

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**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**

OLINDA ARUQUIPA ALEJO

LA PAZ – BOLIVIA

2021

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**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**

Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

OLINDA ARUQUIPA ALEJO

ASESORES

Ing.M.Sc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta

TRIBUNAL EXAMINADOR

Ing. Ph.D. José Yakov Arteaga García

Ing. William Murillo Oporto

Ing. Jonhy Cesar Pánfilo Oliver Cortez

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador

LA PAZ – BOLIVIA

2021

DEDICATORIA

El presente trabajo que representa la culminación de una etapa más de mis estudios lo dedico a Dios por a verme dado la vida por guiarme y llenarme de fortaleza y ser artífice de mis sueños alcanzados y todas las bendiciones recibidas. A mi señor padre Miguel Aruquipa que desde el cielo me cuida y me bendice. A mi querida madre Olga por la comprensión, confianza y apoyo incondicional para poder alcanzar mi más anhelada meta.

A mis queridos hermanos: Edwin, Jhenny y Ximena que estuvieron presentes cuando más los necesitaba; con su apoyo y orientación y sobretodo con su confianza y comprensión hasta la culminación de mi carrera profesional

A mi querida madrina Lola por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

Agradecimientos

Agradecer en primera instancia a Dios por la vida, por guiarme en cada paso que di durante mi carrera universitaria por nunca abandonarme.

Así también agradezco a la Universidad Mayor de San Andrés, a mi querida Facultad de Agronomía, a la Carrera Ingeniería Agronómica por haberme acogido durante mi carrera universitaria, agradezco a mis queridos docentes por haberme inculcado todos los conocimientos necesarios, por los consejos en cada etapa de mi vida universitaria.

Agradezco a mi asesor Ing. Msc Wilfredo Blanco por su enseñanza y orientación durante la elaboración de mi tesis.

Especial agradecimientos a mi querido padre que es la inspiración a seguir adelante, a mi querida madre por impulsarme a cumplir mis metas y objetivos, a mis hermanos también a mi querida madrina Lola por todo su apoyo incondicional.

A mis queridos amigos que me ayudaron y alentaron en todo momento.

¡Muchísimas gracias por todo!

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
RESUMEN.....	xv

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. Antecedentes.....	2
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
Hipótesis.....	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1. Descripción del cultivo.....	3
3.1.1. Características de la col rizada o kale.....	4
3.2. Origen.....	5
3.3. Taxonomía.....	6
3.4. Características botánicas.....	7

3.4.1. Ciclos del cultivo.....	8
3.4.2. Propagación.....	8
3.4.2.1. Siembra.....	8
3.4.2.2. Trasplante.....	8
3.4.2.3. Cosecha.....	9
3.5. Requerimientos Edafoclimáticos del Cultivo de Col Rizada.....	10
3.5.1. Temperatura.....	10
3.5.2. Suelo.....	11
3.6. Marco de Plantación.....	11
3.6.1. Riego.....	12
3.6.2. Abonado.....	12
3.7. Variedades de kale o Col rizada.....	13
3.7.1. Variedades comerciales de col rizada.....	14
3.7.2. Principales países de producción de col rizada.....	14
3.8. Propiedades nutricionales.....	15
3.8.1. Beneficios de la Col Rizada.....	19
3.9. Plagas y enfermedades de la Col Rizada.....	19
3.9.1. Plagas.....	19
3.9.2. Enfermedades.....	19
3.10. Abonos orgánicos.....	19
3.10.1. Importancia de los abonos orgánicos.....	20
3.10.2. Beneficios del uso de abonos orgánicos.....	20

3.10.3. Tipos de abonos orgánicos.....	22
3.10.3.1. Abonos sólidos	23
3.10.3.2. Abonos orgánicos líquidos.....	23
3.10.3.3. Abonos orgánicos foliares	23
3.10.3.4. Humus de lombriz.....	24
3.10.3.4.1. Composición química del humus de lombriz.....	26
3.10.3.4.2. Características y Propiedades del humus de lombriz.....	27
3.10.3.4.2.1. Ventajas del humus de lombriz.....	28
3.10.3.4.3. Caldo de humus de lombriz.....	29
3.10.3.4.4. Beneficios del caldo de humus de lombriz.....	29
3.11. Fertilización orgánica.....	30
3.12. Fertilización foliar.....	30
3.12.1. La absorción mineral de nutrientes por las hojas.....	31
3.12.2. Velocidad de absorción por vía foliar.....	32
3.12.3. Efectividad de la fertilización foliar.....	33
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
4.1. Ubicación geográfica.....	36
4.2. Características Edafo – Climáticas de la zona.....	37
4.2.1. Clima.....	37
4.2.2. Temperatura.....	37
4.2.3. Precipitación.....	37
4.2.4. Suelo.....	37

4.3.	Materiales.....	38
4.3.1.	Material biológico.....	38
4.3.2.	Material de campo.....	38
4.3.3.	Material de escritorio.....	39
4.4.	Metodología.....	39
4.4.1.	Metodología del estudio.....	39
4.4.2.	Preparación del Almacigo.....	39
4.4.3.	Preparación del suelo.....	41
4.4.4.	Toma de muestras de suelo.....	41
4.4.5.	Habilitación del sistema de riego.....	43
4.4.6.	Trazado de parcelas experimentales.....	43
4.4.7.	Trasplante a lugar definitivo.....	44
4.4.8.	Registro de temperaturas.....	45
4.5.	Labores culturales.....	45
4.5.1.	Aporque.....	45
4.5.2.	Deshierbe.....	45
4.5.3.	Tutorado del cultivo.....	46
4.5.4.	Riego.....	47
4.5.5.	Preparación del caldo de humus de lombriz.....	47
4.5.6.	Aplicación del caldo de humus de lombriz.....	48
4.5.7.	Cosecha.....	49
4.6.	Diseño experimental.....	50

4.6.1. Factores de estudio.....	50
4.6.2. Tratamientos de Estudio.....	51
4.6.3. Medidas de la superficie experimental.....	52
4.7. Croquis del Experimento.....	53
4.8. VARIABLES DE RESPUESTA.....	54
4.8.1. Variables agronómicas.....	54
4.8.1.1. Altura de planta.....	54
4.8.1.2. Ancho de hojas	54
4.8.1.3. Largo de hoja.....	54
4.8.1.4. Diámetro de tallo.....	54
4.8.1.5. Número de hojas.....	55
4.8.2. Variables de rendimiento.....	55
4.8.2.1. Rendimiento en peso fresco.....	55
4.9. Análisis económico.....	55
4.9.1. Variables económicas.....	55
4.9.1.1. Ingreso bruto.....	55
4.9.1.2. Ingreso neto.....	56
4.9.1.3. Relación Beneficio/Costo.....	56
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	56
5.1. Descripción de los parámetros de producción.....	57
5.1.1. Variables ambientales de la carpa solar.....	57
5.1.2. Descripción de las temperaturas registradas durante el ciclo del.....	

cultivo.....	57
5.2. Características físicas y químicas del caldo de humus de lombriz.....	58
5.3. Variables agronómicas.....	60
5.3.1. Altura de planta.....	60
5.3.1.1. Altura de la Planta (a los 50 días).....	60
5.3.2. Ancho de hojas	64
5.3.2.1. Ancho de Hojas (a los 50 días).....	64
5.3.3. Largo de hoja.....	67
5.3.3.1. Largo de hoja (a los 50 días).....	67
5.3.4. Diámetro de tallo.....	70
5.3.4.1. Diámetro de tallo (a los 50 días)	70
5.3.5. Número de Hojas por planta.....	73
5.3.5.1. Número de Hojas en el ciclo productivo.....	73
5.3.6. Rendimiento en peso fresco (g/planta)	77
5.3.6.1. Rendimiento en peso fresco (ciclo productivo).....	77
5.3.6.2. Rendimiento en peso fresco (kg/m ²).....	82
5.3.7. Análisis económico.....	86
5.3.7.1. Beneficio Bruto (B.B.).....	87
5.3.7.2. Costos Variables (C.V.).....	87
5.3.7.3. Beneficio Neto (B.N.).....	88
5.3.7.4. Relación Beneficio y Costo (B/C).....	89

6. CONCLUSIONES..... 92

7. RECOMENDACIONES..... 93

8. BIBLIOGRAFÍA..... 94

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Taxonomía del cultivo.....	6
Tabla 2 Principales países de producción de col rizada.....	14
Tabla 3 Composición nutricional de Brassicaceae (por porción, 100g)	16
Tabla 4 Vitaminas principales correspondientes a 100 gramos de col rizada	17
Tabla 5 Cantidad de minerales correspondientes a 100 gramos de col rizada	18
Tabla 6 Cantidad ácidos grasos correspondientes a 100 gramos de col rizada.....	18
Tabla 7 Composición química del humus de lombriz.....	27
Tabla 8 Movilidad relativa de los nutrientes en las plantas en translocación.....	33
Tabla 9 Datos de los parámetros físicos - químicos, del análisis de suelo realizado Laboratorio IBTEN.....	42
Tabla 10 Descripción de los factores en estudio	51
Tabla 11 Descripción de los tratamientos en estudio	51
Tabla 12 Análisis físico – químico del caldo de humus de lombriz	59
Tabla 13 Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 50 días	60
Tabla 14 Contrastes ortogonales de la altura de planta para la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz.....	61
Tabla 15 Análisis de varianza para la variable Ancho de Hojas (cm) a los 50 días	64
Tabla 16 Contrastes ortogonales del ancho de hojas (cm) para la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz	65
Tabla 17 Análisis de varianza para la variable Largo de hoja (cm) a los 50 días	67
Tabla 18 Contrastes ortogonales del largo de hojas (cm) para la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz	68
Tabla 19 Análisis de varianza para la variable Diámetro de tallo (cm) a los 50 días	70
Tabla 20 Contrastes ortogonales del diámetro de tallo (cm) para la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz	71
Tabla 21 Análisis de varianza para la variable Número de Hojas ciclo productivo	73
Tabla 22 Contrastes ortogonales del número de hojas para la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz.....	74

Tabla 23 Análisis de varianza para la variable Rendimiento en peso fresco en el ciclo productivo (g/planta)	77
Tabla 24 Contrastes ortogonales del rendimiento en peso fresco para la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz	79
Tabla 25 Análisis de varianza para la variable Rendimiento en peso fresco en el ciclo productivo (kg/m ²)	82
Tabla 26 Contrastes ortogonales del rendimiento en peso fresco (kg/m ²) para la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz.....	84
Tabla 27 Beneficio bruto por m ² y por ciclo de producción de la col rizada de cada tratamiento.....	87
Tabla 28 Costos variables de la col rizada de cada tratamiento.....	88
Tabla 29 Beneficios netos por Bs/m ² de la col rizada de cada tratamiento.....	88
Tabla 30 Relación beneficio/costo de la col rizada de cada tratamiento	89

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ubicación del área geográfica	36
Figura 2 Desarrollo de la col rizada antes del trasplante	40
Figura 3 Preparación del Área de Investigación	41
Figura 4 Habilitación del Sistema de riego en área experimental	43
Figura 5 Parcelas experimentales	44
Figura 6 Trasplante de la Col Rizada	44
Figura 7 Termómetro de máximas y mínimas para el registro de temperaturas.....	45
Figura 8 Deshierbe del cultivo	46
Figura 9 Tutorado del cultivo	46
Figura 10 Aplicando el riego a los tratamientos	47
Figura 11 Preparación de caldo de humus de Lombriz	48
Figura 12 Aplicación del caldo de humus de lombriz.....	49
Figura 13 Cosecha de la Col Blanca y Rizada	50
Figura 14 Plano del experimento	53
Figura 15 Registro de temperatura máxima, media y mínima en °C durante el desarrollo vegetativo de la col rizada	57
Figura 16 Altura de planta (cm) a los 50 días del factor A (frecuencias)	62
Figura 17 Altura de planta (cm) a los 50 días del factor B (variedades)	63
Figura 18 Ancho de hoja (cm) a los 50 días del factor A (frecuencias)	66
Figura 19 Largo de hoja a los 50 días del factor A (frecuencias).....	69
Figura 20 Diámetro de tallo (cm) a los 50 días del factor A (frecuencias)	72
Figura 21 Número de hojas en el ciclo productivo factor A (frecuencias).....	75
Figura 22 Número de hojas en el ciclo productivo factor B (variedades).....	76
Figura 23 Rendimiento en peso fresco en el ciclo productivo del factor A (frecuencias)	79
Figura 24 Rendimiento en peso fresco en el ciclo productivo del factor B (variedades)81	
Figura 25 Rendimiento en peso fresco (kg/m ²) en el ciclo productivo del factor A (frecuencias).....	84

Figura 26 Rendimiento en peso fresco (kg/m²) en el ciclo productivo del factor B (variedades)..... 86

ABSTRACT

This research work entitled "Agronomic behavior of two varieties of kale (*Brassica oleracea* var. *Sabellica*) under two frequencies of application of worm humus broth", it was made in greenhouses owned by the Association of Producers of Minor Animals and Vegetables (APRODAMH), District 8, the City of El Alto (Urbanization Ventilla 1) located at 68°17' west longitude and 16°30' south latitude at a height of 4000 m.s.n.m. Department of La Paz- Bolivia.

The objectives were: To evaluate the effect of organic foliar fertilizer worm humus broth on the yield of growing two varieties of kale (*Brassica oleracea* var. *Sabellica*). Determine the yield of kale culture with foliar application of organic fertilizer worm humus broth. Perform economic analysis of treatments.

The experimental part was carried out in a greenhouse, the area used was 18 m² using plant material seed cabbage cultivars hybrid Rizada and Blanca. The planting method used was planting in storage, the implantation of the crop was carried out from planting to the fourth harvest, also performed the physical analysis of the soil and chemical analysis of nutrients of the liquid organic fertilizer worm humus broth.

To accurately evaluate the experiment, the experimental design of random blocks was used in divided plots where the application frequency factor was placed on main plots and the variety factor in sub-plots; with 6 treatments and 3 repetitions in 18 experimental units, with orthogonal contrast analysis. The response variables of the research were: plant height, leaf width, leaf length, stem diameter, number of leaves, fresh weight yield and cost calculation through economic analysis.

The results of the evaluation of the response variables were as follows:

The White variety was the one that had the best response to the conditions of the area. For the variable plant height, the frequency F2 (every 14 days) and the White variety obtained the best result with 47.7 cm in height. For the width of leaves differences were found in their behavior being the frequency F2 (every 14 days) and the White variety the best with 9.89 cm of leaf width. For response variables; long leaves, stem diameter and number of leaves frequency F2 (every 14 days) was the best relative to factor A

application frequencies. As for the varieties White and Curly Factor B they had similar behavior. The frequency and variety that achieved the best performance by fresh weight was F2 (every 14 days) and the White variety with 60.4 g/plant and commercial weight of 3.01 t/ha.

Higher economic gain was obtained in T1 (witness and Rizada variety), with a costbenefit ratio of 7.6 Bs and T4 (frequency of application every 7 days and White variety) obtained lower cost benefit ratio with 2.10 Bs. it was still profitable.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Comportamiento agronómico de dos variedades de col rizada (*Brassica oleracea* var. *Sabellica*) bajo dos frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz”, se realizó en invernaderos de propiedad de la Asociación de Productoras de Animales Menores y Hortalizas (APRODAMH), del Distrito 8, de la Ciudad de El Alto (Urbanización Ventilla 1) situado a 68°17' de longitud oeste y 16° 30' de latitud sur a una altura de 4000 m.s.n.m. del Departamento de La Paz- Bolivia.

Los objetivos fueron: Evaluar el efecto del abono foliar orgánico caldo de humus de lombriz sobre el rendimiento del cultivo de dos variedades de col rizada (*Brassica oleracea* var. *Sabellica*). Determinar el rendimiento del cultivo de col rizada con aplicación foliar del abono orgánico caldo de humus de lombriz. Realizar análisis económico de los tratamientos.

La parte experimental fue efectuada en un invernadero, la superficie utilizada fue de 18 m² utilizando material vegetal semilla de col Rizada y Blanca. El método de siembra empleado fue siembra en almacigo, la implantación del cultivo se realizó desde la siembra hasta la cuarta cosecha, asimismo se realizó el análisis físicoquímico del suelo y análisis químico de nutrientes del abono orgánico líquido caldo de humus de lombriz.

Para evaluar con precisión el experimento se empleó el diseño experimental de bloques al azar en parcelas divididas donde el factor de frecuencias de aplicación se ubicó en parcelas principales y el factor de variedades en sub parcelas; con 6 tratamientos y 3 repeticiones en 18 unidades experimentales, con el análisis de contrastes ortogonales. Las variables de respuesta de la investigación fueron: altura de planta, ancho de hoja, largo de hoja, diámetro de tallo, número de hojas, rendimiento en peso fresco y cálculo de costos mediante el análisis económico.

Los resultados de la evaluación de las variables de respuesta fueron los siguientes:

La variedad Blanca fue la que mejor respuesta tuvo a las condiciones de la zona. Para la variable altura de planta, la frecuencia F2 (cada 14 días) y la variedad Blanca obtuvieron el mejor resultado con 47,7 cm de altura. Para el ancho de hojas se encontraron diferencias en su comportamiento siendo la frecuencia F2 (cada 14 días) y

la variedad Blanca las mejores con 9,89 cm de ancho de hoja. Para las variables de respuesta; largo de hojas, diámetro de tallo y número de hojas la frecuencia F2 (cada 14 días) fue la mejor respecto a las frecuencias de aplicación factor A. En cuanto a las variedades Blanca y Rizada factor B tuvieron un comportamiento similar. La frecuencia y variedad que logró el mejor rendimiento en peso fresco fue F2 (cada 14 días) y la variedad Blanca con 60,4 g/planta y peso comercial de 3,01 t/ha.

Se obtuvo mayor rédito económico en el T1 (testigo y la variedad Rizada), con una relación de beneficio costo de 7,6 Bs y el T4 (frecuencia de aplicación cada 7 días y variedad Blanca) obtuvo menor relación beneficio costo con 2,10 Bs. aun así fue rentable.

1. INTRODUCCIÓN

La kale o col rizada forma parte de la variedad botánica Sabellica. Su principal característica es que no tiene cabeza al final del tallo erecto que posee un gran número de hojas. La altura de esta planta oscila entre los 30 y 40 cm. En función de la variedad, las hojas rizadas pueden ser de distintos colores que van desde el morado hasta el verde (Cartea et al., 2011).

El Kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica* L.) es una hortaliza de hoja perteneciente a la familia de las Brassicaceae originaria de Asia menor. Se difundió en Europa ya desde el año 600 D.C., principalmente en el Centro y Norte europeo (Neugart et al., 2014).

Dentro de las Brassicaceae, una de las hortalizas de hoja verde que ha ganado importancia recientemente es el kale o col rizada (*Brassica oleracea* L. var. *Sabellica*). El consumo de kale ha aumentado desde 1997, cuando comenzó a aparecer en las estadísticas del USDA, alcanzando un suministro total de 93,2 millones de libras y 0,3 libras de disponibilidad per cápita en 2010 (USDA, 2012).

La presencia del humus líquido mejora la humificación de la materia orgánica y la disponibilidad de fósforo para las plantas y el medio edáfico. Se ha probado en numerosos cultivos como aplicaciones foliares, lográndose en las plantas mayor desarrollo radicular, crecimiento del tallo, área foliar, floración y fructificación acentuada con más calidad, obteniéndose elevados rendimientos por área de cultivo y mejores condiciones para enfrentar las plagas con respecto a los cultivos no tratados (Arteaga et al., 2007).

En contraste, los abonos orgánicos constituyen una alternativa sostenible, aunque no contengan los nutrimentos suficientes para la obtención de cosechas de alto rendimiento, porque promueven el incremento de la materia orgánica del suelo, la actividad microbiana y una liberación gradual de nutrientes a la planta, para una nutrición mineral más balanceada (Nicholls y Altieri, 2006).

Actualmente los cultivos de hortalizas a nivel mundial llevan un manejo a base de insumos sintéticos los cuales terminan contaminando el suelo y los productos que serán consumidos por el hombre. A nivel nacional la producción de hortalizas orgánicas es

baja por ello, la finalidad del presente trabajo es promover el uso de tecnologías agroecológicas de producción, específicamente sobre el uso de abonos foliares orgánicos que se pueden emplear para suplir o complementar la nutrición de los cultivos hortícolas.

Con el fin de mejorar la calidad de los alimentos, para la salud humana se está promoviendo la producción de hortalizas orgánicas, en el cual ya no se usan agroquímicos para su producción, es una corriente que se está imponiendo estos últimos años, por estas razones en una agricultura orgánica sostenible se pretende dar una alternativa con el uso de abonos foliares orgánicos como ser el caldo de humus de lombriz.

1.2. Antecedentes

La col rizada por lo general es de color verde brillante o verde oscuro o de color púrpura, tiene hojas rizadas apretadas y tallos fibrosos que pueden ser difíciles de cortar, pero fácil de romper si es fresco. Tiene un sabor picante notable con calidades amargas (Onegreenplanet, 2016).

Los abonos orgánicos foliares se definen como sustancias nutricionales líquidas que, se obtienen del proceso de fermentación (aerobia o anaerobia) de materia orgánica de origen animal o vegetal en un medio líquido, los cuales proporcionan algunos elementos minerales que necesitan las plantas (Yugsi, 2011).

La fertilización foliar ha sido ampliamente adoptada en el manejo moderno de los cultivos, donde se emplea para garantizar el rendimiento óptimo cuando el suministro de los nutrientes para el cultivo desde el suelo es inadecuado o incierto. Los fertilizantes foliares ofrecen ventajas específicas sobre fertilizantes para el suelo cuando la demanda de los nutrientes por las plantas exceden la capacidad de absorción de éstos por las raíces; cuando la movilidad de los elementos limita el transporte hacia los tejidos de la planta; y cuando las condiciones ambientales limitan la efectividad o impiden la aplicación de los nutrientes al suelo. En muchos sistemas de producción con aversión al riesgo y de alto valor, los fertilizantes foliares se comercializan como un “seguro” para minimizar los posibles impactos de impredecibles deficiencias de nutrientes (Guzmán, et al 2013).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- ❖ Evaluar el 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

2.2. Objetivos Específicos

- ❖ Evaluar el efecto del abono foliar orgánico caldo de humus de lombriz sobre el rendimiento del cultivo de dos variedades de col rizada (*Brassica oleracea* var. *Sabellica*)
- ❖ Determinar el rendimiento del cultivo de col rizada con aplicación foliar del abono orgánico caldo de humus de lombriz
- ❖ Realizar análisis económico de los tratamientos

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Descripción del cultivo

Kale (*Brassica oleracea* var. *Sabellica*) es un cultivo de invierno frondoso que se cultiva principalmente en Europa Central y del Norte y América del Norte. Tiene un amplio número de derivados naturales, principalmente acylated, flavonol glicosidas y ácido hidroxicinnámico (Ferrer et al., 2009).

La col rizada no forma cabezas como el repollo o pimientos comestibles como el brócoli y la coliflor. Viejos cultivares de col tiene hojas grandes y aplanadas, pero los nuevos poseen los bordes de las hojas rizados. El Kale es una planta muy resistente a las heladas, y para uso doméstico es una práctica común cosechar hojas individualmente de las plantas durante el otoño e invierno (Kadam & Shinde, 1998).

El Kale es una planta herbácea cuya altura puede variar desde los 30 cm hasta 3 m de altura. La característica que la distingue es la disposición de sus hojas, las cuales no forman una cabeza y presentan formas variadas que pueden ser enteras, lobuladas o muy divididas y crespas. El color de las hojas es variable, van desde el verde hasta el morado, dependiendo de los cultivares. Las inflorescencias son racimosas y las flores

actinomorfas, bisexuales, tetrámeras, de color amarillas o blancas. El fruto es de tipo silicua dehiscente (Montian, 2019).

Especie perteneciente a la familia Brassicaceae al igual que las mostazas, rábanos, repollos y otras hortalizas. Las plantas de la especie *Brassica oleracea* son nativas de la región mediterránea de Europa, siendo en cierta forma muy parecidas a una planta de canola por sus hojas. Es una planta bianual como un repollo que no forma cabeza, tiene las hojas erectas de color verde a azul oscuro verdoso características, muy rizadas, con bordes rugosos y ondulados, y peciolo largos. Esta planta alcanza entre los 30 y 40 cm de altura (Saavedra, 2019).

3.1.1. Características de la col rizada o kale

El Kale es un cultivo muy rustico que se puede cultivar tanto a campo como bajo cubierta. Es una especie que es resistente a temperaturas bajas y puede producir por un periodo largo de tiempo, también presenta limitantes bióticas como por ejemplo sus plagas: animales, nematodos fitófagos y enfermedades.

Presenta numerosas propiedades nutraceuticas y es considerado un super alimento, dado que sus hojas contienen grandes cantidades de hierro, vitamina A y K, antioxidantes, entre otras. (Sánchez & Strassera, 2020).

El Kale es una especie de fácil manejo, sus requerimientos son similares a los de otras Brassicaceae. Se recomienda hacer rotaciones con cultivos que no pertenezcan a la familia y volver a plantarlos sobre el mismo suelo cada 3-4 años (Šamec et al., 2019).

Hortaliza de crecimiento erecto, con hojas dispuestas a ambos lados del tallo, el cual se desarrolla apicalmente hasta diferenciar su tallo floral. Las hojas pueden superar los 40 cm de largo, aunque se recomienda cosechar brotes que no superen los 10 a 12 cm (Peña & Muñoz, 2019).

El Kale es una hortaliza de hoja verde con un alto contenido de Fitoquímicos. *Brassica oleracea var. Sabellica* representa una fuente importante de metabolitos secundarios como fenoles totales, especialmente flavonoides (Reyes, 2017). El kale se caracteriza por ser un cultivo de clima frio o suavemente templado, teniendo la capacidad de crecer

y desarrollarse mejor en ambientes con temperaturas enmarcadas entre los 10°C y 20°C, los ejemplares de esta planta no soportan ni el calor excesivo y las sequías, y precisan de la luz del sol para que sus hojas tengan un mejor tamaño y calidad general (Gottau, 2016).

Masabni (2014), menciona que la col es una de las verduras más nutritivas. Tiene bajo contenido de calorías y alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales. Si bien pertenece a la familia de los repollos, la col no forma una cabeza. Se desarrolla a partir de las hojas. La col tolera más el frío y el calor que la mayoría del resto de verduras, es fácil de cultivar, productiva y se adapta bien tanto a huertos grandes como pequeños.

Maroto (1992), señala que esta variedad es de ciclo de vida bienal, no forma cabeza de hojas, sino que éstas se disponen abiertamente a lo largo de un tallo grueso, cilíndrico y de 50 a 70 cm de alto, por lo que presenta un hábito similar a brócoli. Las hojas, de gruesos pecíolos, presentan lámina oval u oblonga, de superficie lisa a muy rizada, característica que distingue diversas formas de berza, reconocidas por algunos autores como subvariedades.

3.2. Origen

El Kale (*Brassica oleracea var. Sabellica L.*) es una hortaliza de hoja originaria de Asia menor, se difundió en Europa ya desde el año 600 D.C., principalmente en el Centro y Norte europeo, el Kale ha sido cultivado por más de 2.000 años en Europa, fue la hortaliza verde más consumida hasta la Edad Media, cuando los repollos se hicieron más populares. Históricamente ha sido de mayor importancia en regiones frías debido a su resistencia a heladas. En la actualidad, es una hortaliza globalmente cultivada en un amplio rango de latitudes, pero principalmente en el norte y centro de Europa, como también en Norteamérica (Neugart et al., 2014).

Sánchez (2017), señala que la col rizada es una planta herbácea originaria del norte de Alemania que crece hasta alcanzar los 40 centímetros de altura. Las hojas crecen en forma de rosetas, y son grandes, de hasta 35 cm de longitud, de color verde oscuro y muy rizado. La col rizada es una col con hojas rizadas o lisas, propia del Norte de Alemania. Se cultiva mayoritariamente en el norte de Europa y en la costa noroeste de Norteamérica y en algunas regiones de México. En Sudamérica se va insertando la

producción desde el 2015 en Chile y en Argentina. *Brassica oleracea var. Sabellica* es el nombre botánico de esta especie perteneciente a la familia Cruciferaeae y es conocida de forma común como: col crespada, kale y col rizada.

3.3. Taxonomía

Botánicamente se describe la col rizada como una planta herbácea bienal, que se cultiva como anual. La col rizada es una hortaliza de la que se consumen las hojas, que están insertas en un tallo único que va creciendo hacia arriba y se van cosechando las hojas más antiguas. Esta planta alcanza entre los 40 cm hasta los 1,50 cm de altura, dependiendo la variedad. Si bien prefiere las temperaturas frías o suaves, también puede producir a lo largo del verano, con temperaturas altas (Sabelatierra, 2016).

Trópicos (2019), señala clasificación taxonómica de la col rizada descrita en la tabla 1

Tabla 1

Taxonomía del cultivo

Reino :	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Brassicales
Familia:	Brassicaceae
Género:	Brassica
Especie:	Brassica oleracea L.
N. científico:	<i>Brassica oleracea var. sabellica L.</i>
N. común:	Col rizada

Fuente: Trópicos (2019)

3.4. Características botánicas

García (2015), indica que la col rizada se desarrolla con similitud a las demás especies de la familia Brassicaceae, teniendo como principal característica que éste, es un cultivo de hoja. A continuación, describimos la morfología de la hortaliza de col rizada de manera general, la cual puede variar entre variedades.

Raíz: La forma de raíz de esta especie es de arraigamiento superficial, con raíz pivotante que alcanza hasta los 80 cm de profundidad, pero cuya masa radical más importante (raíces secundarias, terciarias y raicillas) se concentran en los primeros 40 a 60 cm del perfil del suelo, en especial cuando se destruye la raíz primaria, como ocurre casi siempre al realizar su cultivo por almácigo y trasplante.

Tallo: Durante el primer ciclo vegetativo la col rizada forma un tallo largo herbáceo y erecto donde están distribuidos las hojas a lo largo del tallo de manera intercalar, la altura del tallo depende de la variedad y por diversos factores edafoclimáticos.

Hojas: Las hojas de esta especie son simples, grandes, irregulares, anchas y de variadas formas según la variedad (ovales, oblongas, rizadas, partidas), lobuladas en su base, pecas gruesas, pueden ser sésiles y de pedúnculo largo, limbo redondeado o elipsoidal, presenta nervaduras muy notorias, presentándose muy gruesa. Los colores de las hojas pueden ser verdes claros, verde oscuro, rojos, sus nervaduras pueden ser verdes o rojas.

Flor: Se produce durante el segundo ciclo vegetativo cuando la planta alcanza una altura entre 1,20 – 1,50 m este se ramifica formando racimos florales, las flores en gran número son amarilla o blanquecinas y se disponen en racimo en el extremo del tallo.

Fruto: La col rizada son plantas bianuales, por lo que producen fruto al segundo año. Sus flores son de color amarillo y las semillas se encuentran en pequeñas vainas. El fruto es una silicua cilíndrica, semejante a una pequeña vaina, dehiscente y glabra de aproximadamente 10 cm de longitud y 4 a 5 cm de ancho y contiene unas 20 semillas

por lóculo, las que son redondeadas de superficie irregular y pequeñas (2 mm de diámetro) de coloración marrón.

3.4.1. Ciclos del cultivo

Frezza (2019), indica que el cultivo de col rizada está comprendido en dos ciclos (anexo1)

3.4.2. Propagación

3.4.2.1. Siembra

Sommantico (2018), indica que hay dos métodos para realizar la siembra; en almácigo o a campo bajo siembra directa o al voleo. Para hacer un uso más eficiente del agua, nutriente y espacio, es mejor realizar el cultivo bajo cubierta, pero en caso de no contar con los implementos, a campo también se observa un buen desarrollo y crecimiento.

Así mismo la misma autora, menciona que la semilla es una pequeña esfera color negro grisáceo de aproximadamente 1 mm de diámetro. En caso de sembrar bajo cubierta (o en maceta) se recomienda mezclar tierra con compost. La profundidad de siembra es 1.5 cm aproximadamente, luego cubrir con tierra y regar inmediatamente.

Mannise (2019), señala que las semillas se siembran directas sobre el suelo, y madurarán entre 55 a 75 días, mientras que si hacemos almácigos se acelera el proceso y estarán listas para la cosecha en unos 30 a 40 días.

Saavedra (2019), refiere que este cultivo se puede manejar de las dos maneras tradicionales, siembra directa y almácigo trasplante. En siembra directa se usan aproximadamente 4 a 5 kg/ha de semilla en hilera simple distanciando entre hileras 0,7 a 0,75 m. En este sistema, la fecha de siembra debe ser más temprano para favorecer la germinación de la semilla con mejor temperatura de suelo antes que comience el enfriamiento y el posterior desarrollo primario de plantas en su establecimiento.

3.4.2.2. Trasplante

Sommantico (2018), indica que el trasplante se realiza una vez que se observen el segundo par de hojas verdaderas.

Comienza a emerger entre 4 a 7 días desde la siembra, este período es crítico para el cultivo; por lo tanto, es importante un adecuado suministro de agua, necesario para la imbibición de la semilla para de esta forma, lograr una correcta germinación.

Pleasant (2015), refiere que las plántulas emergerán de 4 a 7 días después de sembrarlas, es importante siempre mantener la humedad del semillero para que las plántulas se desarrollen bien. Las plántulas estarán listas para el trasplante cuando comiencen a salir el segundo par de hojas verdaderas.

Antes del trasplante se debe preparar el suelo y aplicar composta. La distancia entre plantas es de 20-25 cm dependiendo de la variedad y el espacio disponible.

3.4.2.3. Cosecha

Mannise (2019), indica que el momento de cosechar es cuando las hojas, tienen 15 a 20 cm de ancho, se van cortando las hojas una a una, comenzando con las hojas más bajas y externas, y continuando hacia el centro así mismo menciona que es recomendable dejar algunas de las hojas centrales adheridas para estimular el crecimiento, en la mayoría de los casos se puede cosechar a partir de la misma planta de nuevo en cinco a siete días.

Sommantico (2018), señala que la cosecha puede comenzar una vez que el cultivo tenga más de cinco hojas verdaderas. Así mismo recomienda comenzar a cosechar primero las hojas externas de la planta ya que esto fomenta su crecimiento, es importante dejar el punto de crecimiento, ya que de ahí se desarrollarán nuevas hojas.

La cosecha de kale es escalonada en planta y en cultivo, de allí las hojas se pueden cosechar en diferentes etapas de madurez y desarrollo. Esto representa un problema postcosecha, debido al rendimiento heterogéneo y la calidad de las hojas en diferentes etapas de madurez, particularmente aquellas destinadas al procesamiento de cortado (Albornoz, 2014).

Las coles se pueden cosechar de dos maneras; en el caso de plantas pequeñas que necesitan ralearse, corte toda la planta alrededor de cuatro pulgadas sobre el suelo algunas veces volverán a brotar desde el lateral del tallo. Generalmente, solo se cosechan las hojas de las coles. Esto permite que la planta continúe creciendo y produciendo más hojas. En regiones templadas como el sur de Texas y las áreas costeras, las coles generan producción durante todo el invierno (Masabni, 2014).

El indicador que las hojas están listas para ser cosechadas es el tamaño y suavidad de estas, que no alcancen a ponerse fibrosas y duras. La cosecha se realiza inicialmente por hojas desde abajo, o sea las hojas más viejas, pero una vez que la planta alcanza su altura definitiva, se debe cosechar completa para que no pierda calidad culinaria (Saavedra, 2019)

3.5. Requerimientos Edafoclimáticos del Cultivo de Col Rizada

3.5.1. Temperatura

El kale es una de las hortalizas de invierno que expuesta a bajas temperaturas y radiación solar es capaz de crecer. Es una de las plantas más versátiles de cultivar, prefiere temperaturas frescas para crecer, inclusive tolera temperaturas de -7°C hasta 27°C , pero el óptimo está entre 15 y 21°C . Esta versatilidad le permite ser cultivado en invierno, con bajas temperaturas y radiación solar en latitudes bajas (áreas sobre el círculo polar ártico) y en verano en latitudes mayores (Decoteau, 2000).

La col rizada es una planta robusta que puede tolerar una amplia gama de condiciones climáticas; las temperaturas bajo cero incluso hacen que tenga un sabor más dulce (Hagen & Borge, 2009).

Frezza (2019), refiere es un cultivo típico de otoño y el invierno soporta bien las heladas, no tolera exceso de calor y sequía.

- ❖ Prefiere climas templados y fríos con una temperatura óptima de cultivo entre los 10° y los 20°C

- ❖ Kale responde a la diferencia temperaturas día/noche (DIF) Noche 10-15°C, Día 18-21°C

El kale es una hortaliza de otoño-invierno, el rango de temperatura óptima para su crecimiento es de 20°C (Paul, 1991).

3.5.2. Suelo

En cuanto a las condiciones edáficas, se puede cultivar en una amplia variedad de suelos, aunque se recomiendan los de pH ácido-neutro (pH 6-6,5) con buena capacidad de agua y aire (Šamec et al., 2019).

Las coles se adaptan a diferentes tipos de suelo, pueden utilizarse desde los arenosos hasta los pesados, debido entre otras causas a sus finas ramificaciones radicales. No obstante se prefieren suelos de gran poder de retenciones de humedad, fértiles, profundas y de buen drenaje; son plantas sensibles a la falta de cal, acusando igualmente las deficiencias de boro y magnesio. También son exigentes en potasio y azufre, no soportan los suelos salinos (Olivos, 2016).

Van Haeff Y Berlijn (1992), mencionan que la adaptación de las hortalizas a diferentes suelos es relativamente amplia, en el caso de las Brassicaceae que se adaptan muy bien a suelos francos, franco limoso y franco arenoso.

3.6. Marco de Plantación

Cillóniz (2017), refiere que se debe colocar las plantas de col rizada a una distancia de unos 40 cm entre cada planta y unos 60 cm entre cada fila de este modo se puede cultivar unas 6 plantas de kale por metro cuadrado de terreno.

A la hora del trasplante de la col rizada a su lugar definitivo se debe mantener una distancia de entre 30 y 40 cm entre plantas y entre 50 y 70 cm entre líneas de cultivo. La densidad de cultivo alcanza a 5-7 plantas por metro cuadrado y tiene una textura apropiada para el consumo si se corta a las 8 o 10 semanas de su cultivo en campo abierto (Growing, 2017).

3.6.1. Riego

A pesar de la gran ramificación radicular de las brassicaceae precisa de grandes volúmenes de agua o humedad constante, debido a que las hojas son bien desarrolladas y abundantes, lo que provoca una alta transpiración. Tras el trasplante el suelo debe estar mínimo al 80% de la capacidad de campo, los cambios bruscos de humedad hacen que las hojas se dañen y pierdan su calidad comercial.

Las coles se pueden regar tanto por aspersión como por infiltración mediante surco. Con el primer método se reduce la temperatura del ambiente con lo cual se favorece la humedad del aire (Olivos, 2016).

Es muy sensible a la sequía, por lo que se debe regar frecuentemente. Hay que tener mucho cuidado desde la plantación o desde el trasplante, regando cuando el terreno se seque, con riegos adecuados. Cuando el clima sea muy seco, a tres semanas de la recolección, se riega una vez hasta capacidad de campo, y luego se continúa con los riegos semanales. Es importante que no les falte agua cuando se acerca la recolección. Por otra parte, el cultivo nunca debe quedar encharcado (Agricultura Canaria, 2012).

Saavedra (2019), refiere que el riego es necesario para un buen desarrollo del cultivo, especialmente en las etapas iniciales de almácigo, donde se debe mantener húmedo el sustrato para tener una buena germinación y crecimiento de la plántula, más aún si se siembra en febrero cuando la temperatura ambiental es bastante elevada. Los primeros riegos deben ser pos trasplante durante marzo, la frecuencia dependerá del tipo de suelo y del método de distribución de agua (surco o cinta). El riego se debería realizar hasta el mes de abril, cada vez con menor frecuencia, pero va a depender de la pluviometría. Si no llueve lo suficiente durante el periodo de crecimiento, es recomendable regar durante los siguientes meses.

3.6.2. Abonado

Sierra (2018), refiere que cuando se trata de hortalizas de hoja, se debe privilegiar el uso de nitrógeno y potasio, en desmedro de fósforo, como todas plantas cultivadas; las hortalizas requieren de 16 elementos nutritivos esenciales cuantitativamente, los tres más importantes son: el carbono, el hidrógeno y el oxígeno, los cuales se encuentran presentes en la estructura de la planta. El primero alcanza alrededor de 45% de la materia seca, mientras que el resto corresponde a H y O, que alcanzan al 51 %. Los otros 13 nutrientes minerales aportan entre el 4% y el 6 %, aproximadamente. Sin embargo, a nivel de campo, los más importantes y requeridos por la planta son el nitrógeno, el fósforo y el potasio.

Casanovas (2015), señala que las coles son grandes consumidoras de nitrógeno, y por ello se debe abonar bien la tierra antes de trasplantarlas, o hacerlo en el espacio donde se haya cultivado previamente leguminosas.

3.7. Variedades de kale o Col rizada

Oregon State University (2016), menciona que existen las siguientes variedades de col rizada:

- ❖ **Col rizada (kale)** es la variedad disponible más común; las hojas brillantes verdes están estrechamente erizadas y el tallo es fibroso. El sabor es picante, y en ocasiones puede llegar a ser bastante amargo.
- ❖ **Col Blanca** es una variedad que se caracteriza por tener unas hojas de color verde oscuro sobre un tallo largo. Su sabor es ligeramente amargo, que se acentúa en las hojas menos tiernas
- ❖ **Kale lacinado (Dinosaur kale)** las hojas azul oscuro verdosas a negras son lanzas largas, planas, y fruncidas con textura firme y tallos duros.
- ❖ **Col rusa (Red kale)** las hojas de color verde con tintes rojos son planas y se parecen a las del roble.

Los tallos gruesos de color púrpura rojiza son fibrosos y no suelen comerse.

3.7.1. Variedades comerciales de col rizada

Dekker (2019), señala que entre las variedades más comerciales de col rizada (anexo 2) se encuentran las siguientes variedades:

Variedad Redbor: esta variedad se caracteriza por ser de color purpura intenso, similar a Winterbor se adapta al clima frío, la col rizada Redbor tiene hojas onduladas y rizada que tienen tallos y venas de color morado oscuro con un crecimiento de entre 45 y 60 cm de largo.

Variedad Darkibor: esta variedad se caracteriza por tener hojas finamente rizadas con un sabor intenso. Esta es una col rizada de maduración temprana para las cosechas de fines de verano y otoño. Las plantas son verticales, fáciles de cultivar e ideales para cosechas múltiples.

3.7.2. Principales países de producción de col rizada

Los principales países de producción de col rizada están distribuidos generalmente en el norte, también tiene un gran impacto de producción en sud américa específicamente en Argentina.

Tabla 2

Principales países de producción de col rizada

País	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Holanda	300	300	10800	36
E.E.U.U.	5000	5000	125000	25
Argentina	40	40	800	20

Fuente: Dekker, (2019)

3.8. Propiedades nutricionales

Mondino (2019), refiere que este cultivo se ha vuelto extremadamente popular debido a su valor nutricional y sus beneficios para la salud, es una excelente fuente de vitaminas K, A, C, B6, B2 y E, fibra, calcio y potasio.

Considerado uno de los principales vegetales, que contiene de forma natural una densidad alta de nutrientes, compuestos fitoquímicos y antioxidantes, por lo que su consumo proporciona beneficios para la salud o protección frente a enfermedades crónicas superiores que los que tienen otros alimentos.

El órgano de consumo del kale es la hoja fresca tierna, la cual puede ser consumida directamente o procesada agroindustrialmente convirtiendo la materia prima en jugo concentrado. Es considerado una de las hortalizas más sanas, nutritiva y además desconocida. Es muy rico en vitaminas C, K y A, además de contener altos niveles de fierro y calcio, tiene un nivel muy elevado de antioxidantes. Tiene 50 Kcal y 2g de fibra dietética por 100g de hojas crudas (Saavedra, 2019).

Ramos (2019), indica que la col rizada tiene las siguientes propiedades:

1. La col rizada tiene vitaminas esenciales A, C y K, así como minerales como el cobre, potasio, hierro, manganeso y fósforo.
2. Kale está cargado de poderosos antioxidantes. Esto incluye beta caroteno, vitamina C, así como varios flavonoides y poli fenoles. Todos estos tienen numerosos efectos beneficiosos sobre la salud.
3. Es una excelente fuente de vitamina C. Una sola taza de col rizada, en realidad contiene más vitamina C que una naranja.
4. Kale es una de las mejores fuentes de vitamina K del mundo. La vitamina K es un nutriente importante que está involucrado en la coagulación de la sangre.
5. La col rizada es rica en vitamina A. La vitamina A es excelente para la visión, la piel y también para ayudar a prevenir el cáncer de pulmón

6. Kale es un gran alimento de desintoxicación. La col rizada está llena de fibra y azufre.

El Kale, como miembro de la familia Brassicaceae, tiene un importante valor nutricional, aportando un alto contenido de fibras y de energía. A su vez tiene un alto contenido de vitaminas A y C, micronutrientes (hierro, zinc y manganeso), 6 macronutrientes (calcio y magnesio), fenoles, carotenoides, glucosinolatos. Una porción de Kale aporta más del 40% de vitamina A y del 10% de vitamina C, de lo que se recomienda consumir diariamente (Becerra Moreno et al., 2014).

Además del alto valor nutricional del Kale, otro promotor de la expansión del cultivo es la baja oferta que hay en el mercado argentino, lo cual provoca que pueda comercializarse con un precio más elevado que otras hortalizas de hojas (Tamashiro, 2017).

Tabla 3

Composición nutricional de Brassicaceae (por porción, 100g)

	Kale	Brócoli	Repollitos de Bruselas	Coliflor	Repollo
Agua (g)	89,63	89,3	86	92,07	92,18
Energía (Kcal)	35	34	43	25	25
Proteínas (g)	2,92	2,82	3,38	1,92	1,28
Lípidos totales(g)	1,49	0,37	0,3	0,28	0,1
Cenizas (g)	1,54	0,87	1,37	0,76	0,64
Fibras (g)	4,41	2,6	3,8	2	2,5
Azúcares(g)	0,99	1,7	2,2	1,91	3,2

Fuente: USDA (2019)

Vitaminas que proporciona la Col Rizada

Mannise (2019), indica que dentro del gran aporte vitamínico que tiene la col rizada no se debe dejar de mencionar su interesante aporte en vitamina K. Este nutriente es imprescindible para la salud de los huesos, además de la vitamina K y la C, muy presentes en este alimento, contiene beta carotenos que el cuerpo transforma en lo que se conoce como vitamina A. Esta vitamina es de vital importancia, actúa como regenerarte y fortalece los tejidos como el cabello y la piel.

Estas verduras son una fuente importante de metabolitos bioactivos, especialmente ácidos fenólicos y C, E, glucosinolatos, antocianidinas, carotenoides y aminoácido (Park et al., 2014).

Es considerado una de las hortalizas más sanas, nutritiva y además desconocida. Es muy rico en vitaminas C, K y A, además de contener altos niveles de hierro y calcio, tiene un nivel muy elevado de antioxidantes. Tiene 50 Kcal y 2g de fibra dietética por 100g de hojas crudas, las vitaminas solubles en agua como la C y liposolubles como la E y los carotenoides son la primera línea de defensa contra el estrés oxidativo, protegiendo las células y previniendo enfermedades crónicas. El kale tiene alto contenido de vitamina C, pero presenta una gran variación con diferencias de hasta el doble (Podsdek, 2007).

Tabla 4

Vitaminas principales correspondientes a 100 gramos de col rizada

VITAMINAS	por 100g	VITAMINAS	por 100g
Vitamina B1	0,10 mg.	Vitamina B7	0,50 ug.
Vitamina B3	2,07 mg.	Vitamina E	1,70 mg.
Vitamina B5	0,09 ug.	Vitamina A	866,60 ug.
Vitamina B6	0,25 mg.	Vitamina C	105 mg.

Fuente: <https://alimentos.org.es/col-rizada>

Cantidad de minerales que proporciona la Col Rizada

Las hojas de Kale son ricas en calcio, elemento que presenta el nivel mayor al compararlo con los otros minerales presentes. Potasio es el otro macronutriente en alta concentración en hojas de Kale, mientras que el micronutriente más abundante es hierro, siendo manganeso y zinc los segundos más abundantes. Además, las hojas contienen una alta concentración del elemento traza estroncio, que es esencial y su función es similar al calcio en la formación de huesos y prevención de caries dentales (Ayaz y otros, 2006).

Tabla 5

Cantidad de minerales correspondientes a 100 gramos de col rizada

MINERALES	por 100 g	MINERALES	por 100 g
Calcio	212,00 mg	Yodo	4,50 mg
Potasio	451,00 mg	Magnesio	31,00 mg
Fósforo	20,00 mg	Zinc	0,33 mg
Sodio	35,00 mg	Selenio	1,40 µg
Hierro	1,90 mg		

Fuente: <https://alimentos.org.es/col-rizada>

Tabla 6

Cantidad ácidos grasos correspondientes a 100 gramos de col rizada

Ácidos grasos por 100 gr.	
Palmitico C16:0	0,10[g]
Esteárico C18:0	0,01[g]
Palmitoleico C16:1	0,01[g]
Oleico C18:1	0,01[g]
Linolénico C18:3	0,36[g]

Fuente: <https://alimentos.org.es/col-rizada>

3.8.1. Beneficios de la Col Rizada

Matelian (s.f.), refiere que la col rizada es una de las verduras comestibles con más nutrientes. Es conocida por: reducir el colesterol reducir el riesgo de cáncer proteger el corazón proteger los ojos reducir el nivel de azúcar en la sangre mejorar la salud del sistema digestivo.

Con su contenido de sulforafane, el kale protege contra el cáncer de próstata y de colon. También tiene propiedades que estudios han demostrado para calmar la congestión pulmonar, también es benéfico para el estómago, el hígado y el sistema inmunológico. Contiene luteína y zeaxantina, que ayudan a la protección de los ojos

Otro efecto de su consumo es que provocan una sensación de saciedad en quien se alimenta de ellas. Esto, unido a que en general tienen un bajo nivel calórico, ayuda a reducir el riesgo de sufrir obesidad (Rolls et al., 2004).

3.9. Plagas y enfermedades de la Col Rizada

El cultivo de col rizada sufre el ataque de insectos, hongos y bacterias

3.9.1. Plagas

Ordas (2004), refiere que este cultivo es atacado por las siguientes plagas:

Lepidópteros: *Pierisrapae* (L.) y *Pierisbrassicae*, Mosca de la col: (*Delia radicum*)

Pulgón ceroso de las crucíferas: *Brevicorynebrassicae* L., Chinche de las crucíferas o chinche roja de la col: *Eurydemaornatum*

3.9.2. Enfermedades

González, (s.f.) manifiesta que el cultivo sufre el ataque de las siguientes enfermedades: Mildiu (*Peronospora parasítica*), Sclerotinia (*Sclerotiniasclerotiorum*).

Potra de la col: *Plamodiophora brassicae* Worrton, Alternaria brassicae, Podredumbre negra: (*Xanthomonascampestrispv. Campestris*) (Ordas, 2004).

3.10. Abonos orgánicos

Borrero (2008), señala que “los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en

residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín) y restos orgánicos”.

Ramos (2014), menciona que “los abonos orgánicos constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; son bien conocidas sus principales funciones, como sustrato o medio de cultivo, cobertura o mulch, mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes de síntesis; este último aspecto reviste gran importancia, debido al auge de su implementación en sistemas de producción limpia y ecológica”.

Santos (2014), refiere que “el uso de los abonos orgánicos para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrimentos en el suelo y obtener rendimientos en el cultivo de las cosechas, se conoce desde la antigüedad. Los abonos orgánicos son muy variables en sus características físicas y composición química; la aplicación constante de ellos, con el tiempo, mejora las características físicas, químicas, biológicas y sanitarias del suelo.”

Guerrero (1993), indica que el manejo ecológico del recurso suelo es el punto de partida para desarrollar una agricultura sostenible, mantener la vida en el suelo es una estrategia fundamental para garantizar la fertilidad biológica, física y química del mismo. La utilización de los abonos orgánicos en sus diferentes formas es una tecnología sencilla de bajo costo y alcance de todos los agricultores de todas las zonas del país. Su aplicación permite resolver los problemas de fertilidad del suelo, mejora la capacidad de retención del agua y favorece el desarrollo de las plantas.

3.10.1. Importancia de los abonos orgánicos

En los últimos años la producción orgánica se ha incrementado progresivamente, lo que le da gran importancia a este tipo de abonos orgánicos, no se puede olvidar la importancia que tiene para mejorar diversas características del suelo y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental (Ojeda, 2017).

La incorporación de materia orgánica al suelo, mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas (como la estructura, permeabilidad, la capacidad de retención de agua)

forma agregados más estables, y da capacidad de intercambio catiónico, facilitando la absorción de nutrimentos por la raíz, estimulando el desarrollo de la planta; en suelos arenosos mejora la cohesión de las partículas, la microflora nativa de la composta ayuda a controlar patógenos del suelo.

Físicamente, la materia orgánica mejora la estructura del suelo al favorecer la permeabilidad, por lo que las raíces pueden penetrar con mayor facilidad; las sustancias húmicas incrementan la micorrización de las raíces, además forman complejos fosfo-húmicos haciendo más disponible este nutrimento para la planta, también contribuyen a mejorar las cadenas trófica del suelo (García & Félix, 2014).

3.10.2. Beneficios del uso de abonos orgánicos

Los beneficios del uso de abonos orgánicos para mejorar y preservar las características favorables del suelo son:

- ❖ Desde el punto de vista orgánico mejora el nivel de fertilidad del suelo.
- ❖ Reduce la erosión del suelo y el peligro de inundaciones.
- ❖ Evita el endurecimiento de la tierra superficial después de una lluvia torrencial.
- ❖ Permite la multiplicación de la población microbiana.
- ❖ Por la buena estructura del suelo se puede arar más profundo sin peligro.
- ❖ No se forman capas duras.
- ❖ Las máquinas pesadas no endurecen tanto el suelo.
- ❖ Al ser suelos oscuros absorben mejor el calor y hacen germinar antes las semillas.

3.10.3. Tipos de abonos orgánicos

Cuenca (2012), menciona “ejemplos de diferentes tipos de abonos orgánicos que podemos utilizar en el huerto, excrementos sólidos de animales (Guano de aves y murciélagos, estiércol, gallinaza), líquidos (purines), compost (descomposición de materia vegetal o basura orgánica), humus de lombriz, cenizas (de madera, huesos de frutas, etc.), resaca (sedimento de ríos), lodos de depuradora, abono verde (generalmente de leguminosas), extractos de algas, etc. Si bien son muchos los tipos de abonos orgánicos que podemos utilizar en el huerto por sus reducidas dimensiones, sólo se suelen utilizar aquellos que están envasados convenientemente.”

Borrero (2008), describe que los tipos de abonos orgánicos contienen sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas.

Rodríguez (2016), refiere que la tierra es la base de la cadena alimenticia, ya que contiene nutrientes indispensables para la salud de las plantas y por consiguiente, el medio ambiente. A través de la vitalidad del agua y de algunos insectos y animales, la tierra recibe sustancias para el desarrollo del ciclo de la vida.

- ❖ Compost: Este es el resultado de la descomposición de restos orgánicos como ramas, hojas, césped, plantas adventicias, cáscaras de frutas, etc.
- ❖ Humus de lombriz: Este es un tipo de compost que se obtiene con la ayuda digestiva de las lombrices, aporta nutrientes nitrógeno, hormonas, etc.
- ❖ Turba: Este es un abono compuesto por carbón fósil derivado de los desechos vegetales que se encuentran en sitios de bajas temperaturas.
- ❖ Algas marinas: Estas contienen muchos de minerales, vitaminas, oligoelementos y enzimas.

- ❖ **Abono verde:** Este abono consiste en plantas que crecen rápidamente, las plantas más comunes son las leguminosas, estas almacenan nitrógenos en las raíces.
- ❖ **Estiércol:** Proviene de las heces de animales como ovejas, caballos, gallinas etc., hace que prolifere la vida de los microorganismos y favorece a la fertilidad de la tierra.

3.10.3.1. Abonos sólidos

Restrepo (2001), describe que los abonos orgánicos sólidos están conformados por material natural homogéneo procedente de residuos vegetales y animales procesados por diferentes métodos que se utilizan para recuperar, mantener o incrementar la actividad biológica del suelo, lo que, a su vez contribuye con la fertilidad y mejora de las características físicas del mismo.

Entre los abonos con estas características se pueden encontrar: Bocashi, compost, humus de lombriz, fosfitos, biochar.

3.10.3.2. Abonos orgánicos líquidos

Restrepo (2001), indica que se obtienen mediante la biofermentación, en un medio líquido, de estiércoles de animales, principalmente vacuno, hojas de plantas y frutas con estimulantes como: leche, suero, melaza, jugo de caña, jugo de frutas o levaduras, dependiendo del tipo de biofermento a elaborar, pueden ser aeróbicos (proceso en presencia de aire) o anaeróbicos (proceso con ausencia de aire). Su aplicación podría hacerse directamente sobre las plantas o sobre los suelos, si éstos tienen cobertura o sobre aboneras. Entre los abonos orgánicos líquidos se pueden mencionar: Biol, te de estiércol, te de compost, caldo de humus.

3.10.3.3. Abonos orgánicos foliares

Yugsi (2011), refiere que el abono orgánico es un fertilizante que proviene de restos animales, humanos, vegetales, de alimentos, cultivos de hongos comestibles u otra

fuerza orgánica y natural. Estos abonos han sido utilizados desde la antigüedad, cuando se añadían al suelo los fosfatos de los huesos (calcinados), el nitrógeno de las deyecciones animales y humanas o el potasio de las cenizas. Los abonos orgánicos foliares se definen como sustancias nutricionales líquidas que se obtienen del proceso de fermentación (aerobia o anaerobia) de materia orgánica de origen animal o vegetal en un medio líquido, los cuales proporcionan algunos elementos minerales que necesitan las plantas.

3.10.3.4. Humus de lombriz

Según Izar e Izar (2014), el humus de lombriz es un fertilizante orgánico 100% natural, debido a su contenido de varios elementos, siendo los principales nitrógeno, fósforo y potasio (NPK); para Briceño y Pérez (2017), es la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos en el cual la lombriz excreta 60% para el abono orgánico y el 40 % son asimilados y se convierte en biomasa de lombriz, normalmente se emplea una mezcla de suelo con material orgánico fresco (restos de vegetales, estiércol, etc.) en una proporción de 3:1, o material orgánico compostado con material fresco en proporción 2:1 respectivamente.

Galindo (2015), refiere que la lombricomposta, vermicomposta o humus de lombriz es el producto resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica mediante lombrices de tierra, se utiliza fundamentalmente como mejorador o enmienda orgánica de suelos, inoculante microbiano, enraizador, germinador, sustrato de crecimiento, entre otros. La lombriz cava túneles en el suelo blando y húmedo, succiona el desecho orgánico y digiere de ella las partículas vegetales en descomposición, expulsando los elementos no digeribles y los residuos metabólicos, que son los que forman el humus.

Mamani (2011), indica que es un fertilizante bioorgánico de estructura coloidal producto de la digestión de la lombriz, este es un producto desmenuzable, sin olor, de color café, es un producto terminado, muy estable, no se pudre, no se fermenta, es un alimento directamente asimilable por la planta, equilibrado, reconstituyente, sin parásitos y con una duración efectiva en los terrenos de cultivos de cinco años. A una humedad de 55 % continúa en la tierra, gracias a las bacterias, descomponiendo los demás productos

nutritivos y aireando el suelo. Por ser un coloide retiene la humedad de 16 veces su peso.

Sánchez (2011), afirma que es uno de los poco fertilizantes orgánicos, y es el único abono orgánico con fibra bacteriana con (40 a 60 millones de microorganismos por centímetro cúbico), capaz de enriquecer y generar las tierras. Su aplicación baja hasta un 40% los costos de fertilización. Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas. El humus contiene cuatro veces más nitrógenos, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y medio más potasio que el mismo peso del estiércol de ovino.

Para INIA (2008), el humus es el abono orgánico con mayor contenido de bacterias, tiene 2 billones de bacterias por gramo de humus; por esta razón, su uso es efectivo en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo. El humus debe aplicarse en una cantidad mínima de 3 t/ha por año. Su uso se justifica principalmente para la fertilización integral (orgánica-mineral) en cultivos de alta rentabilidad, particularmente hortalizas. La forma de aplicación más conveniente es localizar el humus en golpes entre las plantas o en bandas.

Gutiérrez (2007), manifiesta que el humus de la lombriz es el resultado de un determinado manejo tecnológico empleado en la lombricultura. Así mismo, llama humus a uno de los primeros pasos biotecnológicos en el aprovechamiento de los desechos en beneficio del hombre, que consiste en la crianza intensiva de las lombrices, por consiguiente, el humus de lombriz además de ser un excelente fertilizante es un mejorador de las características físico - químicas del suelo.

El humus es un abono orgánico procedente de la digestión de la lombriz. El humus de lombriz es el más eficaz de los abonos y su uso es universal. Mejora las características organolépticas de plantas, flores y frutos. Es 100% biológico y no provoca nunca problemas de quemaduras –ni siquiera en las plantas más jóvenes y delicadas-, incluso en caso de sobre dosificación.

Para Téllez (2004), el humus de lombriz evita y combate la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas.

Lleva a cabo en el suelo una acción BIODINÁMICA que permite la recuperación de sustancias nutritivas contenidas en el propio suelo y elimina los elementos contaminantes. Con la adición continua de materia orgánica al suelo, especialmente aquella que contenga residuos vegetales, se logrará elevar el nivel de la fertilidad del suelo y por tanto la productividad va a ser mayor. Existen muchos materiales que se pueden agregar a los suelos como materia orgánica (SENA, 1999).

Durán y Henríquez (2007), mencionan que el humus de lombriz es un producto orgánico de textura granulosa, húmedo, que no fermenta ni presenta olor. Su incorporación a los suelos aumenta el nivel de nutrientes y materia orgánica; facilita la absorción de agua para los vegetales; acelera la germinación y el desarrollo de raíces, hojas, flores y frutos de las plantas de interior y exterior y las torna más resistentes a plagas y enfermedades.

3.10.3.4.1. Composición química del humus de lombriz

Rivas (2018), menciona que el contenido de nutrimentos está relacionado con el sustrato, sus características físicas, su composición bioquímica y bacteriológica que le dio origen.

Castillo et al. (2010), menciona que el humus de lombriz es un biorregulador, fertilizante y corrector orgánico del suelo. Este nutriente orgánico no solo es un acelerador de compostaje, sino que además produce un incremento en el porte de las plantas; protege de enfermedades y plagas así como cambios bruscos de temperatura y humedad.

La composición y calidad de vermicompost está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz. Un manejo adecuado de los desechos, así como una mezcla bien balanceada, permite obtener un material de excelente calidad. Variaciones en la alimentación de la lombriz demuestran diferentes resultados en la

composición nutritiva del humus, pudiendo significar aportes diferentes de nutrientes a la hora de aplicarlos en los cultivos (Martínez, 1996).

En general, se puede considerar que el humus de lombriz contiene los nutrientes presentados en la tabla N°7:

Tabla 7

Composición química del humus de lombriz

Nutriente	Porcentaje (%)	Nutriente	Porcentaje (%)
Nitrógeno total	1 -2.6	Carbono orgánico	14-30
Potasio	1.0- 2.5	Ácidos húmicos	2.8 -5.8
Fosforo	2.0-8	Sodio	0.02
Calcio	2.0-8	Cobre	0.05
Magnesio	1.0-2.5	Hierro	0.02
Materia orgánica	30-70	Manganeso	0.006
Ácidos fúlvicos	14-30	Relación C/N	10-11
Humedad	30-60	Ph	6.8-7.2

Fuente: Escobar (2013)

3.10.3.4.2. Características y Propiedades del humus de lombriz

León (2017), menciona que la primera y más importante, es su riqueza en flora microbiana (1gr. de humus contiene aproximadamente 2 billones de microorganismos vivos) que al ponerse en contacto con el suelo aumenta la capacidad biológica de este y como consecuencia su capacidad de producción vegetal.

3.10.3.4.2.1. Ventajas del humus de lombriz

Blanco (2015), refiere que las ventajas del humus de lombriz son químicas, físicas y biológicas

Ventajas químicas del humus de lombriz

- ❖ Incrementa la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo y Azufre, fundamentalmente Nitrógeno.
- ❖ Incrementa la eficiencia de la fertilización, particularmente Nitrógeno
- ❖ Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción
- ❖ Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.

Ventajas físicas del humus de lombriz

- ❖ Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados, compactos y ligosos de los suelos sueltos y arenosos, por consiguiente, mejora su porosidad.
- ❖ Mejora la permeabilidad y ventilación.
- ❖ Reduce la erosión del suelo. Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- ❖ Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica.
- ❖ Favorece un buen desarrollo de las raíces de las plantas.

Ventajas biológicas del humus de lombriz

- ❖ Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.
- ❖ El lombrihumus contiene altas poblaciones de microorganismos que colaboran en los procesos de formación del suelo, solubilizan nutrientes para ponerlos a disposición de las plantas y previenen el desarrollo de altas poblaciones de otros microorganismos.
- ❖ El lombrihumus contiene macronutrientes como; nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio; micronutrientes como boro, zinc, hierro, manganeso y cobre

el cual significa que el lombrihumus proporciona una dieta completa a las plantas.

3.10.3.4.3. Caldo de humus de lombriz

El caldo de humus de lombriz es una difusión líquida de una rica composta siendo un abono foliar muy potente para la alimentación de cualquier tipo de planta, con el proceso de “extraer” los minerales y microorganismos que están en el humus de la composta, se produce un líquido de manera 100% natural, orgánico y además rico en minerales y así se hacen disponibles para las plantas. La elaboración es parecida al té de estiércol, se coloca en un saquillo el humus fresco y a su vez este va dentro de un recipiente con agua para extraer los nutrientes. (Capistran et al., 2004).

Olivares (2012), refiere que el caldo de humus de lombriz es una preparación que convierte el humus de lombriz sólido en un abono líquido, en el proceso de hacerse el caldo, el humus suelta sus nutrientes al agua y así se hacen disponibles para las plantas lo cual hace que la asimilación de nutrientes sea más rápida.

3.10.3.4.4. Beneficios del caldo de humus de lombriz

Canelas et al. (2002), describe las características observadas en su experimento:

- ❖ Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.
- ❖ Es un abono bio-orgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.
- ❖ Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis, sin ningún riesgo de quemar las plantas. La química del caldo de humus es equilibrada que nos permite colocar una semilla directamente sin ningún riesgo.
- ❖ Incrementa el tamaño de los tallos y hojas de la planta.

3.11. Fertilización orgánica

La fertilización orgánica ha sido la manera tradicional y casi exclusiva de fertilizar durante siglos, hasta el siglo XX, la efectividad de la fertilización orgánica de los cultivos es conocida por casi todos los pequeños agricultores, aunque sus bases teóricas son poco conocidas por los profesionales del ramo, pues son raramente enseñadas en las Universidades y Escuelas Agrícolas, en algunos casos y en particular para las fincas grandes y plantaciones agro industriales, la facilidad logística que genero la fertilización química (relativamente reciente en la historia de agricultura) ha hecho olvidar las bases mismas de la agricultura (Conil, 2010).

Uno de los principios básicos de la agricultura orgánica, es ser un sistema orientado a fomentar y mejorar la salud del agro-ecosistema, la biodiversidad y los ciclos biológicos del suelo. Para esto, se hace necesario implementar actividades que nos conduzca a estos fines que conlleva la restitución de elementos minerales y vivos (microorganismos, bacterias benéficas y hongos) y mantener la vitalidad del suelo donde se desarrollan las plantas (Pérez y Equipos agrícolas MC., 2014).

3.12. Fertilización foliar

Cakmak (2017), señala que la aplicación foliar de nutrientes minerales es una práctica adicional y complementaria que se utiliza en el manejo de cultivos, particularmente para el caso de los micronutrientes. La desecación de la parte alta del suelo es un problema común en diversos sistemas de cultivo, especialmente durante las últimas etapas de crecimiento, lo que puede limitar la capacidad de la raíz para absorber efectivamente los nutrientes minerales presentes en la zona más superficial del suelo.

El mismo autor, menciona que bajo esas condiciones la aplicación foliar de nutrientes puede ser una práctica agronómica efectiva para asegurar una mejor nutrición mineral de las plantas y evitar impedimentos inesperados de la capacidad de crecimiento y productividad de las plantas.

La fertilización foliar es definida como la aplicación de sustancias nutritivas al follaje de las plantas cultivadas, los cuales al penetrar son capaces de iniciar funciones metabólicas. Se sabe que las raíces no son los únicos órganos capaces de absorber los

elementos minerales, sino que también las hojas y los tallos pueden asimilar las sustancias nutritivas tanto minerales como orgánicas principalmente aminoácidos. La fertilización foliar es comúnmente utilizada para suministrar nutrientes que se encuentran deficientes, mejorar el estado nutricional de las plantas y por tanto el incremento en el rendimiento de los cultivos y su calidad. También, dependiendo de las especies de plantas, factores ambientales y el manejo agronómico, la fertilización foliar puede ser usada para otros fines, como la mitigación de los efectos negativos de las condiciones de estrés: sequía, daños por heladas, etc. (Santander, 2015).

3.12.1. La absorción mineral de nutrientes por las hojas

Melgar (2005), señala que el proceso ocurre desde que el fertilizante con el nutriente se aplica sobre la superficie de las hojas, como penetra dentro de ellas y como se distribuye al resto de la planta.

a) Mojado de superficie foliar con la solución fertilizante La pared exterior de las células de la hoja está cubierta por la cutícula y una capa de cera con una fuerte característica hidrófoba (repelen el agua). De allí el uso de humectantes que reducen la tensión superficial para facilitar la absorción de nutrientes.

b) Penetración a través de la pared externa de las células epidérmicas Las paredes exteriores de las células de la epidermis están cubiertas por la cutícula y una capa de cera para proteger a las hojas de la pérdida de agua por transpiración. Esta protección se debe a las propiedades hidrófobas de las ceras y cutinas. Para que los nutrientes puedan infiltrarse a través de la pared exterior de la célula, uno de los conceptos generalmente aceptado es la infiltración mediante poros a través de la cutícula.

La absorción directamente por los estomas de la hoja no es muy probable, ya que las células de guarda también están cubiertas por una capa de cutina similar a las del resto de la hoja. Esta evidencia se basa en que no hay diferencias de absorción entre pulverizaciones de día (cuando los estomas están abiertos) y de noche (cerrados).

c) Entrada de los nutrientes en la pared celular (apoplasto) La pared celular de las hojas constituye el apoplasto y es un espacio importante para la absorción y transporte de nutrientes. Los nutrientes entran en el espacio luego de penetrar la capa exterior de la epidermis. Para su entrada posterior en el simplasto, las condiciones químicas en el apoplasto (tales como el pH) son de importancia decisiva y podrían ser manipuladas por aditivos adecuados en los fertilizantes foliares.

d) Absorción de nutrientes dentro de la célula (simplasto) Los principios fisiológicos de la absorción de nutrientes minerales desde el apoplasto hacia el interior de las células que constituye el simplasto son similares a los que participan en la absorción por las raíces.

Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con la absorción radicular, la absorción por las hojas es más dependiente de factores externos como humedad relativa y la temperatura ambiente. La luz la afecta directamente, ya que en su transporte intervienen enzimas y energía disponible en la hoja, que es obviamente afectada por la luz en los procesos de fotosíntesis y respiración.

e) La distribución del nutriente dentro de las hojas y su translocación hacia órganos de la planta

El movimiento y translocación fuera de las hojas después de la fertilización foliar dependen del movimiento del nutriente en el floema y xilema. Los nutrientes móviles en el floema, tales como el K, P, N y Mg se distribuyen dentro de la hoja de manera acrópeta (por el xilema) y basípeta (por el floema), y un alto porcentaje del nutriente absorbido puede transportarse fuera de la hoja hacia otras partes de la planta que tenga una alta demanda. Al contrario, ocurre con nutrientes de movimiento limitado en el floema, tales como el Cu, Fe y Mn, que se distribuyen principalmente en forma acrópeta dentro de la hoja sin una translocación considerable fuera de la hoja. En el caso del Boro, la movilidad dentro de la planta depende mucho del genotipo de la planta. De ahí que este factor tenga importantes consecuencias en la eficiencia hacia de la fertilización foliar con este nutriente.

3.12.2. Velocidad de absorción por vía foliar

La velocidad de absorción foliar de los diferentes nutrientes no es igual. Los elementos móviles como el N se absorben entre 1 a 6 horas; el K se absorbe entre 10 a 24 horas, los elementos secundarios y los micronutrientes como Ca, Mg, Fe Mn y Zn se absorben en períodos de horas hasta un día. El nutriente cuya velocidad de absorción es más lenta, es el P con 5 días. Cada elemento tiene un tiempo requerido para su absorción (Venegas, 2008).

Tabla 8

Movilidad relativa de los nutrientes en las plantas en translocación

Nutrientes	Movilidad	Movilidad relativa
(N) Nitrógeno	Muy alta	Móvil
(K) Potasio	Muy alta	Móvil
(P) Fósforo	Alta	Móvil
(S) Azufre	Alta	Variablemente móvil
(Mo) Molibdeno	Moderada o lenta	Variablemente móvil
(Mn) Manganeso	Moderada o lenta	Móvil
(Zn) Zinc	Moderada o lenta	Variablemente móvil
(Cu) Cobre	Moderada o lenta	Variablemente móvil
(Fe) Hierro	Moderada o lenta	Móvil
(Ca) Calcio	Muy lenta	Inmóvil
(B) Boro	Muy lenta	Inmóvil
(Mg) Magnesio	Muy lenta	Inmóvil

Fuente: Melgar (2005)

3.12.3. Efectividad de la fertilización foliar

Ronen (2014), refiere que la efectividad puede estar sujeta a diversos factores

Estos factores pueden dividirse en tres grupos principales:

Solución de rociado Existen diversos factores que juegan un rol importante en la solución de rociado:

- ❖ **pH de la solución:** El pH afecta principalmente el nivel de solubilidad de diversos elementos tales como el fósforo, el cual mejora su solubilidad a medida que el pH de la solución disminuye. El pH puede afectar la forma iónica de los elementos y esto puede afectar también la tasa de penetración.
- ❖ **Tensión del agua de la solución:** La disminución en la tensión superficial interfacial de una gota de agua incrementa los sitios de exposición para la absorción en dirección a la hoja
- ❖ **Tamaño de la gota de rociado:** Los diferentes tamaños de gota pueden afectar la interacción con la superficie objetivo y la posible pérdida de la solución desde la planta seleccionada. Gotas más grandes pueden resistir la pérdida, pero disminuyen la penetración a través del follaje (canopia) de la planta.

Condiciones ambientales

- ❖ **Humedad:** tiene una influencia directa sobre la tasa de deshidratación de la gota de rociado. Cuando la humedad es alta, la solución estará activa por un período más largo permitiendo que los solutos penetren antes de que ésta se seque completamente, es decir la humedad ambiental debe estar al 65% ya que alrededor de este número es cuando la planta tiene mayor eficiencia fotosintética, la deshidratación puede acelerar la tasa de penetración en la medida en que ella aumenta la concentración de los solutos, de esta forma el gradiente aumenta hasta que se seque cuando la penetración está demorada y los solutos cristalizan. La humedad tiene influencia sobre el desarrollo y el estado fisiológico. En condiciones de baja humedad el estoma se cierra y las plantas pueden desarrollar una cutícula más gruesa; en condiciones de humedad alta, los estomas se abren y las plantas pueden desarrollar una cutícula más delgada.
- ❖ **Temperatura:** A medida que aumenta la temperatura, por ejemplo, entre 20°C y 26°C, la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la

absorción nutritiva aplicada. Después de los 28°C, comienza a producirse un secado superficial, disminuyendo la absorción de la solución.

La temperatura afecta la absorción foliar de los nutrientes debido a que esta influye en el metabolismo de la planta. Las altas temperaturas aumentan la velocidad de secado de las gotas que son pulverizadas en el follaje, con lo cual se reduce la absorción foliar. Por otro lado, se ha encontrado que las altas temperaturas de manera prolongada favorece en varias especies la absorción foliar debido a que estas modifican la configuración de los compuestos cerosos disminuyendo su cobertura en la superficie de la hoja (Fernández et al., 2015).

- ❖ **Luz:** Con altos niveles de luz, la cutícula y las capas de ceras son gruesas comparadas con niveles bajos de luz. El efecto de la luz se puede relacionar con la apertura de los estomas y la temperatura, como resultado de la radiación (Rodríguez, 1989).

La luz es un factor importante en la fotosíntesis y para que una planta pueda incorporar nutrimentos en los metabolitos se requiere de un proceso fotosintéticamente activo en la planta. Este último factor debe de practicarse o muy temprano o en las tardes, según las condiciones de la región, lo recomendable es antes de 9:00 am o después de las 5 pm (Swietlik y Faust, 1984).

Características de la hoja

- ❖ **Edad de la hoja:** a medida que la hoja envejece tiende a engrosar y a tener una mayor cantidad de cera y un tejido de cutícula más amplio. Esta barrera aumentada reduce la tasa de penetración.
- ❖ **Superficie de la hoja:** algunas plantas tienen una alta densidad de pelos (tricomas), que pueden provocar que las gotas de rociado no hagan contacto con la superficie real de la hoja – las gotas de agua "descansan" sobre estos pelos. La textura de la superficie de la hoja puede diferir entre las diversas especies de plantas. Las superficies más suaves pueden provocar que el rociado se deslice con una menor tasa de adherencia, mientras que las superficies más rugosas retendrán a las gotas de rociado y tendrán una mayor tasa de adherencia.

- ❖ **Disposición de las hojas:** el ángulo de la hoja en dirección al suelo tiene influencia en la retención de la solución de rociado en la superficie de la hoja
- ❖ **Forma de la hoja:** las diferentes formas de la hoja pueden determinar la superficie efectiva en contacto con las gotas de rociado.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en invernaderos de propiedad de la Asociación de Productoras de Animales Menores y Hortalizas (APRODAMH), el cual se encuentra en el municipio de El Alto, Provincia Murillo del departamento de La Paz a 13 km de la ciudad de La Paz. Geográficamente situado a 16°37'07" de latitud sur y a 68°10'19" de longitud oeste a una altitud de 3870 msnm (I.G.M., 2006).

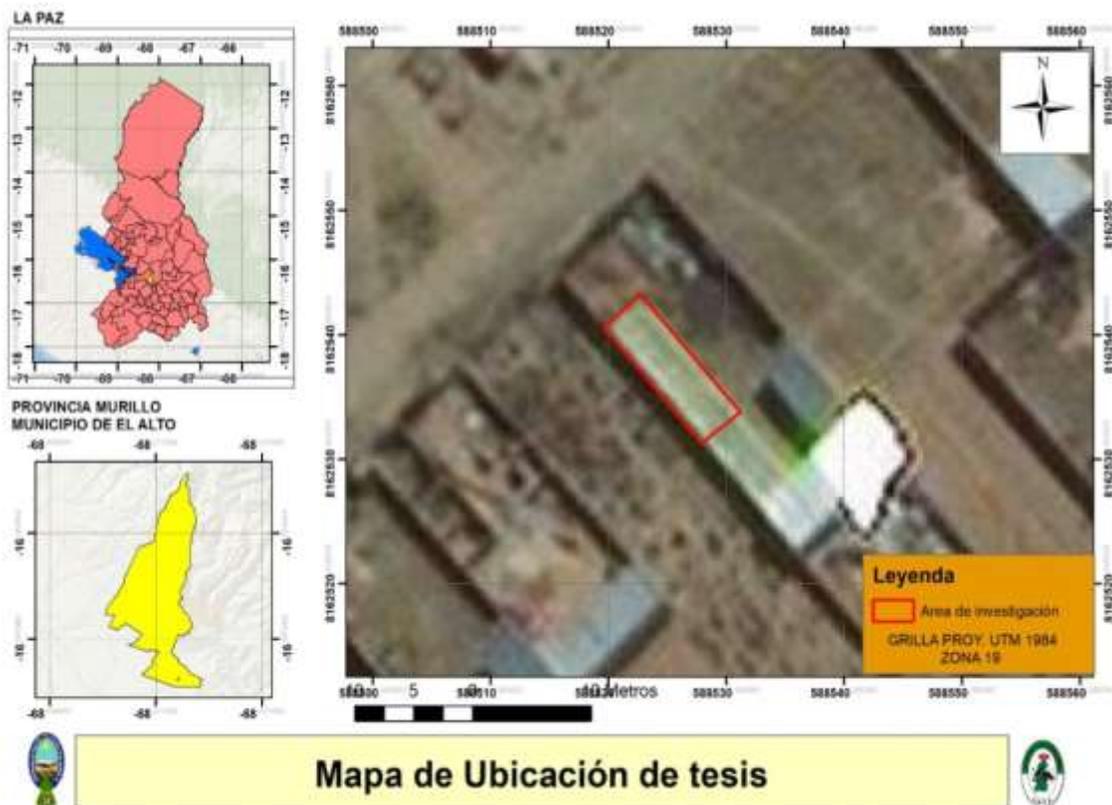


Figura 1 Ubicación del área geográfica

4.2. Características Edafo – Climáticas de la zona

4.2.1. Clima

SENAMHI (2014), señala que la zona presenta un clima frío, los valores de temperatura máxima para la localidad de Ventilla logran alcanzar los 17,3 °C, la mínima hasta los - 0,4 °C y temperatura media que oscila entre 8,2 a 8,4 °C, con una humedad relativa del 55%.

4.2.2. Temperatura

La temperatura promedio anual varía 10°C en verano (diciembre a febrero) a 7.4°C en invierno. Las variaciones de temperatura están en función a la época del año, registrándose las bajas en los meses de mayo a julio (Rojas, 2004).

4.2.3. Precipitación

Existe una precipitación pluvial con un promedio anual de 550 - 600 mm. Cerca del 60% tiene lugar en diciembre a febrero. Tormentas y granizos que causan pérdidas de cosechas uno cada diez años (Montes de Oca, 1982).

Al respecto, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2014), afirma que la presencia de precipitación media anual es de 544 mm, de la misma el 60% corresponde a las lluvias que se concentran durante los meses de diciembre a marzo, la cual representa la mayor precipitación anual durante los últimos diez años, por otra, el 40% de la precipitación total en la zona corresponde a los meses de abril a noviembre

4.2.4. Suelo

La zona se caracteriza por tener un suelo de textura franco arenoso gravoso. El suelo del sector tiene: estructura media, compactación moderada y una alta porosidad, estas características permiten la infiltración del agua (Machaca, 2007).

El mismo autor dice que hidrogeológicamente presenta terrenos porosos permeables, con espesor y transmisividad variable, generalmente con calidad de agua aceptable.

4.3. MATERIALES

Para la realización de esta investigación se empleó diversos materiales los cuales se detallan a continuación:

4.3.1. Material biológico

❖ **Col:** El experimento fue establecido utilizando dos variedades de col las cuales con frecuencia son cultivadas por su adaptabilidad y resistencia al clima frío; las variedades Rizada, y variedad Blanca

Las características agronómicas de las dos variedades de col se describen a continuación:

a) **Kale o Col Rizada** es una col rizada de unos 40 cm de altura, característica por sus hojas verdes rizadas, que no forman cogollo o repollo, sino que crecen alrededor del tronco central, cosechándose hoja a hoja.

b) **Kale o Col Blanca** son bianuales o perennes y crecen de un tallo principal donde crecen hojas hacia afuera, sus hojas son verdes y lisas y firmes se deben recoger de la parte inferior del tallo para que continúe produciendo hojas verdes.

c) **Abono orgánico foliar** Se utilizó humus de lombriz que fue recolectada de la Asociación de Productoras de Animales Menores y Hortalizas (APRODAMH), de la ciudad de El Alto, con la finalidad de elaborar el caldo de humus de lombriz.

4.3.2. Material de campo

Para la realización de este trabajo de investigación los materiales que se utilizaron fueron los siguientes:

- ❖ Picotas
- ❖ Pala
- ❖ Rastrillo
- ❖ Estacas
- ❖ Clavos
- ❖ Marbetes
- ❖ Letreros
- ❖ Flexómetro

- ❖ Guantes
- ❖ Baldes
- ❖ Embudo
- ❖ Balanza
- ❖ Atomizador
- ❖ Cuaderno de apunte
- ❖ Vernier

4.3.3. Material de escritorio

Los materiales y equipos que se utilizaron para el registro y tabulación de datos fueron:

- ❖ Computadora
- ❖ Tablas de registro
- ❖ Cuaderno de apuntes
- ❖ Cámara fotográfica
- ❖ Hojas bond
- ❖ Calculadora
- ❖ Paquete estadístico

4.4. Metodología

4.4.1. Metodología del estudio

El presente trabajo de investigación fue realizado en uno de los invernaderos de la Asociación de Productoras de Animales Menores y Hortalizas (APRODAMH) la secuencia metodológica fue la siguiente: Para el establecimiento del cultivo de Col se emplearon semilla certificada de la variedad Rizada y la variedad Blanca.

4.4.2. Preparación del Almacigo.

Se preparó almacigueras, empleando un sustrato universal de una proporción de 2:1:1 (turba, arena y tierra del lugar) se realizó riego a la almaciguera un día antes, para humedecer al suelo hasta capacidad de campo.

Preparación del sustrato
en la almaciguera



Desarrollo de la col en la
almaciguera



Variedad Rizada



Variedad Blanca



Figura 2 Desarrollo de la col rizada antes del trasplante

Para realizar la siembra en las almacigueras se comenzó realizando unos pequeños hoyos no muy profundos en el sustrato, posteriormente se procedió a colocar las semillas de la col rizada y se las cubrió con sustrato, también se cubrió con bolsa plástica para dar sombra y así mantener la humedad en la almaciguera durante los primeros 7 días ya que este cultivo en su mayoría emergieron a los 7 días después de

la siembra. El almacigo se realizó en fecha 18 de diciembre de 2018. El riego se realizó cada dos días durante 37 días hasta que las plántulas tenían una altura entre 10 a 15 cm.

4.4.3. Preparación del suelo

Se inició con la remoción del suelo con picota y pala de forma manual a una profundidad de 0,35 m aproximadamente, con el fin de conseguir una buena porosidad del suelo, después se realizó una aplicación de estiércol a razón de 12 kg/m², para mejorar las propiedades del suelo y favorecer el crecimiento óptimo del cultivo.

Se hizo la rastreada, la nivelación y emparejado del terreno, posteriormente se llevó a cabo el riego constante por una semana para acelerar la descomposición de la materia orgánica antes del trasplante.



Figura 3 Preparación del Área de Investigación

4.4.4. Toma de muestras de suelo

Se realizó el muestreo del suelo, avanzando a lo largo de la parcela siguiendo una forma de Zig – Zag evitando tomar muestras en una franja de 0,20 m, hasta el borde de la parcela, tomando pequeñas muestras a una profundidad de 0,30 m obteniendo 1 kg de suelo luego se introdujo en una bolsa nylon formando al final una muestra compuesta la cual se llevó al laboratorio Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN).

Tabla 9

***Datos de los parámetros físicos - químicos, del análisis de suelo realizado
Laboratorio IBTEN***

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD
Arena	49	%
Arcilla	18	%
Limo	33	%
Clase textural	F	-
Grava	0.0	%
Carbonatos libres	PP	-
pH en agua 1:5	6.69	-
pH en KCl 1:5	6.67	-
Conductividad eléctrica en agua 1:5	7.050	dS/m
Acidez de cambio (Al + H)	1.71	meq/100 g
Calcio	19.18	meq/100 g
Magnesio	11.07	meq/100 g
Sodio	4.25	meq/100 g
Potasio	12.79	meq/100 g
Suma de bases	47.29	meq/100 g
Capacidad de Intercambio catiónico	49	meq/100 g
Materia orgánica	13.91	%
Nitrógeno total	0.81	%
Fosforo asimilable	126.38	Ppm

Fuente: Laboratorio IBTEN (2019)

4.4.5. Habilitación del sistema de riego

El sistema de riego que se empleó en esta investigación fue el riego localizado por goteo, para lo cual se realizó el tendido de las cintas, en el área experimental en el cual se habilitó 3 cintas de aproximadamente 11,7 m de largo a una distancia de 0,55 m entre cintas, para un mejor manejo de este sistema se procedió a tapar las cintas formandose así camellones y fijandolas con estacas en los extremos de los camellones.



Figura 4 Habilitación del Sistema de riego en área experimental

4.4.6. Trazado de parcelas experimental

Antes del trasplante definitivo se procedió a demarcar el diseño experimental establecido; de parcelas divididas bi-factorial con arreglo en bloques con tres repeticiones, el tamaño de las parcelas grandes y pequeñas se midió con cinta métrica, posteriormente se distribuyeron los tratamientos en el campo experimental para lo cual se utilizaron estacas y cuerdas.



Figura 5 Parcelas experimentales

4.4.7. Trasplante a lugar definitivo

Antes de realizar el trasplante al lugar definitivo se hizo el riego, disponiendo a capacidad de campo el área experimental, el trasplante se efectuó cuando adquirieron las cuatro hojas verdaderas a los 30 días después de la siembra en almácigos cuando llegaron a obtener una altura aproximadamente de 15 cm. Para realizar el trasplante en fecha 28 de enero del 2019, se utilizó un punzón de madera para abrir hoyos en cada una de las hileras a distancia de densidad de trasplante de 0,40 m entre plantas y 0,50 m entre surcos, colocando cuidadosamente en cada hoyo una plántula de col.



Figura 6 Trasplante de la Col Rizada

4.4.8. Registro de temperaturas

El registro de temperaturas en el área experimental (invernadero) se obtuvo utilizando un termómetro de máximas y mínimas, con la finalidad de tener un seguimiento de las condiciones del crecimiento del cultivo.



Figura 7 Termómetro de máximas y mínimas para el registro de temperaturas

4.5. Labores culturales

Las labores culturales se realizaron de acuerdo a las necesidades del cultivo como ser aporque, deshierbe, tutorado y riego.

4.5.1. Aporque

En el área experimental se realizaron dos aporques manualmente con chonta a los 45 días y a los 90 días después del trasplante, de esta manera se proporcionó mayor fortaleza y mejor desarrollo de raíces.

4.5.2. Deshierbe

Esta labor se realizó a los 30 días después del trasplante y cada 15 días debido al alto crecimiento de hierbas, se hizo manualmente extrayéndolas desde la raíz; con el propósito de brindar condiciones óptimas para desarrollo del cultivo y así minimizar la competencia entre plantas, y de esta manera tener eficacia en el uso del agua y de los nutrientes.



Figura 8 Deshierbe del cultivo

4.5.3. Tutorado del cultivo

Se procedió hacer el tutorado del cultivo a los 50 días después del trasplante, se realizó utilizando estacas de aproximadamente 40 cm con la finalidad de que brinden soporte y de esta manera óptimizar el crecimiento de las plantas.



Figura 9 Tutorado del cultivo

4.5.4. Riego

Durante el desarrollo del cultivo, la frecuencia de riego fueron los días lunes, miércoles y sábado de cada semana con una duración de 30 minutos en cada riego, de esta manera se suministró el agua en cantidades adecuadas



Figura 10 Aplicando el riego a los tratamientos

4.5.5. Preparación del caldo de humus de lombriz

La preparación del caldo de humus de lombriz se realizó debido a las propiedades beneficiosas que tiene este biofertilizante con alto contenido de nutrientes, los cuales fueron directamente proporcionados a través de las hojas lo cual ayudó con la nutrición complementaria para el cultivo. Se empleó las siguientes proporciones: 2,5 kilogramos de humus de lombriz y 2,5 litros de agua limpia, la cual se preparó 3 días antes de la aplicación, una vez obtenida el caldo se diluyó 2 litros de caldo de humus en 10 litros de agua para su aplicación foliar (Chavarría, 2011).



Figura 11 Preparación de caldo de humus de Lombriz

4.5.6. Aplicación del caldo de humus de lombriz

Una vez realizada la preparación del caldo de humus de lombriz se hizo la aplicación a partir de los 30 días después del trasplante según los tratamientos en estudio que fueron:

a_0 : Sin aplicación de caldo de humus de lombriz (testigo).

a_1 : Con frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz cada 7 días.

a_2 : Con frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz cada 14 días.

Durante el ciclo productivo con la frecuencia (cada 7 días) se realizaron 9 aplicaciones en ambas variedades; y con la frecuencia de aplicación (cada 14 días) se realizaron 4 aplicaciones en ambas variedades.



Figura 12 Aplicación del caldo de humus de lombriz

La aplicación del abono orgánico foliar se realizó por la mañana, motivo por el cual la aplicación se realizó entre las 7 a 8 de la mañana, la aplicación fue directamente a las hojas con el único objetivo de que las hojas de la planta asimilen rápidamente los nutrientes aportados por el caldo de humus de lombriz y de esa manera exista menos pérdida en la aplicación por efecto de la evaporación del líquido, para ello se utilizó la mochila de aspersión para que su aplicación sea eficaz.

4.5.7. Cosecha

Las cosechas se realizaron manualmente en forma escalonada, quitando las hojas inferiores a las superiores, es decir se cosechó las hojas mejor desarrolladas y de calidad comercial. La primera cosecha se realizó el 11 de marzo 2019 a los 41 días desde el trasplante, la segunda cosecha se realizó el 25 de marzo del 2019, la tercera cosecha se hizo el 15 de abril del 2019, y la última cosecha se hizo el 13 de mayo del 2019. Una vez cosechadas se procedió a realizar el pesaje con la balanza y se anotó en las hojas de registro la producción de cada cosecha.



Figura 13 Cosecha de la Col Blanca y Rizada

4.6. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue en parcelas divididas con arreglo bifactorial en bloques completos al azar con tres repeticiones y 6 tratamientos, en 18 unidades experimentales (El factor A o parcela constituye la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz y el factor B o subparcela Variedades (Calzada, 1982)

Modelo estadístico

$$X_{ijk} = \mu + \beta_K + \alpha_i + \varepsilon_a + Y_j + (\alpha Y)_{ij} + \varepsilon_b$$

X_{ijk} = Una observación cualquiera.

μ = Media poblacional.

β_k = Efecto del k-ésimo bloque

α_i = Efecto fijo del i-ésimo nivel del factor A o frecuencias

ε_a = Error Experimental de la parcela mayor

Y_j = Efecto fijo de la j-ésimo nivel del factor B o variedades

$(\alpha Y)_{ij}$ = Efecto fijo de la interacción del i-ésimo nivel de A frecuencias de aplicación con el j-ésimo nivel de B variedades de col rizada

ε_b = Error Experimental de la parcela menor

4.6.1. Factores de estudio Los factores en estudio se detallan a continuación:

Tabla 10

Descripción de los factores en estudio

Factor A	Frecuencias	Factor B	Variedades
a_0	Sin aplicación	b_1	Col Rizada
a_1	Frecuencia de aplicación cada 7 días		
a_2	Frecuencia de aplicación cada 14 días	b_2	Col Blanca

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2. Tratamientos de Estudio

Los tratamientos son el resultado de la combinación de los dos factores en estudio, es decir; Frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz y Variedades Col rizada, Col Blanca, los cuales se muestra a continuación:

Tabla 11

Descripción de los tratamientos en estudio

FACTORES		TRATAMIENTOS
FACTOR A	FACTOR B	
a_0 (TESTIGO)	b_1 (Rizada)	($a_0 b_1$)
a_0 (TESTIGO)	b_2 (Blanca)	($a_0 b_2$)
a_1 (7 DÍAS)	b_1 (Rizada)	($a_1 b_1$)
a_1 (7 DÍAS)	b_2 (Blanca)	($a_1 b_2$)
a_2 (14 DÍAS)	b_1 (Rizada)	($a_2 b_1$)
a_2 (14 DÍAS)	b_2 (Blanca)	($a_2 b_2$)

Fuente: Elaboración propia.

4.6.3. Medidas de la superficie experimental

La superficie utilizada para la investigación se detalla a continuación:

Largo de la carpa solar:	19 m
Ancho de la carpa solar:	3,20 m
Superficie total aprovechable:	60m ²
Número total de unidades experimentales:	18 unidades
Largo de la unidad experimental:	2 m
Ancho de la unidad experimental:	0,5m
Área de la unidad experimental:	1m ²
Total de plantas por unidad experimental:	5
Número total de tratamientos:	6 tratamientos
Número total de repeticiones:	3 repeticiones
Área total del experimento:	18m ²
Distancia entre plantas:	40 cm
Distancia entre surcos:	50 cm
Número de plantas por tratamiento:	5
Número de plantas totales:	90

4.7. Croquis del Experimento

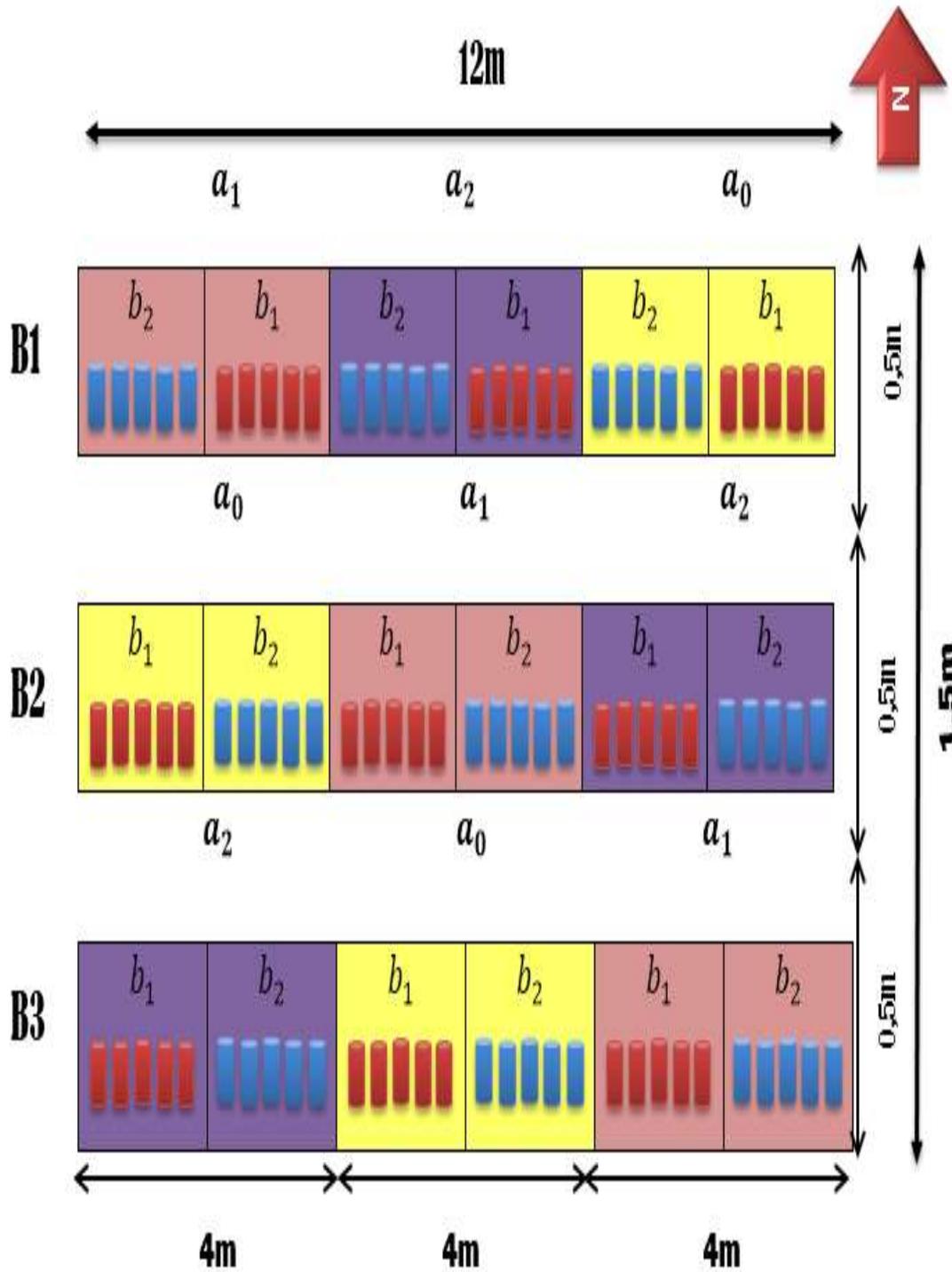


Figura 14 Plano del experimento

4.8. VARIABLES DE RESPUESTA

Las variables de respuesta que se evaluaron en esta investigación fueron las siguientes:

4.8.1. Variables agronómicas

4.8.1.1. Altura de planta:

Con la finalidad de determinar la altura que alcanzaron las plantas de las dos variedades de col, se realizó el trasplante de las coles las mismas tuvieron una altura de 12 cm, se determinó tres muestras al azar en la parte central de las unidades experimentales donde se midió la altura en centímetros lineales (cm) desde la base del tallo hasta el ápice superior en forma recta midiendo cada muestra elegida con ayuda de un flexo metro la toma de dato se realizó a los 50 días después del trasplante.

4.8.1.2. Ancho de hojas:

Para evaluar esta variable de respuesta se determinó tres muestras en cada unidad experimental de las dos variedades de col, consistió en medir la parte media del limbo de la hoja, con la ayuda de una regla de 50 cm, la evaluación se realizó a los (50 días después del trasplante).

4.8.1.3. Largo de hoja:

Para esta variable se midió el largo de hoja de las muestras de las unidades experimentales de las dos variedades de col, con la ayuda de una regla de 50 cm midiendo desde la base de la hoja hasta la punta de esta, dando lectura a los (50 días después del trasplante).

4.8.1.4. Diámetro de tallo:

Considerando la posibilidad de evaluar los efectos de los tratamientos de dos variedades de col, se midió el diámetro de tallo en las tres plantas muestreadas de cada unidad experimental, la evaluación se realizó a los (50 días después del trasplante), a una altura de 10 cm desde la base del tallo en cada planta, para medir esta variable se empleó el uso de vernier en cada muestra.

4.8.1.5. Número de hojas:

Prosiguiendo con la evaluación de este tema de investigación se hizo el seguimiento de esta variable de respuesta, realizando el conteo de hojas presentes en las tres muestras de cada unidad experimental de las dos variedades de col a (43, 57 ,78 y 92 días después del trasplante) en cada cosecha, esta variable se expresó en número de hojas por planta.

4.8.2. Variables de rendimiento

4.8.2.1. Rendimiento en peso fresco:

Se realizó el pesaje de las hojas de las tres muestras de cada unidad experimental de las dos variedades de col, realizando el corte de las hojas de forma escalonada desde la parte inferior de la planta hasta parte superior, pesándolas en una balanza analítica registrando el peso de cada muestra en todos los tratamientos, para luego embolsarlas para su respectiva comercialización; esta variable se expresó en unidades de gramos por planta a fin de obtener el peso foliar comercial en fresco de todas las unidades de campo en cada variedad estudiada, en un ciclo de cuatro cosechas.

4.9. Análisis económico

El análisis económico y la rentabilidad de las variedades, se realizó con el método de evaluación económica propuesto por Perrin (1988), que a partir del presupuesto parcial se determinó los costos y beneficios de los tratamientos, bajo las siguientes fórmulas:

4.9.1. Variables económicas

4.9.1.1. Ingreso bruto

El ingreso bruto es el resultado de los rendimientos promedios ajustados por el precio del cultivo que se tiene en el mercado.

$$\mathbf{IB = R * P}$$

Dónde:

IB = Ingreso bruto

R = Rendimiento ajustado

P = Precio de mercado

4.9.1.2. Ingreso neto

El ingreso neto se determina restando el total de los costos de producción del ingreso bruto. Aplicando la fórmula:

Dónde:

$$\text{IN} = \text{IB} - \text{CP}$$

IN = Ingreso neto.

IB = Ingreso bruto.

CP = Costo de producción.

4.9.1.3. Relación Beneficio/Costo:

La estimación de relación beneficio/costo se calcula con la fórmula:

Dónde:

$$\text{B} / \text{C}$$

B = Beneficio

C = Costo

La relación beneficio costo se determina de la siguiente manera:

- ❖ Cuando el B/C es > a 1, los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción, se considera que el cultivo es rentable, genera excedentes.
- ❖ Cuando el B/C es = a 1, los ingresos económicos son iguales a los gastos de producción, se considera que el cultivo no es rentable solo cubren los gastos de producción.
- ❖ Cuando el B/C es < a 1, los ingresos económicos son menores a los gastos de producción, no existe beneficios económicos, los ingresos no alcanzan a cubrir los gastos, genera pérdidas.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con la metodología empleada durante el presente trabajo de investigación, se obtuvieron resultados que a continuación son descritos con su respectivo análisis, interpretación y discusión.

5.1. Descripción de los parámetros de producción

5.1.1. Variables ambientales de la carpa solar

5.1.2. Descripción de las temperaturas registradas durante el ciclo del cultivo

Según Knott (1962), son cultivos de estación frías por ser tolerantes a heladas, sus semillas germinan a mayor temperatura de suelo que otras hortalizas.

Las temperaturas mensuales para el crecimiento según:

Knott (°C)

Optima	15.6- 18.3
Máxima	23.9
Mínima	4.4

En el seguimiento del comportamiento térmico del estudio experimental, se realizó en base a la lectura y registro de datos de las temperaturas máximas, medias y mínimas en el interior del ambiente protegido con una frecuencia de cada 7 días.

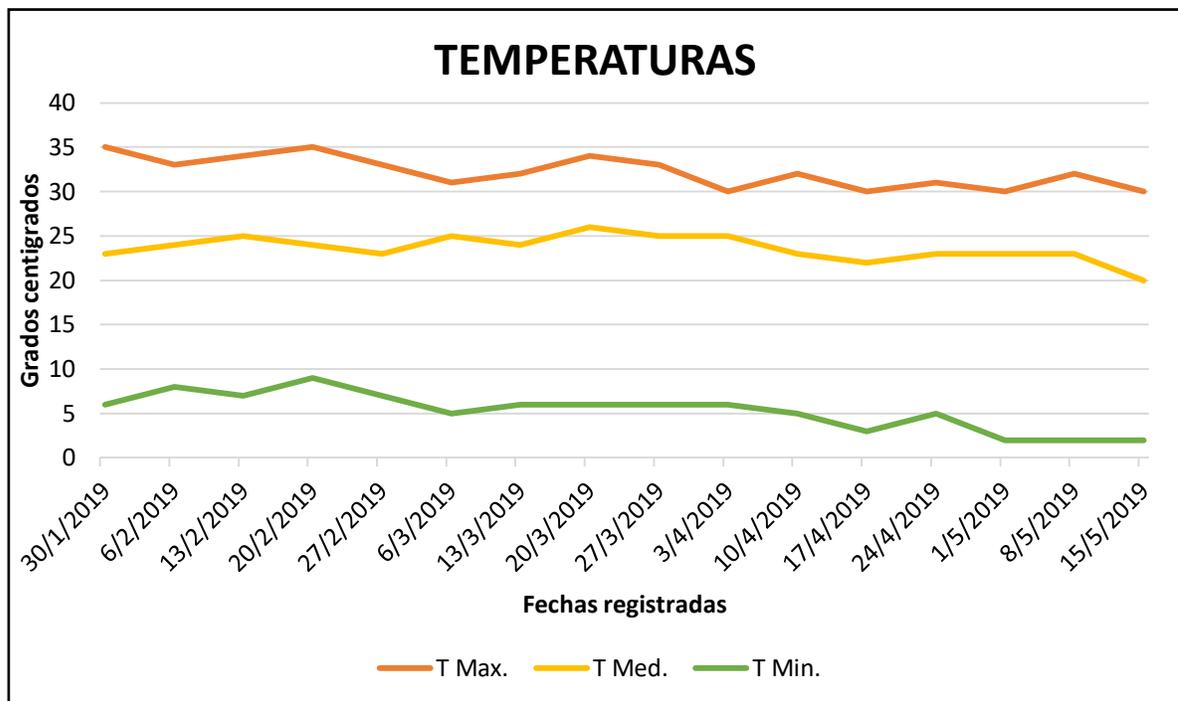


Figura 15 Registro de temperatura máxima, media y mínima en °C durante el desarrollo vegetativo de la col rizada

Los datos de temperatura se registraron desde el momento del almacigo hasta la última cosecha.

El registro de las variaciones térmicas del ambiente controlado se muestra en la Figura 15 realizando un análisis de los cinco meses de estudio se puede observar que la temperatura máxima más alta fue de 35 °C en el mes de febrero, registrando una temperatura máxima media de 26 °C en el mes de marzo y una temperatura más baja de 2 °C durante el mes de mayo.

Se observa la disminución gradual de temperatura a lo largo del trabajo de investigación, la temperatura media se mantiene casi constante durante todo el período de evaluación, la temperatura mínima tiene un descenso desde el último mes de evaluación. Es decir, en el análisis sólo las temperaturas máximas y mínimas presentaron variaciones térmicas al interior del ambiente controlado.

Las temperaturas mínimas y medias ayudaron al desarrollo del cultivo en cuanto al follaje y altura de la planta, mientras cuando se presentaron temperaturas muy elevadas causaron pérdidas de la calidad de las hojas, menor rendimiento durante este periodo.

Así mismo Vigliola (1992), señala que las condiciones de crecimiento de la planta apuntan a sus requerimientos climáticos y edáficos, a la vez también debemos conocer del cultivo las temperaturas medias de crecimiento, la respuesta a temperaturas extremas, la disponibilidad de nutrientes, las condiciones de textura y estructura de los suelos que necesita, etc.

Chavez (2017), refiere que entre los factores climáticos que influyen sobre el cultivo y la producción se encuentra la temperatura, que debe oscilar entre los 18-25 °C para que la planta pueda crecer correctamente y dar su fruto. Por debajo o por encima de esta temperatura óptima la planta no se consigue desarrollar adecuadamente y es posible que el cultivo no realice su ciclo biológico normal y no alcance su máximo potencial de rendimiento.

Además, la temperatura interviene (junto con otros factores como el CO₂, iluminación, etc.) en ciertas funciones como por ejemplo la apertura o cierre de los estomas, que son imprescindibles en los procesos vitales de la fotosíntesis, transpiración y respiración de la planta.

5.2. Características físicas y químicas del caldo de humus de lombriz

En la tabla N° 12 se presenta los resultados del análisis químico del caldo de Humus de Lombriz, realizado en el laboratorio del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares (IBTEN), dependiente del Ministerio de Energías.

Tabla 12

Análisis físico – químico del caldo de humus de lombriz

Parámetro	Resultado	Unidades
Nitrógeno	550,000	mg/L N
Fosforo	47,300	mg/L P
Potasio	13,978	mg/L K
Sodio	0,003	mg/L Na
Carbono orgánico	0,26	mg/L
Calcio	167,202	mg/L Ca
Magnesio	70,004	mg/L Mg
Hierro	0,86	mg/L Fe
Manganeso	<0,033	mg/L Mn
Cobre	<0,045	mg/L Cu
Zinc	0,09	mg/L Zn
Ph	6,25	
Conductividad eléctrica	2,55	mS / cm

Fuente: Laboratorio IBTEN (2019)

5.3. Variables agronómicas

5.3.1. Altura de planta

La variable altura de planta tomada en centímetros, se midió a los 50 días durante el ciclo productivo.

5.3.1.1. Altura de la Planta (a los 50 días)

En la tabla N° 13 se presenta el análisis estadístico de varianza para la variable de respuesta altura de planta, la cual fue valorada en centímetros.

Tabla 13

Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 50 días

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. c.	P-VALOR
BLOQUES	2	27,44	13,42	1,04	0,4334NS
Frecuencias (A)	2	333,78	166,89	12,62	0,0187*
Error (A)	4	52,89	13,22		
Variedades (B)	1	37,56	37,56	15,72	0,0074**
Variedades*Frecuencias	2	3,11	1,56	0,65	0,5547NS
Error	6	14,33	2,39		
Total	17	469,11	17		
C. V.		3,34%			

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis de varianza para la fuente de variabilidad bloques, se llegó a determinar que el resultado fue no significativo (NS), lo que indica que la semisombra no tuvo efecto directo en el crecimiento del cultivo, es decir en la altura de la planta.

Existieron diferencias significativas (*) del factor A (Frecuencias de aplicación), lo cual significa que existen diferencias con efecto de las frecuencias aplicadas a las unidades experimentales.

Respecto al factor B (Variedades) muestra diferencias significativas (*), esto indica que las dos variedades alcanzaron alturas diferentes al finalizar el experimento. La interacción entre frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz por variedades (AxB) no muestra efectos significativos (NS) dando a entender que cada una actúa independientemente del desarrollo de las plantas presentes en cada variedad, asumiéndose un buen manejo de las unidades experimentales de campo.

El coeficiente de variación (CV) fue de 3,34 %, lo cual indica que la variabilidad de los datos se encuentra dentro del rango aceptable para el análisis estadístico y el manejo experimental fue conducido adecuadamente (Calzada, 1982).

Al tener una diferencia significativa entre las frecuencias de aplicación de humus de lombriz se realizó la prueba de contrastes ortogonales, donde se corrobora que cada frecuencia es totalmente diferente una de otra al tener un p-valor de 0,0198 y 0,0290 (Tabla N°14).

Tabla 14

Contrastes ortogonales de la altura de planta para la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz

Frecuencia	Contraste	SC	GL	CM	F	p-valor	
Contraste 1	F₀ vs F₁ F₂	-13,67	186,78	1	186,78	14,13	0,0198*
Contraste 2	F₁ vs F₂	-7,00	147,00	1	147,00	11,12	0,0290*

Fuente: Elaboración propia.

En el resultado del análisis de contrastes ortogonales (tabla N°14), para altura de planta, se observa que existe diferencia significativa (a un nivel de significancia del 5 %) entre el testigo sin frecuencia de aplicación frente a las frecuencias de aplicación (cada 7 días) y (cada 14 días) de caldo de humus de lombriz. Con respecto al contraste dos, de la (tabla N° 14), se observa que existen diferencias significativas entre las

frecuencias cada 7 días y cada 14 días de caldo de humus de lombriz en la altura de planta.

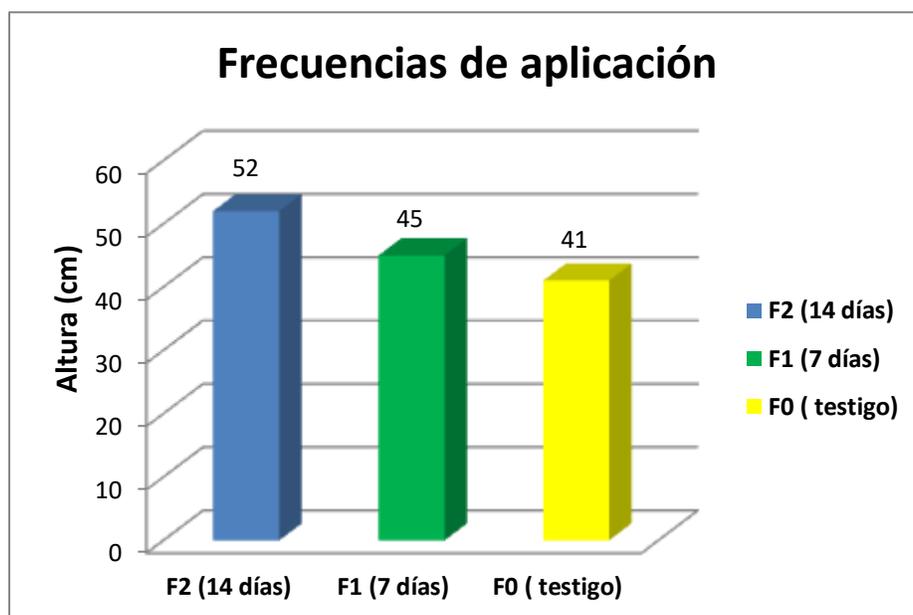


Figura 16 Altura de planta (cm) a los 50 días del factor A (frecuencias)

En la figura N° 16, se observa que la F2 (cada 14 días) presento la mayor altura con (52 cm) y la frecuencia de menor crecimiento fue la F₀ (testigo) con (41 cm) de altura.

Las frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz, incidieron en el crecimiento del cultivo de col rizada, las diferencias de altura también se atribuyen debido a que las plantas se desarrollaron en condiciones favorables en un ambiente protegido y contaron con abonos orgánicos como sustrato los cuales cumplieron con los requerimientos nutricionales necesarios para este cultivo.

En este sentido Brooks (2004), menciona que el humus de lombriz es un fertilizante bio-orgánico producido por la lombriz de tierra, posee óptima actividad fitohormonal que en condiciones favorables coadyuva a obtener indicadores productivos elevados y eficientes. Su estructura granular, composición química y microbiológica, lo convierte en un fertilizante orgánico de alto poder nutritivo.

La aplicación foliar ha demostrado ser un excelente método para abastecer los requerimientos de los nutrientes secundarios (Ca, Mg y S) y los micronutrientes (Zn, Fe,

Cu, Mn, B y Mo), mientras que suplementa los requerimientos de N – P-K requeridos en los períodos de estado de crecimiento críticos del cultivo. Una planta bien nutrida retrasa los periodos de senescencia natural (Ramírez, 2000).

En la figura N° 17 se observa el resultado respecto al Factor B (variedades), la variedad (Blanca) fue la mejor con una media de 47,6 cm. Por otro lado, la menor altura le corresponde a la variedad (Rizada) con una media 44,8 cm. Esto se deba probablemente a las condiciones ambientales a los 50 días lo cual afecto favorablemente a la variedad Blanca.

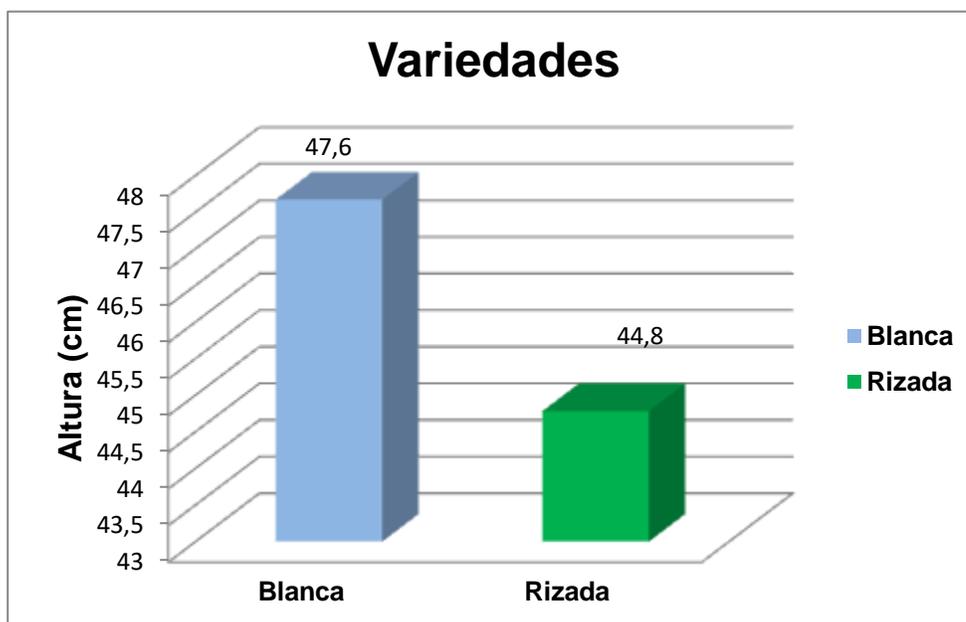


Figura 17 Altura de planta (cm) a los 50 días del factor B (variedades)

Las diferencias respecto a la altura de planta se ven determinadas también por las características genóticas propias de la variedad Blanca ya que tiene una altura de 47,6 cm lo cual es propiamente de esta variedad. En comparación de la variedad Rizada con 44,8 cm de altura. La altura de planta es importante porque nos indica el crecimiento ortotrópico de la planta lo que va a proporcionar bandolas que garantizarán la producción en las próximas semanas (Garriz y Vicuna, 1990 citado por Blanco et al, 2002). El rendimiento máximo de un cultivo está determinado principalmente por sus características genéticas y por la buena adaptación del cultivo al ambiente

predominante. Las necesidades ambientales de clima, suelo y agua para un crecimiento y rendimientos óptimos varían con el cultivo y con la variedad de este (FAO, 2014).

El crecimiento del cultivo durante el ciclo productivo ambas variedades también estuvieron favorecidas por la cantidad de nitrógeno que presentó el análisis de laboratorio del suelo con un porcentaje total de nitrógeno de 0,88 %, el cual corresponde a una categoría alta. Cabe señalar que ambas variedades de col, tuvieron un pH adecuado para su crecimiento y desarrollo, es decir; el caldo de humus de lombriz con un pH (6,25) como el suelo con pH (6.69), los cuales estuvieron entre los rangos recomendados para permitir la mayor disponibilidad de los nutrientes y de la actividad microbiana.

5.3.2. Ancho de hojas

5.3.3. Ancho de Hojas (a los 50 días)

El análisis estadístico que se realizó para la variable índice de ancho de hoja se presenta en la tabla N° 15.

Tabla 15

Análisis de varianza para la variable Ancho de Hojas (cm) a los 50 días

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. c.	P-VALOR
BLOQUES	2	1,44	0,72	2,36	0,2101 NS
Frecuencias (A)	2	31,44	15,72	51,45	0,0014**
Error (A)	4	1,22	0,31		
Variedades (B)	1	0,50	0,50	1,12	0,3297 NS
Variedades*Frecuencias	2	0,33	0,17	0,37	0,7023 NS
Error	6	2,67	0,44		
Total	17	37,61			
C. V.		6,86%			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para la variable ancho de hojas indica que no existen diferencias significativas (NS), para la fuente de variabilidad bloques es decir que no se observó diferencias en los bloques durante el proceso de investigación. Los resultados del análisis de varianza para el factor A (Frecuencias de aplicación) indica que existen diferencias altamente significativas (**) lo cual significa que existe diferencias entre las frecuencias aplicadas del abono orgánico caldo de humus de lombriz a las unidades experimentales.

En el caso del factor B (variedades) y la interacción de Frecuencia x Variedad (A x B), el resultado fue no significativo, lo que indica que no se tuvieron diferencias significativas, entre las dos variedades en estudio, ni en la acción conjunta de frecuencias por variedades. Por otro lado, el coeficiente de variación fue de (CV) de 6,86% el cual se encuentra en un rango por debajo del 15 %, lo que indica que existe confiabilidad de los datos.

Como se tiene diferencias altamente significativas en el factor A (frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz) se analizó de manera más particular entre la media de las frecuencias utilizando la prueba de contrastes ortogonales.

Tabla 16

Contrastes ortogonales del ancho de hojas (cm) para la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz

Frecuencia	Contraste	SC	GL	CM	F	p-valor	
Contraste 1	F₀ vs F₁ F₂	-4,17	17,36	1	17,36	56,82	0,0017**
Contraste 2	F₁ vs F₂	-2,17	14,08	1	14,08	46,09	0,0025**

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 16, el análisis de contrastes ortogonales en la comparación uno; del testigo frente a las frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz muestran diferencias altamente significativas al tener un p-valor de 0,0017 para el ancho de hojas lo que se verifica en la figura N° 18.

En cuanto a la segunda comparación (frecuencia cada 7 días y frecuencia cada 14 días) de caldo de humus de lombriz, se observa que existe diferencias significativas al tener p-valor de 0,0025 respecto a esta variable de respuesta.

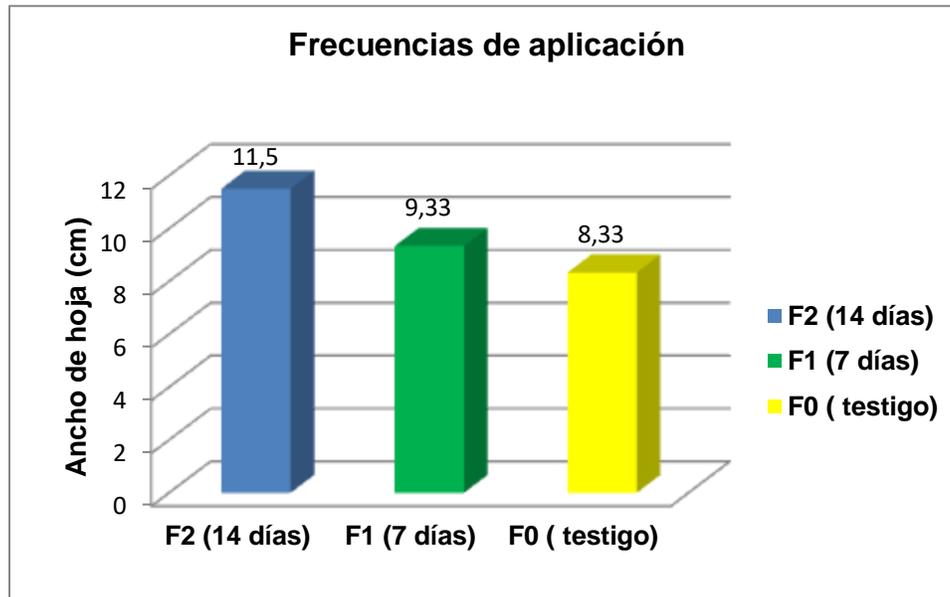


Figura 18 Ancho de hoja (cm) a los 50 días del factor A (frecuencias)

En la figura N° 18, se verifica que la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz adecuada para el desarrollo en cuanto al ancho de hoja del cultivo de Col Rizada fue la F2 (cada 14 días) con 11,5 cm respecto a la F₀ (testigo) que obtuvo un ancho de hoja menor 8,33 cm.

Martin (2017), indica que si existe un exceso de abonado nitrogenado los cambios serán visibles en los cultivos, lo que produce es un antagonismo el cual consiste en el aumento por encima de cierto nivel de la concentración de un elemento reduce la absorción de otro, en muchos casos un exceso de nitrógeno impide una correcta asimilación del K y del cobre. Handreck (1986), citado por Pacheco (2008), refiere que las aspersiones foliares se consideran muy efectivas de acuerdo a los requerimientos del cultivo debido a que de esta forma hay una incorporación rápida de las sustancias nutritivas y hormonales al torrente circulatorio del vegetal. Agri- Nova (2013), reportó que la fertilización foliar tiene innegables ventajas sobre la aplicación de fertilizante. La principal ventaja es que el fertilizante aplicado a las hojas es absorbido

en una elevada proporción, no inferior al 90%. Por el contrario, los fertilizantes aplicados al suelo se pierden en un 50% o más, por diferentes motivos. El efecto positivo de las aspersiones foliares del humus líquido sobre el desarrollo fisiológico de los cultivos agrícolas ha sido informado en otras investigaciones. En tal sentido, Villa (2010) informó un incremento sustancial del peso seco y fresco, altura, volumen de raíces y área foliar de plantas de maíz con las aplicaciones foliares de humus líquido en condiciones de macetas.

5.3.3. Largo de hoja

5.3.3.1. Largo de hoja (a los 50 días)

En la tabla N° 17, se muestra el análisis de varianza para el largo de hoja (a los 50 días) de dos variedades de cultivo de col rizada con diferentes frecuencias de aplicación foliar.

Tabla 17

Análisis de varianza para la variable Largo de hoja (cm) a los 50 días

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. c.	P-VALOR
BLOQUES	2	3,44	1,72	4,43	0,0968 NS
Frecuencias (A)	2	172,11	86,06	221,29	0,0001**
Error A	4	1,56	0,39		
Variedades (B)	1	0,22	0,22	0,31	0,5992 NS
Variedades*Frecuencias	2	1,44	0,72	1,00	0,4219 NS
Error	6	4,33	0,72		
Total	17	183,11			
C. V.		5,75%			

Fuente: Elaboración propia.

Realizado el análisis de varianza se determinó que para bloques el resultado fue no significativo (NS), con relación al largo de hojas a los 50 días, durante la investigación.

Los resultados del análisis de varianza para el factor A (Frecuencias de aplicación) indican que existen diferencias altamente significativas (**), lo cual significa que existe diferencias entre las frecuencias aplicadas del abono orgánico caldo de humus de lombriz a las unidades experimentales.

Los resultados del factor B (variedades) y la interacción de los dos factores (Frecuencia x Variedad), presentaron diferencias no significativas (NS), lo que indica que no se tuvieron diferencias significativas, entre las dos variedades, ni en la acción conjunta de frecuencias por variedades.

El coeficiente de variación es de 5,75 %, lo que determina que se ha tenido un adecuado manejo de las unidades experimentales y se encuentra en un rango por debajo del 15 %, lo que indica confiabilidad de los datos.

Al tener una diferencia alta entre las frecuencias de aplicación de humus de lombriz se realizó la prueba de contrastes ortogonales, donde se corrobora que cada frecuencia es totalmente diferente una de otra (Tabla N° 18).

Tabla 18

Contrastes ortogonales del largo de hojas (cm) para la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz

Frecuencia	Contraste	SC	GL	CM	F	p-valor
Contraste 1 F ₀ vs F ₁ F ₂	-10,33	106,78	1	106,78	274,57	0,0001**
Contraste 2 F ₁ vs F ₂	-4,67	65,33	1	65,33	168,00	0,0002**

Fuente: Elaboración propia.

En el resultado del análisis de contrastes ortogonales de la tabla N° 18, para el largo de hojas, se observa que existe diferencias altamente significativas en la primera comparación del testigo versus la frecuencia cada 7 días y cada 14 días al tener un p-valor de 0,0001

Con respecto a la comparación dos, se observa que existen diferencias altamente significativas entre las frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz (cada 7 días y cada 14 días) al tener un p-valor de 0,0002

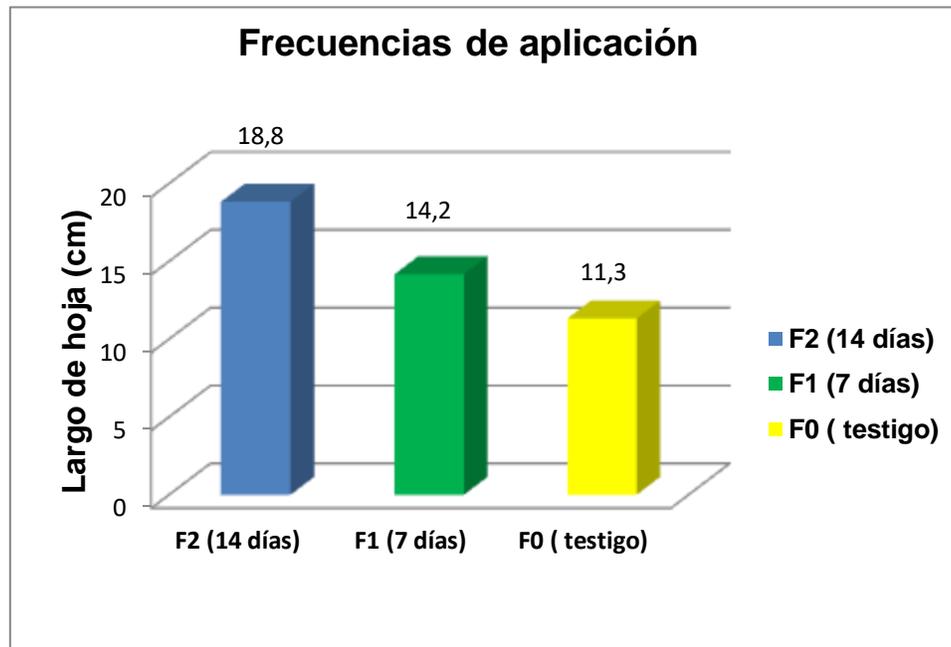


Figura 19 Largo de hoja a los 50 días del factor A (frecuencias)

Según resultados de la figura N° 19, la F2 (cada 14 días) presentó el mayor largo de hoja promedio con 18,8 cm y estadísticamente diferente respecto a la media de F1 (cada 7 días) con 14,2 cm. La F₀ (testigo) con 11,3 cm presentó el menor largo de hoja promedio respecto a las demás frecuencias.

Las variaciones de largo de hoja, pueden ser atribuibles a la presencia de nutrientes concentrados en las frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz interfiriendo posteriormente en la asimilación adecuada de la planta, razón por lo cual se registran mejores resultados de largo de hoja con la frecuencia de aplicación cada 14 días. Estos incrementos en el longitud de hoja por planta con la F2 (cada 14 días) de aplicación de caldo de humus de lombriz se atribuyen a acciones bioestimuladoras de tipo fitohormonal, que provocan incrementos en este indicador de la planta (Arteaga et al., 2006; Estrada, 2007; Duvergel, 2009).

Lira (1994) señala que parte de los efectos positivos notados en la biomasa aérea de las plantas que han sido fertilizadas con humus puede deberse a la suplencia de macro y micronutrientes, como el potasio, hierro y cobre, los cuales contribuyen directamente en procesos del desarrollo del vegetal.

El humus de lombriz líquido contiene la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en este abono en estado sólido. Este humus líquido se obtiene tratando este material orgánico con agua, separando la solución enriquecida por diferentes vías como decantación, lixiviación, etc. de la parte sólida (Almaguer *et.al.*, 2012), sugieren utilizar el método de lixiviación como el más eficiente

5.3.4. Diámetro de tallo

5.3.4.1. Diámetro de tallo (a los 50 días)

El análisis de varianza para la variable de respuesta diámetro de tallo se presenta en la tabla N° 19.

Tabla 19

Análisis de varianza para la variable Diámetro de tallo (cm) a los 50 días

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. c.	P-VALOR
BLOQUES	2	2,78	1,39	10,00	0,0278*
Frecuencias (A)	2	12,44	6,22	44,80	0,0018**
Error (A)	4	0,56	0,14		
Variedades (B)	1	0,50	0,50	1,12	0,3297 NS
Variedades*Frecuencias	2	1,33	0,67	1,50	0,2963 NS
Error	6	2,67	0,44		
Total	17	20,28			
C. V.		9,02 %			

Fuente: Elaboración propia

A través del análisis de varianza se observa que el resultado entre los bloques fue significativo (*) lo que indica que el comportamiento entre bloques no fue homogéneo. Se presentó efecto de gradiente de variabilidad “Semisombra” en los bloques emplazados a lo largo del ambiente atemperado, durante el proceso de investigación.

Los resultados señalan que existieron diferencias altamente significativas (**) del factor A (Frecuencias de aplicación) lo cual significa que una de las frecuencias aplicadas del abono orgánico dio un mejor resultado comparado con la otra frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz.

Los resultados del factor B (variedades) y la interacción de los dos factores (Frecuencia x Variedad), presentaron diferencias no significativas (NS), lo que indica que no se tuvieron diferencias significativas, entre las dos variedades, ni en la acción conjunta de frecuencias por variedades

Se observa un coeficiente de variación es de 9,02%, que indica que se ha tenido un adecuado manejo de las unidades experimentales y se encuentra en un rango por debajo del 15 %, lo que indica confiabilidad de los datos.

En el factor A se tiene diferencias altamente significativas, dichas diferencias pueden ser reflejadas si analizamos de manera más particular entre la media de las frecuencias utilizando la prueba de contrastes ortogonales (Tabla N° 20).

Tabla 20

Contrastes ortogonales del diámetro de tallo (cm) para la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz

Frecuencia	Contraste	SC	GL	CM	F	p-valor	
Contraste 1	F₀ vs F₁ F₂	-2,67	7,11	1	7,11	51,20	0,0020**
Contraste 2	F₁ vs F₂	-1,33	5,33	1	5,33	38,40	0,0034**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°20, se aprecia que existen diferencias altamente significativas en la comparación uno; entre el testigo y las frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz (tratamientos) al tener un p-valor de 0,0020.

En la comparación dos existen diferencias altamente significativas en las frecuencias de aplicación (cada 7 días y cada 14 días) de caldo de humus de lombriz al tener un p-valor de 0,0034 como se puede apreciar en la figura N° 20.

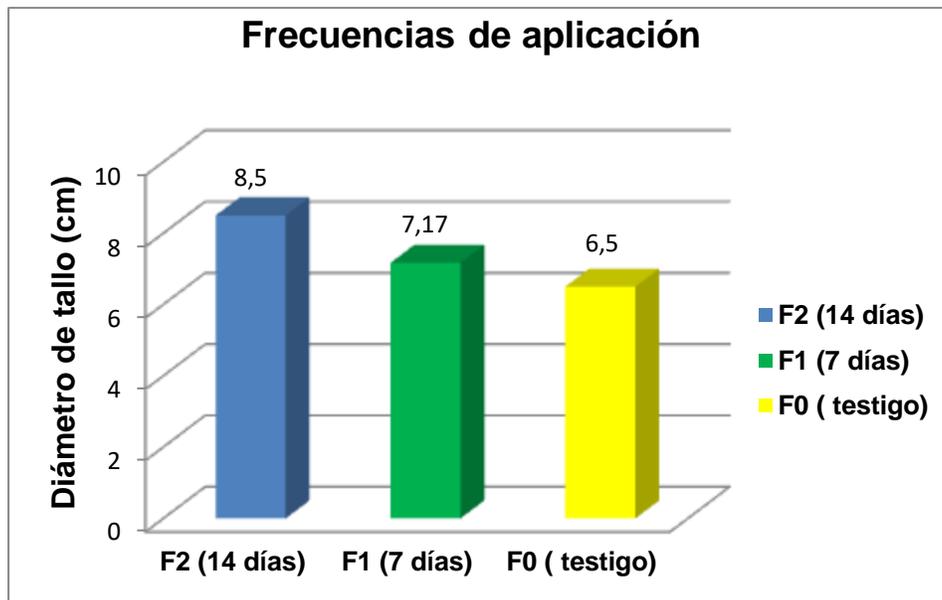


Figura 20 Diámetro de tallo (cm) a los 50 días del factor A (frecuencias)

En la figura N° 20 se puede observar que a los 50 días el cultivo de col rizada desarrolló un diámetro máximo de 8,50 cm con la F2 (cada 14 días) en comparación de la F₀ (testigo) que obtuvo un diámetro de tallo de 6,50 cm es decir que hubo una mayor asimilación de nutrientes con la frecuencia de aplicación cada 14 días, en este sentido Marín (2007) menciona que el diámetro del tallo muestra el grado de desarrollo y nutrición que la planta puede tener, es de gran ventaja cuando las plantas presentan un buen grosor, porque las plantas pueden tener una mejor adaptabilidad después del trasplante y un mayor soporte del área foliar y por ende se garantiza una mayor capacidad productiva. Los tratamientos foliares se utilizan cuando se detecta en el cultivo deficiencias nutrimentales como “enmiendas” nutritivas para corregir estos problemas, ya que la técnica foliar permite que el nutriente llegue de forma directa y

eficiente al sistema de la planta, nutriéndola en un plazo corto (Trinidad-Santos & Aguilar-Manjarrez 1999).

Las ventajas de usar abonos líquidos orgánicos como el té de humus, son que no se daña el medio ambiente. Este se puede aplicar foliarmente donde estimula el crecimiento y se mejora la calidad de los productos; o al nivel edáfico donde favorece el desarrollo radicular (Cartagena, 2002).

5.3.5. Número de Hojas por Planta

5.3.5.1. Número de Hojas en el ciclo productivo

Los resultados del análisis de varianza para el número de hojas por planta del cultivo de col rizada durante el ciclo productivo, se muestra en la tabla N° 21

Tabla 21

Análisis de varianza para la variable Número de Hojas ciclo productivo

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. c.	P-VALOR
BLOQUES	2	0,33	0,17	2,00	0,2500 NS
Frecuencias (A)	2	10,33	5,17	62,00	0,0010**
Error (A)	4	0,33	0,08		
Variedades (B)	1	1,39	1,39	6,25	0,0465*
Variedades*Frecuencias	2	0,78	0,39	1,75	0,2519 NS
Error	6	1,33	0,22		
Total	17	14,50			
C. V.		8,57%			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 21, se observa que el resultado entre los bloques fue no significativo (NS), con relación al número de hojas, durante el ciclo productivo en el proceso de investigación.

Existieron diferencias altamente significativas (**) del factor A (Frecuencias de aplicación) lo cual significa que existe diferencias entre las frecuencias aplicadas a las unidades experimentales.

En cuanto al factor B (variedades) se pudo ver diferencias significativas (*), evidencia que cada variedad manifestó su carácter propio; la presencia del efecto podría atribuirse a que dicha característica ya viene determinada por la genética de la planta, la interacción de Frecuencia x Variedad (A x B) las diferencias son no significativas (NS) entonces la acción conjunta factor A y factor B, no incide en la obtención de número de hojas en el ciclo productivo.

El coeficiente de variación (CV) fue de 8,57 %, lo cual indica que la variabilidad de los datos se encuentra dentro del rango aceptable para el análisis estadístico y el manejo experimental fue conducido adecuadamente.

Al tener una diferencia alta entre las frecuencias de aplicación de humus de lombriz se realizó la prueba de contrastes ortogonales, donde se corrobora que cada frecuencia es totalmente diferente una de otra (Tabla N° 22).

Tabla 22

Contrastes ortogonales del número de hojas para la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz

Frecuencia	Contraste	SC	GL	CM	F	p-valor	
Contraste 1	F₀ vs F₁ F₂	-2,50	6,25	1	6,25	75,00	0,0010**
Contraste 2	F₁ vs F₂	-1,17	4,08	1	4,08	49,00	0,0022**

Fuente: Elaboración propia

En el resultado de análisis de contrastes ortogonales de la tabla N° 22, para el número de hojas, se observa que existen diferencias altamente significativas en la primera comparación del testigo Versus las frecuencias de aplicación (cada 7 días y cada 14 días) al tener un p-valor de 0,0010.

Con respecto a la comparación dos; frecuencias de aplicación (cada 7 días y cada 14 días) de caldo de humus de lombriz, presentan diferencias altamente significativas al tener un p-valor de 0,0022.

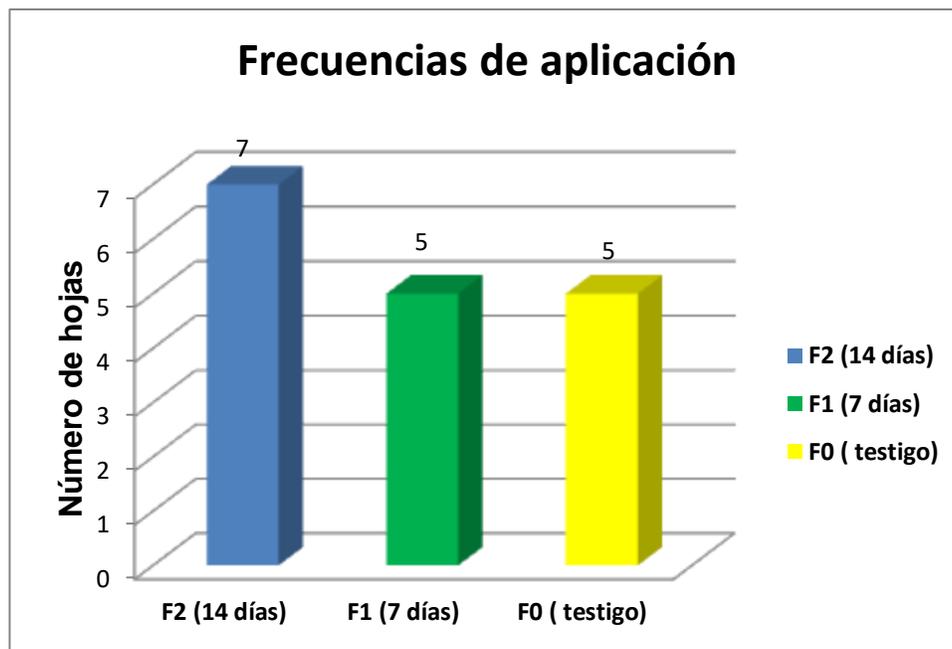


Figura 21 Número de hojas en el ciclo productivo factor A (frecuencias)

En la figura N° 21 se puede observar los tratamiento con mayor número de hojas fueron los tratamientos a los que se aplicó la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz F2 (cada 14 días) los cuales presentaron una diferencia de 2 hojas respecto a los otros tratamientos. Probablemente al aplicar el abono orgánico caldo de humus de lombriz cada 14 días permite que las plantas de col rizada obtengan mayor cantidad de hojas.

Las diferencias en los resultados obtenidos por cada tratamiento, son respaldados por Lorente (1998), quien manifiesta que los fertilizantes orgánicos contienen macro y

micro-elementos en cantidades variables y lo liberan a un ritmo lento y paralelo a las necesidades del cultivo, y es por esta razón que una distribución inicial es suficiente para satisfacer las necesidades de nutrientes del cultivo.

El humus de lombriz es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias que estimula los procesos biológicos de las plantas como agentes reguladores del crecimiento, que provoca un incremento en la floración, la calidad producto (Aroldo, 2012).

Así mismo Fernández & Escobar (1996) indican que el té de humus de lombriz, aparte de contener nutrientes minerales, aporta ácidos húmicos y fúlvicos que estimulan la nutrición de la planta mejorando las características agronómicas del cultivo.

Con respecto al Factor B variedades presentadas en la figura N° 22, la variedad Blanca obtuvo una media de 6 hojas. Por otro lado, en el ciclo productivo la variedad Rizada obtuvo una media de 5 hojas, tiene poca diferencia de número de hojas respecto a la otra variedad.

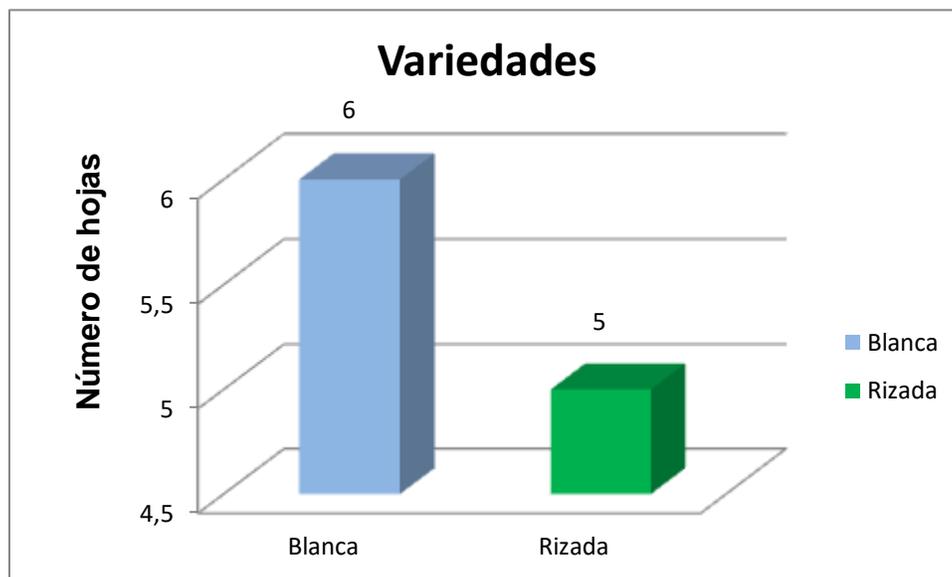


Figura 22 Número de hojas en el ciclo productivo factor B (variedades)

La diferencia del número de hojas, puede atribuirse a diversos factores como:

el hábito de crecimiento de cada variedad, humedad relativa, temperatura, espacios entre surco y planta, suelo, densidad y época de siembra donde se estableció el cultivo.

Según Huallpa (2010), las diferencias de número de hojas se dan por factores genéticos que presenta cada una de las variedades, estas características las mismas puede deberse a que la planta asimile más los nutrientes para su desarrollo, el nitrógeno, más que cualquier otro elemento facilita el crecimiento de las hojas, mientras los abonos orgánicos tengan mayor cantidad de nitrógeno tendrán una buena cantidad y calidad de hojas.

5.3.6. Rendimiento en peso fresco (ciclo productivo)

5.3.6.1. Rendimiento en peso fresco (g/planta)

La evaluación para el rendimiento en peso fresco del cultivo de col rizada se realizó los (43, 57 ,78 y 92 días después del trasplante)

Tabla 23

Análisis de varianza para la variable Rendimiento en peso fresco en el ciclo productivo (g/planta)

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. c.	P-VALOR
BLOQUES	2	100,92	50,46	13,10	0,0176 *
Frecuencias (A)	2	1289,02	644,51	167,27	0,0001**
Error (A)	4	15,41	3,85		
Variedades (B)	1	593,98	593,98	53,87	0,0003**
Variedades*Frecuencias	2	4,95	2,48	0,22	0,8052 NS
Error	6	66,16	11,03		
Total	17	2070,44			
C. V.		6,08%			

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 23 muestra el análisis de varianza para la variable rendimiento en peso fresco durante el ciclo productivo: El resultado entre los bloques fue significativo (*), con relación al rendimiento en peso fresco en el ciclo productivo lo que puede deberse al manejo que se realizó en el cultivo como el colocado de una semisombra que afectó la radiación en diferentes unidades experimentales provocando en algunos lugares más sombra que en otros y el comportamiento entre bloques no fue homogéneo.

Los resultado del factor A, frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz, el análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas (**) entre las frecuencias aplicadas en el experimento F₀= sin frecuencia de aplicación, F1 cada 7 días y F2= cada 14 días.

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza para el factor B variedades, indica que existen diferencias altamente significativas (**) entre la variedad Blanca y Rizada presentando mayor ganancia de peso la variedad Blanca.

El resultado de la interacción de los dos factores (frecuencias x variedad) el análisis de varianza indica que no hay efectos significativos (NS) entonces la acción conjunta factor A y factor B (frecuencias x variedad) no incide en el rendimiento en peso fresco en el ciclo productivo del cultivo.

El coeficiente de variación (CV) es de 6,08%, lo que determina que el manejo de la investigación está dentro del rango de aceptación y la confiabilidad de los datos obtenidos durante el trabajo de campo.

Como se tiene diferencias altamente significativas en el factor A (frecuencias de aplicación), se analizó de manera más particular entre la media de las diferentes frecuencias utilizando la prueba de contrastes ortogonales (tabla N°24)

Tabla 24

Contrastes ortogonales del rendimiento en peso fresco para la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz

Frecuencia	Contraste	SC	GL	CM	F	p-valor	
Contraste 1	F₀ vs F₁ F₂	-31,68	1003,83	1	1003,83	260,53	0,0001**
Contraste 2	F₁ vs F₂	-9,75	285,19	1	285,19	74,02	0,0010**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 24, se tiene el análisis de contrastes ortogonales, para el rendimiento en peso fresco, se observa que existen diferencias altamente significativas en la primera comparación del testigo Versus las frecuencias de aplicación (cada 7 días y cada 14 días) al tener un p-valor de 0,0001.

Con respecto a la comparación dos; frecuencias de aplicación (cada 7 días y cada 14 días) de caldo de humus de lombriz, presentan diferencias altamente significativas al tener un p-valor de 0,0010.

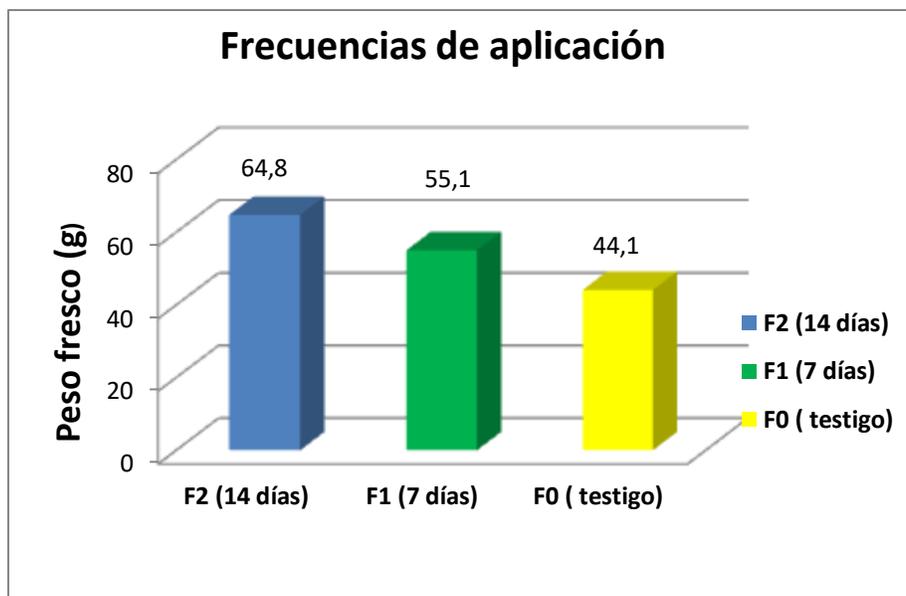


Figura 23 Rendimiento en peso fresco en el ciclo productivo del factor A (frecuencias)

En la figura N° 23 se observa que la F2 (cada 14 días) tuvo un mejor resultado durante el ciclo productivo con un promedio de peso fresco de 64,8 g y el menor peso fresco fue de 44,1 g perteneciente a F₀ (sin aplicación).

Los resultados señalan que las plantas de col rizada presentan rendimientos mayores al aplicar caldo de humus de lombriz con la frecuencia de aplicación F2 (cada 14 días) ya que aportan los nutrientes esenciales para este cultivo y de esta manera las hojas mejoran su crecimiento y desarrollo. Es decir las concentraciones de macro y micro nutrientes en el abono orgánico caldo de humus de lombriz causaron efecto, de esta manera se obtuvo rendimientos satisfactorios, a comparación del testigo al que solo se le aplicó gallinaza se obtuvieron resultados menores.

Se pudo ver que las frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz tienen mejores resultados al medir esta variable son las frecuencias de aplicación F1 (cada 7 días) y F2 (cada 14 días) de manera independiente a la variedad con la que se desenvuelvan. Estos resultados evaluados para el peso promedio de las hojas de col corresponden con lo señalado por autores como Pérez et al. (2000), quienes plantean que el uso de productos biológicos, como es el caso del lixiviado de humus de lombriz, aumenta el peso de diferentes componentes del rendimiento de las plantas, pues se incrementa la producción de fotosintatos.

Para la FAO (2003), con la aportación de elementos nutritivos, los cultivos crecerán bien y darán buenos rendimientos, el aprovechamiento eficaz de los nutrientes puede duplicar el rendimiento.

KRARUP (2008), menciona que los nutrientes tienen una acción directa sobre el crecimiento de las plantas, número de hojas, tamaño de fruto y número de flores. En los procesos químicos – fisiológicos, junto al nitrógeno, potasio y fósforo intervienen en el mayor rendimiento de la planta.

Actualmente se sabe que la fertilización foliar puede contribuir en la calidad y en el incremento de los rendimientos de las cosechas y muchos problemas de fertilización al suelo se pueden resolver fácilmente mediante la fertilización foliar (Fregoni, 1986).

Con respecto al Factor B la variedad (Blanca) fue la que mayor rendimiento obtuvo en relación al peso fresco con una media de 60,4 g. Por otro lado el rendimiento en peso fresco de la variedad (Rizada) fue de 48,9 g.

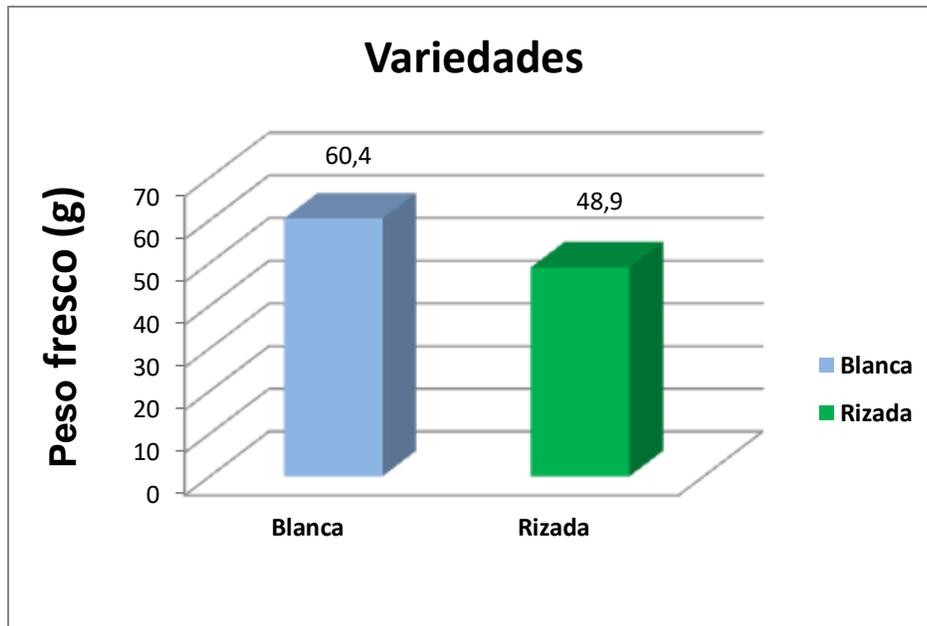


Figura 24 Rendimiento en peso fresco en el ciclo productivo del factor B (variedades)

Como se puede observar en la figura N° 24 la variedad Blanca mostro superioridad en peso con rendimiento demostrando ser significativamente el mejor en rendimiento en materia verde en comparación de la variedad Rizada.

Durante el ciclo productivo la característica de crecimiento de ambas variedades estuvo determinada por el carácter genético y las características ambientales, lo que influenciaron en el rendimiento de peso fresco de hojas, se puede especular que la variedad Blanca desarrolló mayor rendimiento peso fresco debido a su adaptación ambiental durante el fase experimental.

En las plantas jóvenes el tejido foliar, tiene un gran contenido de agua debido a sus importantes funciones de metabolismo, intercambio de gases, fotosíntesis y transporte de nutrimentos y minerales, constituyen la mayor parte del peso fresco (Banziger et al.,

1990). Guardiola et al., (1990) menciona que normalmente el agua representa más del 70% del peso fresco de los tejidos vegetales y valores superiores al 90% son frecuentes en órganos de crecimiento como son las hojas, frutos y ápices caular y radicular.

Varios autores que han estudiado los efectos de los bioestimuladores sobre las plantas, como Núñez & Robaina (2000), han planteado que para lograr un buen efecto sobre los diferentes órganos de las plantas es necesario que transcurra un período de tiempo, efecto que se logró en este experimento, ya que varios días posteriores de la segunda aplicación del caldo de humus de lombriz hubo diferencias significativas entre los tratamientos aplicados con respecto al tratamiento testigo.

5.3.6.2. Rendimiento en peso fresco (kg/m²)

Se efectuaron cuatro cosechas (43, 57, 78 y 92 días) posterior al trasplante los datos de campo para la variable peso de la planta (kg/m²)

Tabla 25

Análisis de varianza para la variable Rendimiento en peso fresco en el ciclo productivo (kg/m²)

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. c.	P-VALOR
BLOQUES	2	0,45	0,22	29,37	0,0041**
Frecuencias (A)	2	4,91	2,46	323,61	< 0,0001**
Error (A)	4	0,03	0,01		
Variedades (B)	1	2,28	2,28	60,11	0,0002**
Variedades*Frecuencias	2	0,01	2,6	0,07	0,9344 NS
Error	6	0,23	0,04		
Total	17	7,91			
C. V.		5,96%			

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 25 muestra el análisis de varianza para la variable rendimiento en peso fresco (kg/m^2) durante el ciclo productivo: Para la fuente de variabilidad bloques, se llegó a determinar que existió diferencia altamente significativa (**), lo que indica que la semisombra tuvo efecto directo en el rendimiento en peso fresco (kg/m^2)

Los resultado del factor A, frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz, el análisis de varianza indica que existen diferencias altamente significativas (**) entre las frecuencias aplicadas en el experimento F_0 = sin frecuencia de aplicación, F_1 cada 7 días y F_2 = cada 14 días.

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza para el factor B variedades, indica que existen diferencias altamente significativas (**) entre la variedad Blanca y Rizada presentando mayor ganancia de peso (kg/m^2) la variedad Blanca debido principalmente a las características de la variedad.

El resultado de la interacción de los dos factores (frecuencias x variedad) el análisis de varianza indica que no hay efectos significativos (NS) entonces la acción conjunta factor A y factor B (frecuencias x variedad) no incide en el rendimiento en peso fresco en el ciclo productivo del cultivo.

El coeficiente de variación obtenido es de 5,96% lo cual nos indica, que los datos obtenidos son confiables, ya que se encuentran dentro del rango permitido para la agricultura desarrollada en invernaderos.

Como se tiene diferencias altamente significativas en el factor A (frecuencias de aplicación), se analizó de manera más particular entre la media de las diferentes frecuencias utilizando la prueba de contrastes ortogonales (tabla 26).

Tabla 26

Contrastes ortogonales del rendimiento en peso fresco (kg/m²) para la frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz

Frecuencia	Contraste	SC	GL	CM	F	p-valor
Contraste 1	F₀ vs F₁ F₂	-1,97	3,88	1	3,88	511,21 <0,0001**
Contraste 2	F₁ vs F₂	-0,59	1,03	1	1,03	136,01 0,0003**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 26, se tiene el análisis de contrastes ortogonales, para el rendimiento en peso fresco (kg/m²), se observa que existen diferencias altamente significativas en la primera comparación del testigo Versus las frecuencias de aplicación (cada 7 días y cada 14 días) al tener un p-valor de < 0,0001.

Con respecto a la comparación dos; frecuencias de aplicación (cada 7 días y cada 14 días) de caldo de humus de lombriz, presentan diferencias altamente significativas al tener un p-valor de 0,0003.

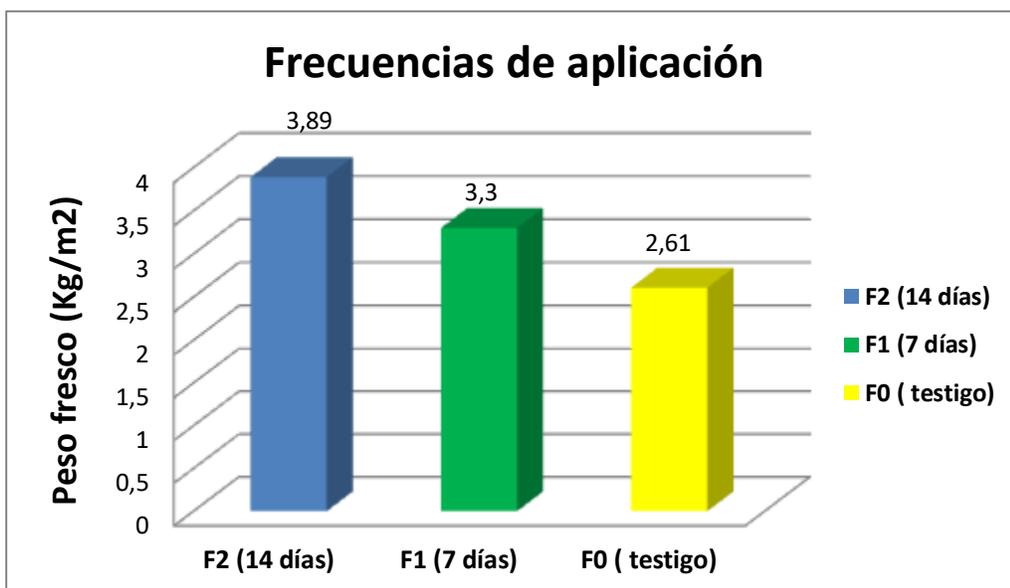


Figura 25 Rendimiento en peso fresco (kg/m²) en el ciclo productivo del factor A (frecuencias)

En la figura N° 25 se puede observar que durante el ciclo productivo del cultivo de col rizada tuvo un mejor resultado con un promedio de peso fresco de 3,89 kg/m² con la F2 (cada 14 días) en comparación de la F₀ (testigo) que obtuvo el menor peso fresco de 2,61 kg/m².

Puede ser, que a una frecuencia de aplicación (cada 14 días) desarrolle con regularidad, aprovechando los nutrientes eficientemente a comparación del testigo que no tuvo frecuencia de aplicación de caldo de humus de lombriz, la exposición a la luz sea también otro factor que permita a la planta desarrollar esta parte con bastante normalidad.

Por lo cual se evidencia, que al realizar una aplicación (cada 14 días) el rendimiento en el cultivo de col rizada se incrementó favorablemente, en cambio con la frecuencia (cada 7 días) las plantas reaccionaron retardando su crecimiento, ya que los nutrientes no fueron asimilados inmediatamente por las hojas. Con la F₀ (testigo), no se logró obtener buenos resultados y con la frecuencia (cada 7 días) posiblemente se provocó una fitotoxicidad a la planta, induciendo procesos de inhibición en su desarrollo, en consecuencia, no logrando manifestarse plenamente el potencial genético de la planta.

Estos resultados evaluados para el rendimiento en peso fresco del cultivo de col rizada corresponden con lo señalado por autores como Pérez et al. (2000), Boudet, Boicet y Meriño (2015) y FAO (2013), quienes plantean que el uso de productos biológicos, como es el caso del lixiviado de humus de lombriz, aumenta el peso de diferentes componentes del rendimiento de las plantas, pues se incrementa la producción de fotosintatos.

Tito (2013), indica que el rendimiento se ve influenciado por una serie de factores como se vio a lo largo del estudio es una combinación de factores genéticos, como de factores climáticos, edáficos, que forman parte del sistema e influyen en los procesos fisiológicos propios de cada planta, cada nutriente actúa de manera específica para cada especie y para cada proceso.

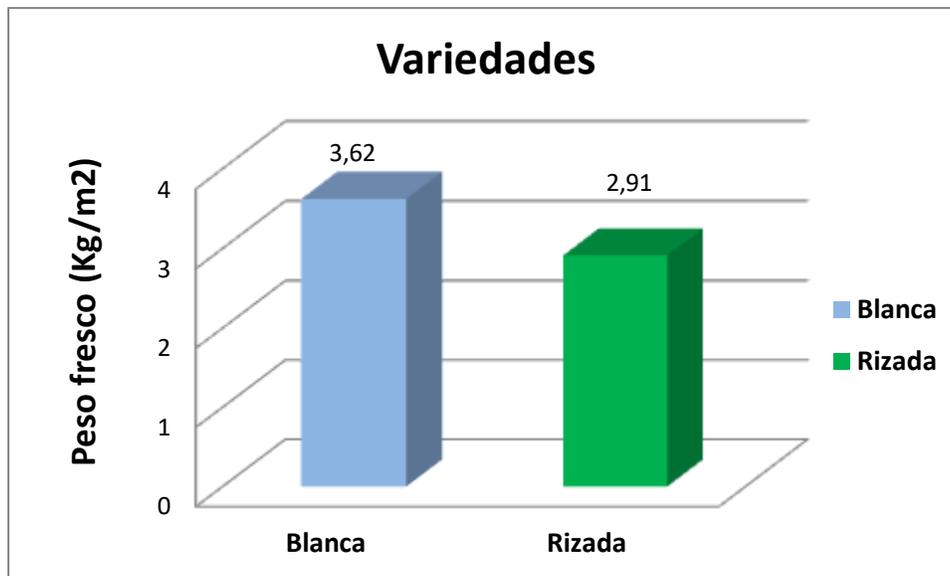


Figura 26 Rendimiento en peso fresco (kg/m²) en el ciclo productivo del factor B (variedades)

Como se puede observar en la figura N° 26 la variedad Blanca mostro superioridad en peso con rendimiento demostrando ser significativamente el mejor en rendimiento en materia verde con 3,62 kg/m² comparación de la variedad Rizada con un rendimiento de 2,91kg/m². En términos de variable rendimiento; Blanca tuvo un buen rendimiento, respecto a la variedad Rizada. Probablemente, la característica genética de la variedad Blanca en el peso fresco de las hojas sea el factor que determina el rendimiento mayor, porque las hojas comerciales de la variedad Blanca es mucho más larga y ancha con respecto a la variedad Rizada.

5.3.7. Análisis económico

El análisis económico es considerado de mucha importancia debido a que nos proporciona información económica, procurando correlacionarlo con la perspectiva del agricultor, y poder establecer los beneficios que podría obtener en términos de rentabilidad.

El análisis económico preliminar, se realizó para conocer la relación beneficio/costo y establecer la rentabilidad económica de cada uno de los tratamientos estudiados, con la aplicación de abono orgánico caldo de humus de lombriz en sus diferentes frecuencias

de aplicación, Frecuencia 2 (cada 14 días), Frecuencia 1 (cada 7 días) y Frecuencia 0 (sin frecuencia de aplicación) y recomendar el mejor tratamiento para la producción del cultivo de col rizada. El análisis económico se realizó para una superficie de 1 m².

5.3.7.1. Beneficio Bruto (B.B.)

Es el rendimiento ajustado multiplicado por el precio.

Tabla 27

Beneficio bruto por m² y por ciclo de producción de la col rizada de cada tratamiento

Rendimientos	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rendimiento (kg/m ²)	6,80	5,90	8,87	7,30	10,52	8,54
Rendimiento ajustado (-10%)	6,12	5,31	7,98	6,57	9,47	7,69
Precio (Bs/200 g)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Beneficio bruto (Bs/m²)	152,9	132,8	199,6	164,1	236,7	192,2
Beneficio bruto (Bs/año)	305,8	265,6	399,2	328,2	473,4	384,4

Fuente: Elaboración propia

Precio de la col rizada 200 gramos = Bs 5 Según BIOMARKET (Facultad de Agronomía, 2019). La tabla N° 27, muestra que el tratamiento T5 con la frecuencia de aplicación (cada 14 días) se obtiene el mejor beneficio bruto con 236,7 Bs/m² y el tratamiento de menor beneficio bruto fue el T2 testigo (sin frecuencia de aplicación) con 132,8Bs/m². Estos resultados se deben principalmente al peso por planta y al rendimiento que se obtuvo en los diferentes tratamientos.

5.3.7.2. Costos Variables (C.V.)

Los costos variables son los costos que varían de acuerdo a los insumos utilizados.

Tabla 28**Costos variables de la col rizada de cada tratamiento**

Costos Variables	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Total costos variables (Bs/m ²)	20	20	80	80	46,25	46,25

Fuente: Elaboración propia

Precio de kilo de Humus de lombriz es Bs 3 según los insumos utilizados. En la tabla N° 28 nos muestra que los tratamientos T3 y T4 con la frecuencia de aplicación de 7 días de caldo de humus de lombriz tiene el mayor costo variable, debido a la incorporación de gallinaza y a la frecuencia de aplicación abono orgánico caldo de humus de lombriz fue la más seguida es por eso que manifiesta en el mayor costo variable. Por otro lado, los tratamientos T5 y T6 con la frecuencia de aplicación cada 14 días de caldo de humus de lombriz tiene el menor costo variable, esto debido a que la frecuencia de aplicación del abono orgánico caldo de humus de lombriz no fue de manera seguida.

5.3.7.3. Beneficio Neto (B.N.)

Es el valor de todos los beneficios brutos de la producción, menos los costos variables.

Tabla 29**Beneficios netos por Bs/m² de la col rizada de cada tratamiento**

Beneficio Neto	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Beneficio bruto (Bs/m ²)	152,9	132,8	199,6	164,1	236,7	192,2
Costos variables (Bs)	20	20	80	80	46,25	46,25
Beneficio Neto (Bs/m²)	132,9	112,8	119,6	84,1	190,45	145,95

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 29 muestra que el tratamiento que obtuvo mejor beneficio neto es el tratamiento T5 (frecuencia de aplicación cada 14 días de caldo de humus de lombriz) ya que obtuvo un beneficio neto de 190,45 Bs/m², este resultado muestra el mejor beneficio bruto obtenido menos el costo variable, el tratamiento que menor beneficio neto obtuvo fue el T4 (frecuencia de aplicación cada 7 días de caldo de humus de lombriz) con 84,1 Bs/m².

5.3.7.4 Relación Beneficio y Costo (B/C)

La relación de Beneficio/Costo es la comparación sistemática previa a una inversión.

Tabla 30

Relación beneficio/costo de la col rizada de cada tratamiento

Ítem	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Beneficio bruto (Bs/m ²)	152,9	132,8	199,6	164,1	236,7	192,2
Costos variables (Bs)	20	20	80	80	46,25	46,25
Beneficio/Costo	7,6	6,6	2,50	2,10	5,12	4,15

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 30 se presenta la relación beneficio costo de cada tratamiento, se puede ver que todos los tratamientos son superiores a 1 es decir que los ingresos son mayores a los egresos.

El tratamiento 1 (testigo y la variedad Rizada) resultó como el tratamiento más rentable con valor de 7,6 Bs. Los resultados indican que por cada unidad monetaria invertida se recuperó la inversión más un beneficio de 7,60 Bs, seguido del tratamiento 2 (testigo y la variedad Blanca) con una relación beneficio costo de 6,6 Bs.

El tratamiento 5 (frecuencia de aplicación cada 14 días y variedad Rizada) obtuvo una relación beneficio costo de 5,12 Bs, seguida por el tratamiento 6 (frecuencia de aplicación cada 14 días y variedad Blanca) con un beneficio costo de 4,15 Bs.

Finalmente, los tratamientos con menor beneficio costo fueron el tratamiento 3 (frecuencia de aplicación cada 7 días y variedad Rizada con un beneficio costo de 2,50 Bs. Y finalmente el tratamiento 4 (frecuencia de aplicación cada 7 días y variedad Blanca) con una relación beneficio costo de 2,10 Bs.

Si se observa en los tratamientos la relación beneficio costo muestra que los tratamientos sin frecuencia de aplicación (testigos) obtuvieron los mejores resultados debido a que el bio insumo utilizado solo fue la gallinaza, en comparación de otros tratamientos.

Se puede ver que los tratamientos T3 y T4 no obtuvieron resultados muy satisfactorios en cuanto a la relación beneficio/ costo, esto se debe a que los costos variables son mayores por la cantidad de Humus de lombriz utilizado, ya que estos tratamientos superan en rendimiento a los tratamientos testigo T1 y T2; La relación beneficio/costo de los tratamientos testigos se deberían a que solo se empleó la gallinaza por el cual su costo variable es bajo, y también resulto tener un buen efecto el estiércol aplicado al suelo, lo cual ayudo a un buen desarrollo de las plantas de col rizada.

Hilaquita (2017), señala en una investigación que realizó en el cultivo col rizada en relación al beneficio costos para la C2(20%de AOLA) le dio una relación de 3 Bs, los tratamientos que le siguen son de C2(20%de AOLA) y C1 (10% de AOLA) con una relación de 2.8 Bs seguida por la C1 (10% de AOLA) con una relación de 2.7 Bs después la Co (TESTIGO) le dio un valor en la relación B/C de 2.6 Bs y Co (TESTIGO) con una relación de 2.5 Bs, seguida por la C3(30% de AOLA) le dio un valor de 2.5 y finalmente C3(30% de AOLA) que le dio un valor en relación B/C de 2.3 Bs.

Cadena (2014), menciona que si la relación B/C es menor a la unidad, indica que no existe beneficio económico, por tanto el cultivo no es rentable, cuando la relación B/C es igual a la unidad, muestra que los ingresos logran cubrir solo los costos de producción y el cultivo tampoco es rentable; si la relación B/C es mayor a la unidad, indica que los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción y por tanto el cultivo es rentable

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio y de acuerdo a los objetivos planteados permitieron establecer las siguientes conclusiones:

- ❖ Los tratamientos en los que se empleó (frecuencia de aplicación cada 14 días y variedad Blanca) (T6), (frecuencia de aplicación cada 14 días y variedad Rizada) (T5) manifestaron en general el mejor efecto en el comportamiento sobre las variables agronómicas evaluadas en el cultivo de col Rizada.
- ❖ La mejor frecuencia de aplicación del abono orgánico caldo de humus de lombriz sobre el rendimiento del cultivo de col rizada (brassica oleracea var. Sabellica) fue la F2 cada 14 días.
- ❖ De acuerdo al análisis económico, el mayor beneficio neto se obtiene con el tratamiento T5 (frecuencia de aplicación cada 14 días de caldo de humus de lombriz) ya que obtuvo un beneficio neto de 190,45 Bs/m², el beneficio neto más bajo se obtuvo con el tratamiento T4 (frecuencia de aplicación cada 7 días de caldo de humus de lombriz) con un beneficio neto de 84,1 Bs/m².
- ❖ El cultivo de col rizada es económicamente rentable para la variedad Rizada, con una relación B/C más alto igual a 7,6 Bs de ganancia por cada Bs invertido logrados en el tratamiento T1 (testigo).
- ❖ Los valores de B/C para la variedad Blanca en el tratamiento T2 (testigo) presento una relación económicamente rentable debido a que dicha relación B/C llevo a una máxima ganancia de 6,6 Bs de ganancia por cada Bs invertido.

7. RECOMENDACIONES

- ❖ De acuerdo al trabajo de investigación y los resultados logrados, se hacen las siguientes recomendaciones:
- ❖ Se estableció por los resultados agronómicos y resultados económicos alcanzados las variedades Blanca y Rizada son alternativas para los agricultores de las zonas del altiplano donde los problemas de clima son determinantes y estas variedades tuvieron buenos efectos en su desarrollo.
- ❖ Usar el caldo de humus de lombriz como abono foliar en el cultivo de col rizada con la frecuencia de aplicación empleada en esta investigación (cada 14 días), por cuanto se demostró que, es de fácil elaboración; se obtiene una producción alta; desde el punto de vista económico la inversión es baja y la rentabilidad aceptable para este tipo de cultivo; además porque se demostró que este abono realiza la distribución de nutrientes y la estimulación del desarrollo radicular y aéreo del cultivo
- ❖ Se sugiere que se realice un mayor número de cosechas para ver si en las siguientes cosechas el caldo de humus de lombriz presenta un mayor efecto productivo ya que ayudaría al cultivo a suplir las necesidades de algunos nutrientes.
- ❖ Cuando se realiza una aplicación foliar de un fertilizante líquido, el suelo o sustrato de nuestro cultivo debe contar con nutrientes disponibles para la alimentación de la planta ya que la fertilización foliar es complementaria a la fertilización del suelo.
- ❖ Es recomendable hacer más ensayos e investigaciones en el cultivo de col rizada puesto que no hay mucha información, sobre todo por el conocimiento local en los agricultores de la zona altiplánica y de valles ya sea por consumo tradicional, medicinal o consumo dietético.
- ❖ Es importante realizar investigaciones con diferentes densidades de siembra a la cual se requiere encontrar un óptimo, para poder tener mayores rendimientos
- ❖ Continuar con investigaciones impartidas de la agricultura orgánica en la producción de hortalizas, ya que es una alternativa económicamente viable para la producción de alimentos y de esa manera garantizar la seguridad alimentaria.

8. BIBLIOGRAFÍA

Padilla y Cruz. (s.f.). importancia abonos organicos.

Agri- nova Scince . (2013). *Industria de los cereales y derivados* . Obtenido de Agricultura El cultivo de café : <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cafe.htm>

Agricultura Canaria. (20 de agosto de 2012). Obtenido de <http://www.agriculturacanaria.com>.

Agroalimentaria, T. (s.f.). *INFORMACIÓN AGRÍCOLA*. Obtenido de <http://www.serida.org/pdfs/6732.pdf>

Agrologica. (s.f.). *Información sobre Pieris brassicae*. Obtenido de AGROLOGICA: <https://www.agrologica.es/informacion-plaga/oruga-col-pieris-brassicae/>

Albornoz, K. (2014). *University of California, Davis*. Obtenido de Postharvest Characterization of Kale (Brassica oleracea L. var acephala DC.): A study of the impact of leaf maturity, fresh-cut preparation and storage conditions.: <https://search.proquest.com/openview/0a78d0>

Alimentos saludables. (10 de enero de 2017). *Alimentos saludables*. Obtenido de Beneficios de la Kale o Col Rizada: <https://alimentossaludables.mercola.com/kale-col-rizada.html>

Almaguer , J., Reyes, V., Reyes, A., & Villa, O. (2012). Evaluación del efecto del humus líquido obtenido por tres métodos, en condiciones de maceta y de campo, utilizando maíz (Zea mays.l.) y remolacha azucarera (Bettavulgaris, l) respectivamente.

Altieri, W. (2004). *Nutrición mineral de las plantas*. Guayaquil: Fitosan S.A.

Alva, N., Bayona, G., Bocanegra, E., Castillo, E., Zavaleta, D., & Zúñiga, A. (2018). *Empresa productora y comercializadora de humus de lombriz GENEDA S.A.C*. Obtenido de Universidad Nacional de Santa, Facultad de Ingeniería : <https://es.scribd.com/document/396475455/analisis-de-entorno>

Aroldo, C. (2012). Descripción del sistema de producción de lombricompost en la finca San Sebastián, San Miguel Dueñas, Sacatepéquez. *tesis ingeniería agrónoma USAC facultad agronomía*. Guatemala.

Arteaga, M. a. (2006). Evaluación de las aplicaciones foliares de humus líquido en el cultivo del tomate variedad Amalia en condiciones de producción. *Cultivos tropicales*, 95-101.

Arteaga, M., Garcés, N., Novo, R., Guridi, F., Pino, J., Acosta, M., & Besu, D. (2007). Influencia de la aplicación foliar del bioestimulante liplant sobre algunos indicadores biológicos del suelo. *Revista de Protección Vegetal Rev. Protección Veg. Volumen 22 numero.2*.

Ayaz, F., Hayirlioglu, S., Alpay-Karaoglu, S., Grúz, J., Valentová, K., Ulrichová, J., & Strnad, M. (2008). *Food Chem*. Obtenido de Phenolic acid content of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.) extracts and their antioxidant and antibacterial activities: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.003>.

Banzinger, M., Edemeades, G. O., & Bolaños, J. (1990). La relación entre peso fresco y seco del restrojo de maíz en diferentes estados fenológicos del cultivo. Guatemala.

Becerra-Moreno, A., Alanís-Garza, P., Mora-Nieves, J., Mora-Mora, J., & Jacobo-Velázquez, D. (2014). Kale: An excellent source of vitamin C, pro-vitamin A, lutein and glucosinolates. *CyTA Journal of Food*, 3-12.

Blanco, M. (3 de Julio de 2015). Obtenido de Lombricultura 2: <http://es.slideshare.net/Chemaio/lombricultura-2>

Blanco, N. M., Hagggar, J., Moraga, Q. P., Madriz, S. J., & Pavón, S. G. (2002). *Crecimiento y desarrollo del café (Coffea arabica L) en diferentes ambientes*. Managua.

BORRERO, C. (2008). *abonos organicos* . Obtenido de infoagro.com: https://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos_guaviare.htm

Briceño, A., & Pérez, A. (2017). *Utilización de la lombriz roja californiana (Eisenia foetida) como alternativa amigable al medio ambiente para el cultivo del café, finca Santa Dolores*. Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni/3795/1/51771.pdf>

Brooks, L. Y. (2004). *Proyecto lechero Jaibo*. Obtenido de Desechos sólidos orgánicos, se aprovechan en la tecnología de la lombricultura: www.cuba-si.de/milch/oeko-lm/lombricultura-2004.pdf

Cadena, L. (2014). Efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de lixiviado de humus de lombriz y dos formas de aplicación en el cultivo de espinaca (*Spinaceaoleracea* L), bajo ambiente protegido. *Tesis de Grado Ing. Agrónomo Universidad Mayor de San Andrés*. La Paz, Bolivia.

Cakmak, I. (julio de 2017). *Una nueva era para la fertilización foliar*. Obtenido de Red agrícola: <http://www.redagricola.com/cl/una-nueva-la-fertilizacion-foliar/>

Calzada , J. (1982). *Métodos estadísticos para la investigación*. Lima. Perú.: Edit. Jurídica S.A.

Canelas, L., Olivares, L., Osorio Kavav, A., & Fagania, A. (2002). Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation lateral root emergence and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize root. Rio de Janeiro.

Capistran, F., Aranda, D., & Romero, J. (2004). *Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje*. En *Instituto de Ecología* (pág. 155). Xalapa .

Cartagena. (2002). *Manejo de Sistemas Orgánicos*. Ed. CEADU-IICA - UNION EUROPEA - CESVI.

Cartea, M., Lema, M., Francisco, M., & Velasco, P. (2011). *Basic information on vegetable Brassica crops*. . Obtenido de Genet. genomics Breed. Veg. Brassicas : <https://doi.org/doi:10.1201/b10880-2\r10.1201/b10880-2>

Casanovas, E. (22 de octubre de 2015). *Picaronablog*. Obtenido de Kale, qué es y cómo se cultiva: <https://www.picaronablog.com/2015/10/kale-que-es-como-cultiva.html>

Casco , A. (2005). Producción de biofertilizantes líquidos a base de lombricompost. *Compendio de investigaciones. Universidad Nacional del nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE*. Corrientes, Argentina.

Castillo, A., Hernández, D., & Ojeda, D. (2010). *Effect of Californian Red Worm (Eiseniafoetida) on the nutrient dynamics of a mixture of semicomposted materials.*

Chavarria. (2011). Producción de abonos orgánicos. *Compendio de Agricultura Urbana .Modalidad Organopónicos y Huertos Intensivos, 27.*

Chavez. (2017). *Respuestas al estrés por calor en los cultivos. II* . Obtenido de Tolerancia y tratamiento agronómico: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/437/43748637021/43748637021.pdf>

Cillóniz, B. (10 de octubre de 2017). *AgroForum.pe*. Obtenido de Manual técnico de cultivo del kale o col rizada: <https://www.agroforum.pe/agro-noticias/manual-tecnico-de-cultivo-del-kale-o-col-rizada-12379/>

Conil, P. (2010). Las bases de la fertilización orgánica. En P. Conil, *curso internacional sobre fertilización de caña* (pág. 6). Cali: TECNICAÑA-CIAT.

Cruz, J. V. (octubre de 2017). *Redagricola*. Obtenido de Beneficios del extracto líquido de humus de lombriz para activar el suelo: <http://www.redagricola.com/cl/beneficios-del-extracto-liquido-de-humus-de-lombriz-para-activar-el-suelo/>

Cuenca, F. (mayo de 2012). *TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS*. Obtenido de El Huerto urbano: <https://www.elhuertourbano.net/abonos/tipos-de-abonos-organicos/>

Decoteau. (2002). Fertilización edáfica y foliar en Amarantho (*Amaranthus hoypchondriacus* L.) tipo mercado. En *Tesis de M. en C. CEDAF-CP. Montecillo, Méx.*

Dekker, P. (2019). Bejo Semillas Argentinas SA . *KALE EN EL MUNDO*. Argentina .

Durán, L., & Henríquez, C. (2007). *“Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos”*. *Agronomía Costarricense*.

Escobar, A. (2013). Corporación Universitaria la Sallista. *Usos potenciales del Humus Abono orgánico, lixiviado y sólido en la empresa Fertilombriz. Caldas.*

FAO. (2003). *Guía para las observaciones en el campo* . Obtenido de (Organización mundial de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación) : <http://www.agricultura.gov.do/perfiles/arroz>.

FAO . (2014). Obtenido de BIOENERGÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA ÉVALUACIÓN RÁPIDA (BEFS RA) PRODUCCION DE CULTIVOS : <http://www.fao.org/3/a-bp851s.pdf>

FAO. (s.f.). Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos . *Riego y drenaje* , 6.

FAO- UNESCO. (1998). Manual de fertilidad. En F. UNESCO, *Guía de fertilizantes y nutrición vegetal* (pág. 120).

Fernández. (octubre de 2010). *Evaluación Agronomica de Sustancias Húmicas Derivadas del Humus de Lombriz*. Obtenido de Universidad Católica de Chile Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal: Fernández, 2003. Evaluación Agronómica de Sustancias Húmicas Derivadas del Humus de Lombriz. Santiago – Chile. Proyecto de Título. Pontificia Universidad Católica <http://www.inventati.org/columnanegra/ecoagricultura/wordpress/wpcontent/uploads/2010/10>

Fernandez. (2015). Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por *Rhizobium phaseoli* en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). . En *Tesis de M. en C. CEDAF-CP. Chapingo, Méx.*

Fernández, & Escobar, R. (1996). *Planificación y diseño de plantaciones frutales*. Madrid: Mundi-prensa.

Fernandez, M. (Agosto de 2014). *Universidad Catolicia de Chile Facultad de Agronomia e Ingenieria forestal*. Obtenido de Evaluación Agronomica de Sustancias Húmicas Derivadas del Humus de Lombriz : <http://www.inventati.org/columnanegra/ecoagricultura/wordpress/wpcontent/uploads/2010/10/Humus.pdf>

Ferreres, F., Fernandes, F., Olivera, J., & Pereira, J. (2009). *Profiling metabólico y capacidad biológica de Pieris brassicae alimentado con col rizada (Brassicaoleracea L. var. acephala), Toxicología alimentaria y química.*

Fregoni, & M. (1986). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical . *Some aspects of epigeal nutrition of grapevines*. pp. 205-211. Berlin: A. Alexander.

Frezza , D. (2019). Cultivos Protegidos (Guía de Trabajos Prácticos). CEABA. Buenos Aires.

Galindo, A. M. (febrero de 2015). *Reciclaje de residuos orgánicos: La vermicomposta*. Obtenido de Ifeel maps: <https://www.ifeelmaps.com/blog/2015/02/reciclaje-de-residuos-organicos--la-vermicomposta>

García, & Félix. (2014). *Fundacion produce SINALOA A.C*. Obtenido de manual para la producción de abonos organicos y biorracionales: www.fps.org.mx

García, F. (2015). *Familia Brassicáceas*. Obtenido de Escuela Superior del Medio Rural y Enogía Universidad Politécnica de Valencia: : www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas

García, M. C. (2013). *Elaboración de abono orgánico a base de lombriz roja californiana*.

González. (s.f.). *Enfermedades de las crucíferas*. Obtenido de <http://www.pv.fagro.edu.uy/cursos/pvh/DocsPVH/enfermedadesdecrucifera.pdf>

Gottau, G. (2016). *Vitonica*. Obtenido de Cultivo de Kale y sus características: <https://www.vitonica.com/alimentos/todo-sobre-el-kale-propiedades-beneficios-y-su-uso-en-la-cocina>

Growing. (2017). *Guide For Kale - Organic Seeds*. Obtenido de www.organicseed.co.za/dl/gg/grow_guide_kale.pdf -

Guardiola, B. J., & Amparo, G. L. (1990). Nutrición y transporte . En B. J. Guardiola, & G. L. Amparo, *Fisiología Vegetal* (pág. 440). Madrid: Síntesis.

Guerrero, B. J. (1993). *"Abonos orgánicos - Tecnología para el manejo ecológico del suelo"*, . Lima-Perú.

Guía Nutrición. (10 de septiembre de 2019). *Kale: Propiedades y usos del Superalimento Detox más Saludable*. Obtenido de Guía Nutrición: <https://guianutricion.net/superalimentos/kale/>

Gutierrez, R. (2007). Lombricultura. En *Alternativa ambientalista Socioeconómica ilimitada* (pág. 50). Trujillo.

Guzman, P., Fernandez, V., Graca, J., Cabral, V., Kayali, N., Khayet, M., & Gil, L. (2013). Chemical and structural analysis of Eucalyptus globulus and E. camaldulensis leaf cuticles: a lipidized cell wall region. *Plant Science*, 5.

Hagen, S., Borge, G., Solhaug, K., & Bengtsson, G. (2009). Effect of cold storage and harvest date on bioactive compounds in curly kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*). *Postharvest Biology and Technology*, 36-42.

Hertog, M., Hollman, P., & Katan, M. (1992). Contenido de flavonoides potencialmente anticarcinogénicos de 28 verduras y 9 frutas comúnmente consumidas en los Países Bajos. *Revista de Química Agrícola y Alimentaria*.

Hilaquita, R. (2017). Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. *Evaluación del rendimiento de dos variedades de col rizada (Brassica oleracea var. Sabellica) bajo tres niveles de abonamiento foliar orgánico aeróbico en el centro experimental de cota cota*.

Huallpa, F. (2010). Tesis Ing. Agr. UMSA – Facultad de Agronomía. *Comportamiento Productivo de Variedades de Nabo (Brassica napus L.) con diferentes Abonos Orgánicos en el Altiplano Norte de La Paz*. La Paz, Bolivia.

INIA. (2008). *Innovaciones tecnológicas y mercados diferenciados para productores de papa nativa*. Huancayo.

Izar, J., & Izar, J. (2014). Obtenido de Lombricultura, una opción sustentable de producción de alimentos para el campo mexicano: https://www.researchgate.net/publication/263426152_LOMBRICULTURA_UNA_OPCION_SUSTENTABLE_DE_PRODUCCION_DE_ALIMENTOS_PARA_EL_CAMPO_MEXICANO

J.C., G. (2015). Friely, "col+crespa", Productos Agrícolas Asmisibles en los Estados Unidos . *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura* , 16.

K., A. (2014). *Postharvest Characterization of Kale (Brassica oleracea L. var acephala DC.)*. Obtenido de A study of the impact of leaf maturity, fresh-cut preparation and storage conditions:
<https://search.proquest.com/openview/0a78d07b8cbe663d27e602c897e1de1f/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1875&diss=y>

Kadam, S., & Shinde, K. (1998). Other crucifers in *Handbook of Vegetable Science and Technology. Production, Composition, Storage and Processing*. Salunkhe, D.K., Kadam, S.S. *Marcel Dekker, Inc. New York*. 721., 721.

Kale, una bomba de vitaminas popular entre los estadounidenses. (02 de Septiembre de 2017). *Diario Las Americas*, pág. 1.

Knott, J. (1957). *Handbook for vegetable growers*. London.

Krarup, N. (2008). Seminario perspectivas hortofrutícolas para la IX Región, CORFO. *Perspectivas hortícolas de la IX Región*. Temuco, Chile.

Leon, D. (abril de 2017). *ACADEMIA*. Obtenido de Características y Propiedades del Humus de lombriz:
https://www.academia.edu/24415645/Caracter%C3%ADsticas_y_Propiedades_del_Humus_de_lombriz

Lira, S. (1994). Fisiología Vegetal. En *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro* (pág. 237). Editorial Trillas.

Lorente, J. (1998). *Biblioteca de la Agricultura*. Barcelona: Lexus.

Machaca, F. (2007). Tesis Ingeniero Agrónomo Facultad de Agronomía Universidad Mayor de San Andrés. *Efecto de Niveles de Estiércol de Ovino en el Rendimiento de Variedades de Apio (Apium graveolens L.) Bajo Ambiente Protegido en el Municipio de El Alto*. La Paz, Bolivia.

Mamani, E. (2011). *Materia orgánica y producción de abonos orgánicos para la agricultura ecológica*. Puno: Unidad de publicaciones.

Mannise, R. (13 de mayo de 2019). *Ecocosas*. Obtenido de Col kale o col rizada, propiedades y cultivo: <https://ecocosas.com/cocina-y-alimentos/kale-col-rizada/?cn-reloaded=1>

Marín. (2007). Tesis. UNA. *Evaluación de dos dosis de fertilizantes orgánicos (gallinaza, estiércol vacuno) y un mineral sobre la dinámica del crecimiento y rendimiento del Maíz (Zea mays L.) variedad NB-6*. Managua, Nicaragua.

Maroto, J. V. (1992). *Horticultura herbácea especial*. Madrid España: Ediciones Mundi-Prensa.

Martin, A. (18 de agosto de 2017). *Nutrición vegetal antagonismo y sinergias entre elementos nutritivos*. Obtenido de herogafertilizantes.com

Martínez. (1996). *Manual de Lombricultura*. Madrid: Ediciones Mundiprensa.

Masabni, J. (2014). *Profesor Asistente y Horticultor de Extensión del Departamento de Ciencias Hortícolas del Sistema Universitario*. Texas.

Matelian George. (s.f.). *Foundation Kale*. Obtenido de www.whfoods.com

Mejia, M. (2001). *Agricultura Ecológica*. bogota colombia: Terranova Editores.

Melgar, R. (2005). *Aplicación Foliar de Micronutrientes*. Obtenido de Agrolluvia: <http://agrolluvia.com/wpcontent/uploads/2010/05/Aplicación-Foliar-deMicronutrientes-Artículos.pdf>

Mondino, M. (2019). Características generales de las Brassicaceas. *Fac. Cs. Agrarias UNR*.

Montes. (1982). *Geografía y Recursos Naturales de Bolivia*. La Paz: EDOBOL.

Montian, G. (2019). *Kale: una hortaliza promisorio en el Cinturón Hortícola de Rosario*. Obtenido de Análisis sensorial en la Facultad de Ciencias Agrarias : <https://fcagr.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2019/12/03AM55.pdf>

Neugart, S., Fiol, M., Schreiner, M., Rohn, S., Zrenner, R., Kroh, L., & Krumbein, A. (2014). Interaction of moderate UV-B exposure and temperature on the formation of structurally different flavonol glycosides and hydroxycinnamic acid derivatives in Kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 18.

Nicholls, C., & Altieri, M. (2006). *Manejo de la fertilidad de suelos e insectos plaga: armonizando la salud del suelo y la salud de las plantas en los agroecosistemas. Manejo Integrado de plagas y agroecología.*

Núñez, M., & Robaina, C. (2000). *Nuevos reguladores del crecimiento vegetal con amplias perspectivas para la agricultura.* La Habana: Instituto Agronómico.

Ojeda, V. (2017). *Evaluación de biofertilizante foliar a base de frutas en la asimilación de nutrientes en la lechuga (Lactuca sativa L.).* Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26752/1/Tesis183%20%20Ingeniería%20Agronómica%20-CD%20538.pdf>

Olivares. (2012). *Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejorados del suelo.* Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v28n1/v28n1a3.pdf>

Olivos. (2016). *BRASSICACEAE El huerto.* Obtenido de <http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Ense%C3%B1anza/Clases%20Oleri%20general/Brassicaceae%202016.pdf>

Onegreenplanet. (2016). *Tipos populares de col rizada y sus beneficios de salud.* Obtenido de Onegreeplanet: <http://www.onegreenplanet.org/vegan-food/popular-types-of-kale-and-their-health-benefits/>

Ordas, A. (2004). Daños y métodos de control de los principales enemigos de cultivos. *Plagas y enfermedades de coles y coliflores.*

Oregon State University . (1 de octubre de 2016). *Variedades de Col Rizada.* Obtenido de Oregon State University : <https://www.foodhero.org/es/healthy-food/variedades-de-col-rizada>

Pacheco, A. (2008). Mejorador de suelos y complemento de la fertilización. *Revista Hortalizas*, 56.

Park, J., Parque, S., Arasu, M., Jiang, N., & Choi, S. (2014). Perfilado metabolito de fenólicos, antocianinas y flavonols incabbage (*Brassica oleracea* var. ta capita). En *La cosecha* (págs. 8-14). Prod. 60.

Paul, N. K. (1991). *Influence of temperature on leaf area development in Brassica species. Bangladesh journal of botany.*

Peña, G., & Muñoz Baeza, C. (2019). Producción de hortalizas “asiáticas” en Chiloé. *INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS.*

Pérez, G., Martínez, & Laborde, J. (1994). Introducción a la fisiología vegetal. *ediciones mundi-prensa*, 181.

Pérez, M. J. y Equinos agrícolas MCCH. (2014). Fertilización orgánica. En M. J. Pérez, *Fertilización orgánica* (pág. 11). Quito: MAQUITA CUSHUNCHIC.

Pérez, T., Núñez, M., & Alfonso, J. L. (2000). Efecto de bioestimuladores cubanos en la producción y calidad en dos variedades de tomate. La Habana: Universidad Agraria de La Habana (UNAH)-Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). La Habana, Cuba.

Perrin, R., Wikelmann, D., Moscardi, E., & Anderson, J. (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. En *Manual Metodológico* (pág. 79). DF.

Pleasant, B. (22 de septiembre de 2015). *Via Organica*. Obtenido de Cómo Cultivar Kale Orgánico en Casa: <https://viaorganica.org/kale-cultiva-una-fuente-de-hierro-en-casa/>

Podsdek, A. (2007). *A review. LWT-Food Science and Technology. 40(1): 1-11.* Obtenido de Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.07.023>

Quintas, J. M. (04 de diciembre de 2019). Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo Carrera de Agronomía . *Kale verde: Efecto de factores precosecha y poscosecha sobre algunos atributos de calidad* . Plan 2008.

Ramírez, F. (2000). *Fertilidad de Suelo y Nutrición de Plantas*. Obtenido de Corporación Misti S.A: www.agrobanco.com.pe/CONCEPTOS_DE_FERTILIDAD_DE_SUELO_Y_FERTILIZANTES.pdf.

Ramos, D. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35.

Ramos, N. (11 de octubre de 2019). *Kale: Conoce sus propiedades, beneficios y contraindicaciones*. Obtenido de Sala de prensa: <https://www.saladeprensa.org/salud/kale-propiedades-beneficios-contraindicaciones/>

Restrepo, J. (2001). *Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares*. San José Costa Rica : IICA.

Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. (2017). Propiedades antioxidantes del extracto acuoso de Brassica oleracea var. Sabellica. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*.

Reyes, A. (2017). Propiedades antioxidantes del extracto acuoso de Brassica oleracea var. sabellica. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Vol.3 No.8*, 30-34.

Rivas, R. (2018). *Lombricultura*. Obtenido de Agrotendencia: <https://agrotendencia.tv/agropedia/lombricultura/>

Rodríguez. (1989). Fertilizantes-Nutrición vegetal. D.F. México: AGT Editor .

Rodríguez, D. (20 de octubre de 2016). *Tipos de abonos orgánicos*. Obtenido de Tiposde.com: https://www.tiposde.com/abonos_organicos.html

Rojas , F. (2004). Evaluación de Riego Tradicional Parcelario de Alfalfares (Medicago sativa) de la Central de Riego unificado del El Choro (Provincia Cercado, Oruro). *Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía*. La Paz, Bolivia.

Rolls, B., Ello Martin, J., & Tohill, C. (2004). What can intervention studies tell us about the relationship between fruit and vegetable consumption and weight management? *Nutrition Reviews*, 1-17.

Ronen, E. (2014). *Fertilización Foliar. Otra exitosa forma de nutrir a las plantas*. Obtenido de Fertilizando.com: <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Foliar%20-%20Otra%20forma%20exitosa.asp>

Saavedra, G. (2019). *Kale Brassica oleracea convar. var. acephala*. Obtenido de Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA / MINISTERIO DE AGRICULTURA: www.ecorfan.org

Sabelatierra. (Marzo de 2016). *Kale la hortaliza de moda*. Obtenido de <http://www.sabelatierra.com/index.php/kale-la-hortaliza-de-moda/>

Samec, D., Urlic, B., & Salopek-Sondi, B. (2019). Review of the scientific evidence behind the statement. Critical reviews in food science and nutrition,. *Kale (Brassica oleracea var. acephala) as a superfood*, 15.

Sanchez, C. (2011). *Abonos Orgánicos y Lombricultura*. Lima: Editorial RIPALME.

Sánchez, M. (2017). *Cultivo de la col rizada*. Obtenido de <https://www.jardineriaon.com/cultivo-de-la-col-rizada.html>

Sánchez, M., & Strassera, A. (2020). *INTA*. Obtenido de Cultivo de kale: adversidades bióticas: inta.gob.ar/noticias

Santander, H. (2015). *Desarrollo Técnico de un Hidrolizado Líquido de Gallinaza como fertilizante foliar*. Obtenido de Tesis Lima-Perú: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1417/t007344.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Santos, A. T. (2014). Efecto de los abonos orgánicos y sus características en el suelo. *Cultura Órganica*, 14-15.

SCHULD, M. (2006). *Manual de lombricultura teoría y práctica*. Madrid: Mundi-Prensa.

SENA. (1999). Centro Multisectorial de Fusagasugá. En *Proyecto de Capacitación en Agricultura Orgánica* (pág. 71).

SENAMHI. (2014). *Base de datos climáticos La Paz*. Obtenido de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología: <https://www.senamhi.gob.bo/sismet>

Sierra, C. (28 de agosto de 2018). Cómo enfrentar la fertilización de las hortalizas. *El mercurio*, pág. 1.

Somatico, S. (22 de enero de 2018). *Infocampo.com.ar*. Obtenido de Kale: la hortaliza que está en la mira de todos por sus propiedades nutritivas: <https://www.infocampo.com.ar/kale-la-hortaliza-que-esta-en-la-mira-de-todos-por-sus-propiedades-nutritivas/>

Suárez, G. (2002). *Compostaje y Lombricultura, una combinación perfecta para el campo*. Caracas: TEG.

Swietlik, & Faust. (1984). Foliar nutrition of fruit crops. USA: Ediciones Horticultural reviews.

Talalay, P., & Fahey, J. (2001). Phytochemicals from cruciferous plants protect against cancer by modulating carcinogen metabolism. *Journal of Nutrition*, 131.

Tamashiro, S. (octubre de 2017). *Kale, una hortaliza en auge que interesa a investigadores*. Obtenido de <http://sobrelatierra.agro.uba.ar/kale-una-hortaliza-en-auge-que-interesa-a-investigadores/>

Tellez. (2004). Tesis Ing. Agr. Quetzaltenango. *Evaluación del contenido nutricional del humus obtenido de la degradación de cuatro sustratos orgánicos por la lombriz coqueta roja (Eisenia foetida), y la incidencia en su reproducción, en la Aldea La Federación, Municipio de San Marcos*. Usac, Guatemala.

Tito. (2013). Tratado de Horticultura Herbácea. Barcelona – España: Editorial Aedos.

Trinidad- Santos, A., & Aguilar- Manjarrez, D. (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Terra Latinoamericana 17.

Tristano, E. (2019). Comportamiento productivo de kale verde y morado cultivados a campo e invernadero con y sin mulching. *Ensayo realizado bajo convenio Horticultura FAUBA-CAPPA*. Argentina.

Tropicos.org. (2019). Obtenido de Missouri Botanical Garden: <http://www.tropicos.org/Name/100358311?langid=66>.

USDA. (2012). *Fresh Vegetables Availability Retrieved from*.

USDA. (2016). National Database for Standard Reference.

USDA. (2019). Obtenido de <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168421/nutrients>.

Van Haeff, & Berlijin, D. (1992). Manual para educación agropecuaria. Editorial Trillas.

Venegas, C. (2008). *Fertilización foliar complementaria*. Obtenido de Agrys: <http://www.jadefo.org.mx/jwp/wp-content/uploads/Fertilizacion.pdf>

Vigliola, M. (1992). *Manual de horticultura*. Buenos Aires: Hemisferio sur.

Villa, O. (2010). Obtención y evaluación de humus de lombriz en estado líquido en condiciones controladas utilizando al cultivo del Maíz (*Zea maiz*, L) como planta indicadora. *Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. FAME. UNISS. Cuba*.

Villasanti, C., & Román, P. (2013). *EL MANEJO DEL SUELO EN LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS CON BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS* . Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3361s.pdf>

Yugsi, L. (2011). *Elaboración y Uso de Abonos Orgánicos*. Quito: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP.

ANEXOS

ANEXO 1

Ciclos del cultivo de Col Rizada



1° ciclo: producción vegetativa (de aproximadamente 6 -7 meses)



2° ciclo: floración- fructificación- producción de semillas (inducción floral bajas temperatura y días cortos).

Fuente: (Frezza, 2019)

ANEXO 2

Variedades de Col Rizada



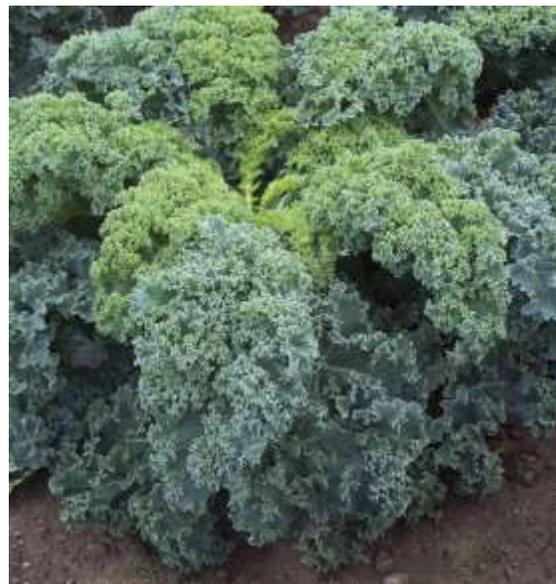
ANEXO 3

Variedades comerciales de col rizada

Variedad Redbor



Variedad Darkibor



Cálculo para el abono orgánico Caldo de humus de lombriz

Para F1

Para F2

TOTAL APLICACIONES

TOTAL APLICACIONES

9 aplicaciones

4 aplicaciones

1,25 kg de humus _____ 1 aplicación

1,25 kg de humus _____ 1 aplicación

X _____ 2 aplicaciones

X = 2,5 de humus de lombriz

X = 1,25 kg de humus de lombriz

2,5 kg de humus _____ 1 aplicación

2,5 kg de humus _____ 1 aplicación

X _____ 7 aplicaciones

X _____ 3 aplicaciones

X = 17,5 kg de humus de lombriz

X = 7,5 kg de humus de lombriz

TOTAL: 2,5 +17,5= 20 kg de humus de lombriz TOTAL: 1,25 +7,5= 8,75 kg de humus

Total abono orgánico Humus de Lombriz empleado en la investigación = 20,75 kg

Cálculo para el estiércol de Gallina (testigo y tratamientos)

➤ Para los bloques: 3,34 kg de estiércol de gallinaza seco /1 m² (6 tratamientos)

3,34 kg de estiércol de gallina _____ 1 m²

X _____ 18 m²

X = 60 kg de estiércol de gallina

Total estiércol de gallina seco empleado en la investigación = 60 kg

ANEXO 4.

Temperaturas en el invernadero					
Año	Meses	Día	Temperaturas		
			Mínima °C	Máxima °C	Media °C
2019	Enero	30/1/2019	6	23	35
	Febrero	6/2/2019	8	24	33
		13/2/2019	7	25	34
		20/2/2019	9	24	35
		27/2/2019	7	23	33
	Marzo	6/3/2019	5	25	31
		13/3/2019	6	24	32
		20/3/2019	6	26	34
		27/3/2019	6	25	33
	Abril	3/4/2019	6	25	30
		10/4/2019	5	23	32
		17/4/2019	3	22	30
		24/4/2019	5	23	31
	Mayo	1/5/2019	2	23	30
		8/5/2019	2	23	32
		15/5/2019	2	20	30

ANEXO 5.
BASE DE DATOS

ALTURA DE PLANTA (cm)		
	Tratamientos	A los 50 días
I	T1	43
	T2	45
	T3	45
	T4	49
	T5	50
	T6	52
II	T1	39
	T2	40
	T3	43
	T4	48
	T5	53
	T6	58
III	T1	40
	T2	43
	T3	43
	T4	42
	T5	47
	T6	52

ANCHO DE HOJA (cm)		
	Tratamientos	A los 50 días
I	T1	7
	T2	8
	T3	9
	T4	9
	T5	11
	T6	12
II	T1	9
	T2	9
	T3	9
	T4	10
	T5	11
	T6	12
III	T1	9
	T2	8
	T3	9
	T4	10
	T5	12
	T6	11

LARGO DE HOJA (cm)		
	Tratamientos	A los 50 días
I	T1	12
	T2	11
	T3	13
	T4	15
	T5	19
	T6	20
II	T1	11
	T2	12
	T3	15
	T4	15
	T5	20
	T6	18
III	T1	11
	T2	11
	T3	13
	T4	14
	T5	18
	T6	18

DIÁMETRO DE TALLO (cm)		
	Tratamientos	A los 50 días
I	T1	6
	T2	6
	T3	6
	T4	7
	T5	8
	T6	8
II	T1	6
	T2	7
	T3	8
	T4	7
	T5	9
	T6	9
III	T1	6
	T2	8
	T3	7
	T4	8
	T5	9
	T6	8

NÚMERO DE HOJAS					
TRATAMIENTOS		43 días	57 días	78 días	92 días
I	T1	4	5	4	3
	T2	4	6	4	4
	T3	5	5	5	5
	T4	4	5	5	4
	T5	8	7	7	6
	T6	7	6	6	5
II	T1	5	4	4	4
	T2	4	4	5	5
	T3	5	5	6	7
	T4	5	6	5	5
	T5	7	7	7	7
	T6	6	6	5	5
III	T1	4	5	5	4
	T2	4	4	4	4
	T3	5	5	6	6
	T4	4	6	5	5
	T5	7	7	7	7
	T6	6	6	6	5

RENDIMIENTO EN PESO FRESCO (g/planta)					
TRATAMIENTOS	43 días	57 días	78 días	92 días	
I	T1	27,66	33,6	39,3	38,3
	T2	27	36	64	59,5
	T3	43,66	40,6	51,3	51
	T4	40,5	41	78	74
	T5	49,33	45,6	58,3	56,3
	T6	50,5	54,5	87,5	79,5
II	T1	32,33	37	43,3	40,33
	T2	38,5	43,5	69	63,5
	T3	41,66	44	57,6	54
	T4	55	57	74	79
	T5	60,66	63,33	69,3	66
	T6	63,5	61	86	81,5
III	T1	29,66	43,6	45,6	42
	T2	31,5	40,5	59,5	57,5
	T3	48	51	55	53,3
	T4	47,5	51	62	70,5
	T5	55,33	58	60,33	58,6
	T6	64,5	65,5	79	79

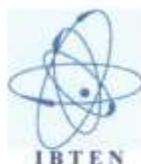
ANEXO 6.

Presupuesto de los materiales:

Detalle	Unidad	Cantidad	Costo/Unidad (Bs)	Costo Total (Bs)
Material biológico				
Estiércol de gallina	Kg	30	2	60
Humus de lombriz	Kg	28,75	3	86,25
Semillas de col rizada	bolsa (200 semillas)	1	60	60
Semillas de col Blanca	bolsa (200 semillas)	1	60	60
Materiales de laboratorio				
Análisis físico-químico de suelo	Muestra	1	275	275
Análisis del caldo de humus de lombriz	Muestra	1	399	399
Materiales del gabinete				
Hojas de papel	Hojas	30	0,10	3
Termómetros	1	1	50	50
Cuadernos	1	1	5	5
Calculadora	1	1	50	50
Cámara fotográfica	1	1	1200	1200
TOTAL				2248,25

ANEXO 7.

Análisis físico químico del suelo.



MINISTERIO DE ENERGÍAS
 INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR
 CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES
 UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : OLINDA ARUQUIPA ALEJO

NO SOLICITUD: 064 / 2019

PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ,

FECHA DE RECEPCION : 03 / Abril / 2019

Provincia : MURILLO

FECHA DE ENTREGA : 03 / Mayo / 2019

CIUDAD DE EL ALTO

FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA

DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE SUELO : Zona Ventilla : suelo de carpa

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
156-01 /2019	T E X T U R A	ARENA	49	%	Hidrómetro de Bouyoucos
156-02 /2019		ARCILLA	18	%	Hidrómetro de Bouyoucos
156-03 /2019		LIMO	33	%	Hidrómetro de Bouyoucos
156-04 /2019		CLASE TEXTURAL	F	-	Hidrómetro de Bouyoucos
156-05 /2019		GRAVA	0.0	%	Gravimetría
156-06 /2019	CARBONATOS LIBRES	PP	-	Reacción ácida	
156-07 /2019	pH en agua 1.5	6.69	-	Potenciometría	
156-08 /2019	pH en KCl 1.5	6.67	-	Potenciometría	
156-09 /2019	Conductividad eléctrica en agua, 1.5	7.050	dS/m	Conductancia	
156-10 /2019	C A T I O N E S	Acidez de cambio (Al + H)	1.71	meq/100 g	Volumetría
156-11 /2019		Calcio	19.18	meq/100 g	Absorción atómica
156-12 /2019		Magnesio	11.07	meq/100 g	Absorción atómica
156-13 /2019		Sodio	4.25	meq/100 g	Emisión atómica
156-14 /2019		Potasio	12.79	meq/100 g	Emisión atómica
156-15 /2019	Materia orgánica	13.91	%	Walkley Black	
156-16 /2019	Nitrógeno total	0.81	%	Kjeldahl	
156-17 /2019	Fósforo asimilable	126.38	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES,- ** Cationes de Cambio Ca extraído con AcNa 1 N, Mg, Na y K extraídos con AcNH₄ 1 N.

C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.

CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso

FA : Franco Arenoso. YL : Arcilloso Limoso

L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso

AF : Arenoso Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso

A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso

FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



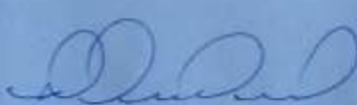
[Handwritten Signature]

RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

ANEXO 8.

Análisis físico químico del abono orgánico Caldo de humus de lombriz.

	MINISTERIO DE ENERGÍAS INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL			
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE ABONOS				
INTERESADO : <i>JHONNY LEONARDO ASPI CHARCAS</i>	N° SOLICITUD: <i>057 / 2019</i>			
PROCEDENCIA : <i>Departamento LA PAZ,</i> <i>Provincia : MURILLO</i> <i>VENTILLA</i> <i>A P R O D A M H</i>	FECHA DE RECEPCION : <i>28 / Marzo / 2019</i> FECHA DE ENTREGA : <i>23 / Abril / 2019</i>			
PRODUCTO : <i>MUESTRA DE HUMUS LÍQUIDO - Ventilla invernadero</i>				
N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
141-01 /2019	Nitrógeno	550,000	mg/L N	Fijado
141-02 /2019	Fósforo	47,300	mg/L P	Espectrofotometría UV-Visible
141-03 /2019	Potasio	13,978	mg/L K	Emisión atómica
141-04 /2019	Sodio	0,003	mg/L Na	Emisión atómica
141-05 /2019	Carbono orgánico	0,25	mg/L	Walkley Black
141-06 /2019	Calcio	157,202	mg/L Ca	Absorción atómica
141-07 /2019	Magnesio	70,004	mg/L Mg	Absorción atómica
141-08 /2019	Hierro	0,86	mg/L Fe	Absorción atómica
141-09 /2019	Manganeso	< 0,033	mg/L Mn	Absorción atómica
141-10 /2019	Cobre	< 0,045	mg/L Cu	Absorción atómica
141-11 /2019	Zinc	0,09	mg/L Zn	Absorción atómica
141-12 /2019	pH	6,25	-	Potenciometría
141-13 /2019	Conductividad eléctrica	2,55	mS / cm	Potenciometría
OBSERVACIONES.- <i>Resultados en base húmeda.</i>				
		 RESPONSABLE DE LABORATORIO JORGE CHUNGARA C.		
<small>Of. Av. 8 de Agosto 2805, Tel: 2433461 - 2430325 - 2433677 - 2128303 Fax: (591) 21 2433063, La Paz - Bolivia/Ciudad 4621, Tel: 2800095 Ch'Wacha, E-mail: ibten@ibtenet.bo * Página Web: www.ibten.gov.bo</small>				

ANEXO 9.

Toma de datos



ANEXO 10.

Fases fenológicas.

Emergencia



Formación o crecimiento foliar



Cosechas

