.com.ar/las-caracteristicas-de-la-col-morada)
- INIAP. (2017). Bokashi o Bocashi. Obtenido de: <https://www.ecologiaverde.com/bokashi-o-bocashi-compost-que-es-y-como-hacerlo-2102.html>
- Intagri. (2016). Manejo de la gallinaza y su utilización como abono en la agricultura obtenido de: <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.1234/4918/66569.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- LLomitoa, N. (2022). “Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de col (*Brassica oleracea var. capitata*) con la aplicación de dos abonos orgánicos con tres diferentes dosis en el recinto San Nicolás, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi 2022”. Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/2700/946661/1/PC002414.pdf>
- Malueños, L. (2020). Evaluación de cuatro enmiendas de fertilización en dos híbridos derepollo (*Brassica oleracea var. Capitata*). Obtenido de: <http://repositorio.una.edu.ni/4202/1/tnf04s194.pdf>
- Marijo, J. (2018). Col: propiedades, beneficios y valor nutricional. Obtenido de: https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/repollo_tcm30-10-2709.pdf
- Márquez, R. (2016). Plagas y enfermedades más comunes en el repollo. Obtenido de: <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/04/10-repollo-Enfermedades-v.-2014.pdf>
- Martínez, P. (2010). Riego en hortalizas. ciencia rural, 45. Obtenido de: <https://agronomia.uc.cl/proyectos/307-riego-en-hortalizas-tecnologias-apropiadas-pa>

- Massobine, J. (2019). Cómo cultivar cultivos de col. Obtenido de: <https://agrillifeextension.tamu.edu/browse/featured-solutions/gardeninglandscaping/cultivos-de-col/>
- Medina, G. (2013). Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Jose-Ruiz-Corral/publication/343047223_requerimientos_agroecologicos_de_Cultivo-2da_Edicion/links/5f1310e04585151299a4c447/
- Muggedine, D. (2019). Manual para el cultivo de hortalizas. Obtenido de: <https://louvaincooperation.org/sites/default/files/201901/83Manual%20para%20e1%20cultivo%20de%20Hortalizas.pdf>
- Navarro, A. (2018). Effect of deficiencies and excesses of phosphorus, Revista Colombiana de ciencias hortícolas - Vol. 12 - No. 2 - pp. 293- 307, 302-303.
- Novo, A. (2018). Efecto de las deficiencias y excesos de fósforo, potasio. Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v12n2/2011-2173-rcch-12-02-293.pdf>
- Oyarzún, N. (2002). Nitrógeno. Obtenido de: <https://cipotato.org/papa-en-Ecuador/2017/10/17/fuentes-y-formas-de-aplicación-de-los-fertilizantes>
- Palma, N. (2018). Guía técnica N°3 Proyecto Gestión del Conocimiento para la Producción Sostenible de hortalizas en Nicaragua, Honduras y Guatemala Rikolto,2
- Pedro, O. (2012). Producción del Bokashi sólido y químico. Obtenido de: <file:///C:/Users/User/Downloads/tesis.pdf>.
- Ramos, V. (2019). Efecto del abonamiento de guano de islas y humus de lombriz en el rendimiento del repollo morado. Obtenido de: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/hsndle/UNAPS/11464/RamosLlanoa_Vladimir.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Rea, F. (2015). Respuesta del cultivo de col (*Brassica oleracea*) a la aplicación de tres tipos de abonadura orgánica en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura.
- Reche, T. (2008). Necesidades de abonado para hortícolas. Obtenido de: https://www.agromaticas/necesidades-de-abonado-para-hortícolas/#google_vignette
- Reyes, J. (2021). Abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo de la col (*Brassica oleracea* L). Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud, 29.
- Rivera, F. (2017). Preparación del suelo. Obtenido de: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5478/1/tag304.pdf>

- Rizo, D. (2018). Producción de repollo con buenas prácticas agrícolas. Obtenido de https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/guia_repollo_2.pdf
- Rizo, E. (2010). Potasio en las plantas. Obtenido de: <https://www.hortalizas.com/miscelaneos/sintomas-que-indican-deficiencias-de-potasio/>
- Rodriguez, N. (2022). Cómo realizar un análisis de costo-beneficio. Obtenido de <https://blog.hubspot.es/sales/análisis-cost-beneficio>
- Romero, H. (2019). Evaluación de la adaptabilidad de tres variedades de col (*Brassica sp.*) Obtenido de: <https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3448Agronomia%20Herman%20D%20C3Adaz%20y>
- Ruiz, A. (2013). Requerimientos agroecológicos de cultivos. México: Segunda edición. Obtenido de: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Ruiz-Corral/publication/343047223_requerimientos_agroecologicos_de_Cultivos_2da_edicion/links/5f1310e04585151299a4c447/requerimientos-agroecologicos-de-cultivos-2da-edicion.pdf
- Rullón, F. (2016). Cosecha y manejo postcosecha. Obtenido de: <https://www.upr-content/uploads/sites/17/2016/04/12.www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/04/12-repollo-cosecha-y-manejo-postcosecha-v-2014-pdf>
- Sánchez, C. (2016) Abonos orgánicos y lombricultura. Lima –obtenido Perú: Ripalme. Obtenido: <https://isbn.cloud/9789972977008/abonos-organicos-lombris>
- Sagaman, C. (2020). Aplicación de tres dosis de cuyaza en el rendimiento del cultivo de col crespa (*Brassica oleracea L.*), variedad Savoy Perfection, en el distrito de Lamas. Obtenido de: <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/40355/Agro%20Caleb%20Sangama%20Sangama.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sañudo, R. (2018). Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai, 60-61 https://www.researchgate.net/publication/28211184_Importancia_de_los_abonos_organicos
- Tenercela, Y. (2012). Producción de humus de lombriz mediante, aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos. Obtenido de: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3252/1/TESIS.pdf>
- Torres, S. (2008). Desventajas del uso abono orgánico. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/461/46140104.pdf>
- Universidad Pública De Navarra. (2019). (*Brassica oleracea*) Obtenido de: https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Bras_oler_p.htm#

Víctor, J. (2018). Correlación entre variables físicas y químicas para la determinación del nivel. Obtenido de: <https://repositorio r-vic-hug-18.pdf?sequence=1&is Allowed=y>

Zamora, E. (2016). Serie guías - producción de hortalizas Dag/Hort-011 cultivo de repollo. Obtenido de <https://dagus.unison.mx/Zamora/col%200%20repollo-Dag> –Dag –

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



Anexo 2. Croquis del ensayo

Área de la parcela neta
 $3 \text{ m} \times 2,4 \text{ m} = 7,2 \text{ m}^2$

R1	T7 a2b3	T3 a1b3	T10 a3b2	T5 a2b1	T2 a1b2	T11 a3b3	T8 a2b4	T6 a2b2	T1 a1b1	T12 a3b4	T4 a1b4	T9 a3b1
R2	T12 a3b4	T4 a1b4	T6 a2b2	T3 a1b3	T10 a3b3	T2 a1b2	T9 a3b1	T1 a1b1	T8 a2b4	T11 a3b3	T7 a2b3	T5 a1b2
R3	T10 a3b2	T3 a1b3	T7 a2b3	T2 a1b2	T5 a2b1	T8 a2b4	T4 a1b4	T12 a1b2	T9 a3b1	T6 a2b2	T1 a1b1	T11 a3b3

Área de parcela
 $4 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 16 \text{ m}^2$

Área total del ensayo con caminos
 $27,04 \text{ m} \times 36 \text{ m} = 973,44 \text{ m}^2$

Anexo 3. Resultados de análisis fisicoquímicos del suelo



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS AGRÍCOLAS



Nombre del propietario: Alexander Bayas

Fecha: 2022/11/14

Fecha de ejecución del análisis: 2022/11/10 Fecha de entrega de análisis: 2022/11/14

Análisis Físico

% Materia Orgánica	2,87 % Medio
Textura	Franco Arenoso
Estructura	En Bloques
% de Humedad	>25 % Alto
Densidad Aparente	1,00 gr/ml

Análisis Químico

Nutrientes	Nomenclatura			Unidad	Nivel
	NH3	NH3-N	NH4		
Amonio	2,5	3	3,5		
Nitrato	NO3-N	NO3			
	12	56			
Nitrógeno	14,5			ppm	Bajo
Fósforo	P	PO4-3	P2O5	ppm	Bajo
	3,5	11,5	8,5		
Potasio	K	K2O		ppm	Bajo
	30	38			
Calcio	Ca			ppm	Alto
	180				
Magnesio	Mg			ppm	Bajo
	0				
Sulfato	S			ppm	Bajo
	0				
pH	7,06			Neutro	
C.E	0,2367			Inapreciable	

NH3: Amoníaco
 NH3-N: Nitrógeno amoniacal
 NH4: Amonio
 P: Fósforo
 PO4-3: Anión Fosfato

NO3-N: Nitrato Nitrógeno
 NO3: Nitrato
 K: Potasio
 K2O: Óxido de potasio
 P2O5: Óxido de Fósforo



Trabaja digitalizadamente por:
 JULIO ANDRÉS
 CLAVIJO
 CAMPOVERDE

Ing. Agr. Andrés Clavijo Campoverde
 TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS AGRÍCOLAS



Anexo 4. Base de datos de la variable agronómica evaluada en la parroquia San Simón 2023.

AXB (T)	PP	AP	NH	DT	DFR	DR	DC	PM	IPE	PKg/P	RKg/ha	NRP
1	100	25,28	13	3,30	84	19,41	110	100	20	60,10	37562,50	48
2	98	23,17	12	3,20	84	18,23	110	94	20	57,36	35850,00	45
3	100	26,17	14	3,40	83	20,23	110	100	20	61,63	38518,75	48
4	100	24,75	11	3,10	85	17,35	110	96	10	57,12	35700,00	46
5	100	30,78	14	3,70	82	25,76	108	96	20	97,62	61012,50	46
6	100	29,32	12	3,60	82	24,15	108	96	20	93,14	58212,50	46
7	96	31,08	15	3,80	82	27,03	108	94	20	102,43	64018,75	45
8	98	28,80	11	3,50	83	23,17	108	96	10	90,17	56356,25	46
9	100	14,50	13	2,80	79	14,35	99	98	20	44,33	27706,25	47
10	100	13,36	12	2,70	78	13,46	98	96	20	43,36	27100,00	46
11	100	15,44	13	2,90	78	15,25	98	94	20	45,87	28668,75	45
12	98	12,45	10	2,50	79	12,53	99	94	20	42,94	26837,50	45
1	100	26,07	13	3,30	84	19,23	110	98	20	59,44	37150,00	47
2	100	24,11	12	3,20	84	18,15	110	96	20	57,52	35950,00	46
3	98	27,14	13	3,40	83	20,03	110	96	20	61,22	38262,50	46
4	100	23,43	11	3,20	84	17,12	110	98	10	57,04	35650,00	47
5	100	30,17	15	3,80	82	25,14	108	96	20	96,35	60218,75	46
6	100	29,12	14	3,60	82	23,10	108	96	10	92,12	57575,00	46
7	92	31,21	15	4,10	82	26,08	108	92	20	96,35	60218,75	44
8	100	28,01	11	3,40	82	22,46	108	96	20	100,34	62712,50	46
9	90	15,88	12	2,90	77	14,18	96	90	20	44,10	27562,50	43
10	96	13,45	11	2,80	77	12,76	96	94	10	42,12	26325,00	45
11	94	16,05	13	3,00	77	14,35	96	94	20	44,45	27781,25	45
12	100	12,58	10	2,60	78	12,12	98	94	20	42,12	26325,00	45
1	96	25,43	14	3,30	82	19,11	109	96	20	58,76	36725,00	46
2	98	24,43	12	3,30	83	18,05	110	96	10	57,14	35712,50	46
3	100	27,47	14	3,40	83	20,06	110	96	20	60,87	38043,75	46
4	96	24,36	11	3,10	84	17,06	110	94	10	56,87	35543,75	45
5	90	29,17	15	3,70	83	25,25	110	90	10	96,27	60168,75	43
6	98	28,56	12	3,60	84	24,12	110	98	20	92,75	57968,75	47
7	98	30,11	14	3,90	83	26,43	110	98	20	101,32	63325,00	47
8	94	28,10	11	3,50	83	22,06	110	94	20	88,86	55537,50	45
9	98	14,49	13	2,90	78	14,48	98	96	20	44,14	27587,50	46
10	100	13,07	12	2,80	78	13,54	98	100	10	43,56	27225,00	48
11	90	15,67	13	3,00	78	14,65	98	90	20	45,12	28200,00	43
12	100	12,50	10	2,50	80	12,23	99	100	20	43,10	26937,50	48

Anexo 5. Fotografías



Selección del lote



Muestreo de suelo



Preparación del suelo



Cuadrada y estaquillada



Trasplante



Control de plagas y enfermedades



Control de malezas



Riego



Aporque



Abono de base



Abono a los 20 días



Abono a los 40 días



Altura de planta



Número de hoja



Diámetro del tallo



Días a la formación del repollo



Tamaño del repollo



Porcentaje de mortalidad



Peso del repollo



Cosecha



Visita de campo

Anexo 6. Glosario de términos técnicos

Abonar: Consiste en una técnica de aportar al suelo materia orgánica para enriquecerlo y es uno de los últimos puntos que llevamos a cabo cuando preparamos la tierra para sembrar. Se trata de una acción tan importante y fundamental en agricultura como eliminar las malas hierbas, airear la tierra o allanar el terreno. Es decir, abonar es aportar a las plantas los nutrientes que necesitan para que sean productivas.

Abono orgánico: Abarca los abonos que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos elaborados con estiércol de ganado, compost rurales y urbanos, otros desechos de origen animal y residuos de cultivos, aumentan las condiciones nutritivas de la tierra, sino que mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo y cuya eficacia permite mejorar la fertilidad y la productividad de los suelos ha sido demostrada.

Agricultura orgánica: Está orientada a mantener los cultivos libres de enfermedades y plagas, para esto se aplican tecnologías que aprovechan los recursos locales, buscando la sustentabilidad de los cultivos. Existen diversas formas de tratar a los desechos orgánicos, en todos los casos al final del proceso se obtendrá humus, cuya calidad dependerá de los diferentes materiales que se utilicen y del proceso de obtención, por esto es recomendable hacer mezclas de abonos o enriquecer los abonos con fermentos o harinas, ya que es importante la presencia y cantidad de nutrimentos.

Edafoclimáticos: Se refieren a características, tanto de clima como del suelo, que se presentan en diversas zonas geográficas, dado que indica el manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo.

Encalado: Práctica que se refiere a la aplicación de un material alcalinizante al suelo, cuyo objeto es reducir la acidez del mismo e incrementar la disponibilidad de nutrientes, en especial calcio y magnesio.

Factor en estudio: Son las variables que se investigan en el experimento para observar cómo afectan o influyen en la variable de respuesta.

Fotoperiodo: Es la regulación de la fisiología o desarrollo en respuesta a la duración del día permite a las plantas realizar la regulación de la fisiología o desarrollo en respuesta a la duración del día, además permite diferenciar especies de plantas según la respuesta que dan a las señales lumínicas.

Fúlvicos: Es un elemento esencial en el humus que constituyen una serie de compuestos sólidos o semisólidos, amorfos, de color amarillento y naturaleza coloidal, fácilmente dispersables en agua y no precipitables por los ácidos

Genotipo ambiente: Se refiere al comportamiento diferencial de genotipos a través de condiciones ambientales variables, siendo muy importante en el mejoramiento genético de los cultivos, debido a que está presente durante el proceso de selección y recomendación.

Incidencia: Refleja el número de nuevos “casos” en un periodo de tiempo. Es un índice dinámico que requiere seguimiento en el tiempo de la población de interés. Cuando la enfermedad es recurrente se suele referir a la primera aparición.

Hortalizas: Este tipo de cultivo es mayoritariamente de ciclo corto, perteneciente a muchas familias taxonómicas, generalmente explotados en pequeñas superficies y que se comercializan para el consumo fresco de alguno de sus órganos (raíz, tallo, hoja, inflorescencia, fruto) que presentan un alto contenido de vitaminas, minerales y fibra.

Manejo agronómico: Son labores culturales que se hace en un cultivo específico para mejorar la producción y rendimiento por unidad de área, también llamado: Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) tales como: riego, aporque, despunte, resiembra, deshije, control sanitario.

Materia orgánica: Es toda sustancia de origen vegetal o animal que se encuentra en el suelo, cuando proviene de plantas estará conformada por hojas, troncos y raíces, o bien al originarse de animales e incluso microorganismos, por lo que estará formada por cuerpos muertos y sus excretas, es importante entender que la materia orgánica no solo aporta nutrientes, sino que el humus, producto final de la degradación y capaz de mejorar la estructura y fertilidad del suelo.

Productividad: Es un buen indicador de las condiciones de la tierra, ya que refleja directamente los cambios en la calidad y las limitaciones del terreno, tiene que ver con la eficacia y la eficiencia con que se usan los recursos y se expresa como un porcentaje de la producción entre los factores, medido por el rendimiento del cultivo por hectárea bien sea como kilogramos o toneladas por hectárea.

Regresión lineal: Es una técnica de modelado estadístico que se emplea para describir una variable de respuesta continua como una función de una o varias variables predictoras. Puede ayudar a comprender y predecir el comportamiento de sistemas complejos o a analizar datos experimentales.

Siembra directa: También conocido como “cero labranza o labranza cero” es una técnica de manejo del suelo en la que se prescinde de la roturación. El origen de este método está en la agricultura conservacionista. En su forma más elemental, consiste en la utilización de los rastrojos del cultivo anterior como base de materia orgánica para el cultivo siguiente. En ellos se colocan las semillas sin mayor remoción del suelo.

Variedad: Es una conocida unidad de la clasificación botánica del reino vegetal, presenta a un grupo de plantas definido con mayor precisión, seleccionado dentro de una especie, que presentan una serie de características comunes.