



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

CALIBRACIÓN DE LA DOSIS DE NITRÓGENO MEDIANTE DOS
ABONOS ORGÁNICOS Y EL NITRATO DE CALCIO,
UTILIZANDO EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleraceae* L.
Var. Avenger), EN EL CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE
CHIMBORAZO

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: INTI DANIEL TENESACA LEMA

DIRECTOR: Ing. JOSÉ FRANKLIN ARCOS TORRES Ms.C

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, **Inti Daniel Tenesaca Lema**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, INTI DANIEL TENESACA LEMA, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 14 de julio de 2022






Inti Daniel Tenesaca Lema

060581366-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación: **CALIBRACIÓN DE LA DOSIS DE NITRÓGENO MEDIANTE DOS ABONOS ORGÁNICOS Y EL NITRATO DE CALCIO, UTILIZANDO EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleraceae* L. Var. Avenger), EN EL CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, realizado por el señor: **INTI DANIEL TENESACA LEMA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova, PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-07-14
Ing. José Franklin Arcos Torres, Ms.C DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-07-14
Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval, PhD. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-07-14

KUNARIY / DEDICATORIA

Kay llankayta karani Ñuka Yaya y Ñuka Mama, kawsayta karashkamanta. Ñuka wawki-panikunamanpash, kay ñanpi ñukawan tantalla purishkamanta, ñuka muskuykunata paktachinkapak.

Kaya Kama aylluman, kankunapak kuyay-kimirimanta, shinapash ñuka yachaykuna mana tiyanmanchu karka.

Ñuka ayllukunaman, mashnallami kankunapak ikkari, yanapaykuna, kamaykuna karashkamanta.

Ñuka Markak Mamakunaman, paykunapa iñiyta kuyaytapash yachachishka uchillamanta.

Ñuka sumak mashikunaman, kikinkunapak mashikay yanapaykunamantapash.

INTI

Dedico este trabajo a mis padres por darme la vida y a mis hermanos por caminar junto a mí en todo este proceso para lograr mis objetivos.

A la Familia Kaya Kama por su cariño y apoyo, que sin ellos no hubiese sido posible mi formación.

A mi familia que ha sido ente de confianza, respaldo y consejo.

A mis madrinas, por inculcarme la fe y el amor desde muy pequeño.

A mis buenos amigos y amigas por brindarme su amistad y apoyo.

INTI

YUPAYCHANA / AGRADECIMIENTO

Hatun Pachakamak, yupaychani-yanapani, kawsaymanta, sumak achikwan yachayta-rimayta-yuyayta kushkanki, Pachamamapak churi kankapak, Yakuwan, Wayrawan, Ninawan, kiwakunawan.

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo yachana wasita, arinishpa chaskishkamanta, Facultad de Recursos Naturales kuchukunapi purishpa, ñuka yachaykunata sinchiyachinkapak.

Ing. Franklin Arcos yachachikta, paypak nunamunay, yachay, manapiñariymanta, ñuka yachayshutiriy llankaypak pushak, ñawpakman apankapak. Shinapash paypak mashikaymanta.

Ing Norma Erazo yachachikta, paypak mashikay, kimiri, ñuka yachay tukiri llankaypak kipa pushak.

Ing. Victor Lindao yachachikta, paypak kimirimanta, amawta shinapash tukuykamak kuchumanta.

Tukuripika, ñuka kuyashka mashikunata, kankunapak mashikay kimirimanta mayhan kuchumantapash, ashtawanka ñuka kawsaypak sinchi pachakunapi.

INTI

Al Gran Espíritu, por la vida, por guiarme con la luz y sabiduría a través del tiempo y espacio, y permitir ser un hijo más de la Madre Tierra, junto al agua, aire, fuego, plantas y animales.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que, en espacios de la Facultad de Recursos Naturales con sus docentes, me ha permitido caminar y fortalecer la sabiduría para mi vida profesional.

Al Ing. Franklin Arcos, por su voluntad, sabiduría y paciencia para cumplir funciones de Director de mi T.I.C., a más de ser un amigo.

A la Ing. Norma Erazo, por su amistad, aprecio y apoyo para cumplir funciones de Asesora de mi T.I.C.

Al Ing. Víctor Lindao, por su buena voluntad y acompañamiento tanto desde lo académico como desde lo administrativo.

Finalmente, a todos mis buenos amigos y amigas, por su amistad y apoyo brindado desde cualquier espacio y en todo momento, especialmente en los momentos más críticos.

INTI

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1. Calibración.....	5
1.1.1. Curva de calibración.....	5
1.2. Dosis.....	5
1.3. El Nitrógeno.....	6
1.3.1. Importancia.....	6
1.3.2. El Nitrógeno en el suelo.....	6
1.3.3. Funciones del nitrógeno en las plantas.....	6
1.3.4. Síntomas de deficiencia y exceso de nitrógeno en las plantas.....	7
1.4. Abonos Orgánicos.....	8
1.4.1. Definición.....	8
1.4.2. Características e importancia.....	8
1.4.3. Clases de abonos orgánicos.....	9
1.4.3.1. Abonos orgánicos sólidos.....	9
1.4.3.2. Abonos orgánicos líquidos.....	9
1.4.4. Tipos de abonos orgánicos.....	9
1.4.4.1. Eco Abonaza.....	9
1.4.4.2. Humus de lombriz.....	10
1.5. Fertilizantes Químicos.....	12
1.5.1. Definición.....	12
1.5.2. Características de los fertilizantes químicos.....	12
1.5.3. Clasificación de los fertilizantes químicos.....	13
1.5.3.1. Simples.....	13
1.5.3.2. Compuestos o mixtos.....	13
1.5.3.3. Complejos.....	13

1.5.4.	<i>Ventajas y desventajas en el uso de fertilizantes químicos en el suelo</i>	13
1.6.	Nitrato de calcio	14
1.6.1.	<i>Definición</i>	14
1.6.2.	<i>Ventajas y desventajas del fertilizante químico Nitrato de calcio.</i>	14
1.7.	Cultivo de brócoli	14
1.7.1.	<i>Origen y distribución geográfica</i>	14
1.7.2.	<i>Clasificación taxonómica</i>	15
1.7.3.	<i>Morfología de la planta</i>	15
1.7.3.1.	<i>Raíz</i>	15
1.7.3.2.	<i>Tallo</i>	15
1.7.3.3.	<i>Hojas</i>	15
1.7.3.4.	<i>Inflorescencias</i>	16
1.7.3.5.	<i>Flores</i>	16
1.7.3.6.	<i>Frutos</i>	16
1.7.3.7.	<i>Semillas</i>	16
1.7.4.	<i>Requerimientos edafoclimáticos</i>	16
1.7.4.1.	<i>Clima</i>	16
1.7.4.2.	<i>Suelo</i>	17
1.7.5.	<i>Fenología</i>	17
1.7.5.1.	<i>Etapa de semillero (V0)</i>	17
1.7.5.2.	<i>Etapa juvenil (V1)</i>	17
1.7.5.3.	<i>Etapa de emergencia floral (R2)</i>	17
1.7.5.4.	<i>Etapa de formación de cabeza (R3)</i>	18
1.7.6.	<i>Características de la variedad en estudio</i>	18
1.7.6.1.	<i>Avenger</i>	18
1.7.7.	<i>Manejo del cultivo</i>	18
1.7.7.1.	<i>Labores pre culturales</i>	18
1.7.7.2.	<i>Labores culturales</i>	19
1.7.8.	<i>Principales plagas y enfermedades del cultivo de brócoli</i>	20
1.7.8.1.	<i>Plagas</i>	20
1.7.8.2.	<i>Enfermedades</i>	21
1.7.9.	<i>Cosecha</i>	22
1.7.9.1.	<i>Clasificación de pellas</i>	22

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	23
----	---------------------------------	----

2.1.	Características del lugar	23
2.1.1.	<i>Localización</i>	23
2.1.2.	<i>Ubicación Geográfica</i>	23
2.1.3.	<i>Características climáticas</i>	23
2.1.4.	<i>Características físicas del suelo</i>	23
2.2.	Materiales	24
2.2.1.	<i>Materiales de campo:</i>	24
2.2.1.1.	<i>Herramientas de labranza</i>	24
2.2.1.2.	<i>Materiales para toma de datos</i>	24
2.2.1.3.	<i>Otros materiales</i>	24
2.2.2.	<i>Materiales de oficina</i>	24
2.2.3.	<i>Material experimental</i>	24
2.3.	Metodología	24
2.3.1.	<i>Diseño experimental</i>	24
2.3.1.1.	<i>Esquema del Análisis de Varianza (ANAVA)</i>	25
2.3.1.2.	<i>Factores en estudio</i>	25
2.3.1.3.	<i>Tratamientos en estudio</i>	25
2.3.1.4.	<i>Análisis funcional</i>	25
2.3.1.5.	<i>Especificaciones del campo experimental</i>	26
2.3.2.	<i>Indicadores o parámetros evaluados</i>	26
2.3.2.1.	<i>Porcentaje de prendimiento</i>	26
2.3.2.2.	<i>Diámetro de la pella</i>	26
2.3.2.3.	<i>Peso de la pella</i>	27
2.3.2.4.	<i>Clasificación de las pellas</i>	27
2.3.2.5.	<i>Rendimiento del cultivo</i>	27
2.3.2.6.	<i>Biomasa del cultivo</i>	27
2.3.2.7.	<i>Materia seca</i>	27
2.3.2.8.	<i>Nitrógeno total extraído por el cultivo</i>	27
2.3.2.9.	<i>Determinación del valor de reemplazo del fertilizante, utilizando Nitrato de calcio</i> ..	28
2.3.3.	<i>Manejo del ensayo</i>	29
2.3.3.1.	<i>Labores pre culturales</i>	29
2.3.3.2.	<i>Labores culturales</i>	29
 CAPÍTULO III		
3.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	32
3.1.	Indicadores	32

3.1.1.	<i>Porcentaje de prendimiento</i>	32
3.1.2.	<i>Diámetro de la pella</i>	33
3.1.3.	<i>Peso de la pella</i>	35
3.1.4.	<i>Rendimiento de categoría grande en t/ha</i>	36
3.1.5.	<i>Rendimiento de categoría mediana en t/ha</i>	38
3.1.6.	<i>Rendimiento de categoría pequeña en t/ha</i>	40
3.1.7.	<i>Rendimiento del cultivo en t/ha</i>	41
3.1.8.	<i>Biomasa del cultivo en t/ha</i>	43
3.1.9.	<i>Materia seca del cultivo en t/ha</i>	45
3.1.10.	<i>Nitrógeno total (Nt) extraído por el cultivo en kg N/ha</i>	47
3.1.11.	<i>Curva de absorción del nitrógeno para los tratamientos estudiados</i>	49
3.1.12.	<i>Valor de reemplazo del fertilizante utilizando Nitrato de calcio</i>	50
3.2.	<i>Análisis económico</i>	52
CONCLUSIONES		53
RECOMENDACIONES		54
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Síntomas de deficiencia y exceso de nitrógeno en las plantas.	7
Tabla 2-1:	Composición nutricional de Eco Abonaza.	9
Tabla 3-1:	Composición nutricional del humus.	11
Tabla 4-1:	Ventajas y desventajas que surgen al usar fertilizantes químicos.	13
Tabla 5-1:	Recomendaciones de fertilización para el cultivo de brócoli.	19
Tabla 6-1:	Clasificación de las pellas de brócoli en función de su diámetro y peso.	22
Tabla 1-2:	Ubicación geográfica de la parroquia San Luis.	23
Tabla 2-2:	Parámetros climáticos de la parroquia San Luis.	23
Tabla 3-2:	Características físicas del suelo de la parroquia San Luis.	23
Tabla 4-2:	Análisis de Varianza (ANAVA).	25
Tabla 5-2:	Tratamientos	25
Tabla 6-2:	Especificaciones del campo experimental.	26
Tabla 1-3:	Análisis de Varianza para porcentaje de prendimiento a los 15 días después del trasplante.	32
Tabla 2-3:	Análisis de Varianza para diámetro de la pella en cm a la cosecha.	33
Tabla 3-3:	Prueba de Tukey al 5 % para diámetro de la pella en cm a la cosecha.	34
Tabla 4-3:	Análisis de Varianza para peso de la pella en gramos (g) a la cosecha.	35
Tabla 5-3:	Prueba de Tukey al 5 % para peso de la pella en gramos (g) a la cosecha.	35
Tabla 6-3:	Análisis de Varianza para rendimiento de categoría grande en t/ha.	37
Tabla 7-3:	Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento de categoría grande en t/ha.	37
Tabla 8-3:	Análisis de Varianza para rendimiento de categoría mediana en t/ha.	38
Tabla 9-3:	Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento de categoría mediana en t/ha.	39
Tabla 10-3:	Análisis de Varianza para rendimiento de categoría pequeña en t/ha.	40
Tabla 11-3:	Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento de categoría pequeña en t/ha.	40
Tabla 12-3:	Análisis de Varianza para rendimiento del cultivo en t/ha.	41
Tabla 13-3:	Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento del cultivo en t/ha.	42
Tabla 14-3:	Análisis de Varianza para biomasa del cultivo en t/ha.	43
Tabla 15-3:	Prueba de Tukey al 5 % para biomasa del cultivo en t/ha.	44
Tabla 16-3:	Análisis de Varianza para materia seca del cultivo en t/ha.	45
Tabla 17-3:	Prueba de Tukey al 5 % para materia seca del cultivo en t/ha.	46
Tabla 18-3:	Análisis de Varianza para Nitrógeno total (Nt) extraído por cultivo en kg N/ha.	47
Tabla 19-3:	Prueba de Tukey al 5 % para Nitrógeno total (Nt) extraído por el cultivo en kg N/ha.	48

Tabla 20-3: Análisis de Varianza para Recuperación aparente de nitrógeno (ANR) del cultivo en %.	50
Tabla 21-3: Prueba de Tukey al 5 % para recuperación aparente de nitrógeno (ANR) del cultivo (%).	50
Tabla 22-3: Valor de reemplazo del fertilizante utilizando Nitrato de calcio, porcentaje (%).	51
Tabla 23-3: Relación Beneficio/Costo para los tratamientos estudiados (USD/ha).	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Porcentaje de prendimiento a los 15 días después del trasplante (ddt).....	32
Gráfico 2-3:	Diámetro de la pella en cm a la cosecha.....	34
Gráfico 3-3:	Peso de la pella en gramos (g) a la cosecha.....	36
Gráfico 4-3:	Rendimiento de categoría grande en t/ha.	38
Gráfico 5-3:	Rendimiento de categoría mediana en t/ha.....	39
Gráfico 6-3:	Rendimiento de categoría pequeña en t/ha.	41
Gráfico 7-3:	Rendimiento del cultivo en t/ha.....	42
Gráfico 8-3:	Biomasa del cultivo en t/ha.	44
Gráfico 9-3:	Materia seca del cultivo en t/ha.	46
Gráfico 10-3:	Nitrógeno total (Nt) extraído por el cultivo en kg N/ha.	48
Gráfico 11-3:	Curva de absorción de Nitrógeno del cultivo de brócoli.	49
Gráfico 12-3:	Recuperación aparente de nitrógeno (ANR)	51


ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** LOCALIZACIÓN DEL LUGAR DE ENSAYO (BARRIO EL TROJE, PARROQUIA SAN LUIS, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO).
- ANEXO B:** DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMPO.
- ANEXO C:** RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO.
- ANEXO D:** CANTIDAD DE FERTILIZANTE APLICADO POR TRATAMIENTO.
- ANEXO E:** PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO A LOS 15 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE ddt.
- ANEXO F:** DIÁMETRO DE LA PELLA A LA COSECHA.
- ANEXO G:** PESO DE LA PELLA A LA COSECHA.
- ANEXO H:** RENDIMIENTO CATEGORÍA GRANDE.
- ANEXO I:** RENDIMIENTO CATEGORÍA MEDIANA.
- ANEXO J:** RENDIMIENTO CATEGORÍA PEQUEÑA.
- ANEXO K:** RENDIMIENTO TOTAL.
- ANEXO L:** BIOMASA DEL CULTIVO.
- ANEXO M:** MATERIA SECA DEL CULTIVO.
- ANEXO N:** NITRÓGENO TOTAL EXTRAÍDO.
- ANEXO O:** COSTOS DE PRODUCCIÓN.
- ANEXO P:** CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.
- ANEXO Q:** FICHA TÉCNICA HUMUS AGRO ORGÁNICOS

RESUMEN

En la presente investigación se planteó: calibrar la dosis de nitrógeno mediante dos abonos orgánicos y el nitrato de calcio en cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Avenger), en cantón Riobamba, provincia Chimborazo. Los tratamientos en estudio fueron: T1 (50), T2 (100), T3 (150) kg N/ha con Eco Abonaza; T4 (50), T5 (100), T6 (150) kg N/ha con Humus; T7 (50), T8 (100), T9 (150) kg N/ha con Nitrato de calcio; y T10 (sin nitrógeno); se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 9 tratamientos más un testigo absoluto y tres repeticiones, distribuidas en unidades experimentales de 18 m², se identificaron 10 plantas al azar para evaluar los siguientes parámetros: porcentaje de prendimiento, diámetro de la pella, peso de la pella, clasificación de las pellas (en categorías: grande, mediano y pequeño), rendimiento total, biomasa, materia seca, nitrógeno total extraído (método Micro Kjeldahl), y se determinó el valor de reemplazo de fertilizante utilizando nitrato de calcio; se realizó un análisis económico de los tratamientos mediante la relación beneficio/costo. Los resultados obtenidos, determinaron diferencias altamente significativas para diámetro de la pella, peso de la pella, clasificación de las pellas por categorías, con el Tratamiento 9; la mejor extracción se presentó aplicando el Tratamiento 8 con 290,82 kg N/ha; el valor de reemplazo del nitrógeno se obtuvo aplicando el Tratamiento 1 con 74,35 %; el mejor rendimiento se logró aplicando el Tratamiento 9 con 29,92 t/ha; y la mejor relación beneficio/costo se obtuvo aplicando el Tratamiento 7 con 1,87 USD. Se concluyó que con la aplicación de 100 kg N/ha Nitrato de calcio, se optimiza la absorción de nitrógeno en cultivo de brócoli, por lo que se recomienda aplicar esa dosis para optimizar los rendimientos agronómicos y económicos de este cultivo.

Palabras clave: <CALIBRACIÓN>, <ABONOS ORGÁNICOS>, <NITRATO DE CALCIO>, <EXTRACCIÓN>, <MICRO KJELDAHL>, <VALOR DE REEMPLAZO>


D.B.R.A.I.
Ing. Cristian Castillo



1532-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The objective of this research was to calibrate the dose of nitrogen using two organic fertilizers and calcium nitrate in broccoli (*Brassica oleracea* L. var. Avenger) crop in Riobamba canton, Chimborazo province. The treatments under study were T1 (50), T2 (100), T3 (150) kg N/ha with Eco Abonaza; T4 (50), T5 (100), T6 (150) kg N/ha with Humus; T7 (50), T8 (100), T9 (150) kg N/ha with calcium Nitrate, and T10 (without nitrogen). It was applied a randomized complete block design (RCBD) with nine treatments plus an absolute control and three replications, distributed in experimental units of 18 m². Ten plants were identified at random to evaluate the following parameters: percent yield, pellet diameter, pellet weight, pellet classification (in categories large, medium, and small), total yield, biomass, dry matter, total nitrogen extracted (Micro Kjeldahl method), and the replacement value of fertilizer using calcium nitrate was determined, an economic analysis of the treatments was carried out using the benefit/cost ratio. The results showed highly significant differences in pellet diameter, pellet weight, and pellet classification by categories with Treatment 9. The best extraction was obtained by applying Treatment 8 with 290,82 kg N/ha; the nitrogen substitution value was obtained by applying Treatment 1 with 74,35 %; the best yield was achieved by applying Treatment 9 with 29,92 t/ha; and the best benefit/cost ratio was obtained by applying Treatment 7 with 1,87 USD. It was concluded that with the application of 100 kg N/ha calcium Nitrate, nitrogen absorption is optimized in the broccoli crop, so it is recommended to apply that dose to optimize the agronomic and economic yields of this crop.

Keywords: <CALIBRATION>, <ORGANIC FERTILIZERS>, <CALCIUM NITRATE>, <EXTRACTION>, <MICRO KJELDAHL>, <REPLACEMENT VALUE>.



Silvana Patricia Céleri Quinde

C.C. 0602669830

INTRODUCCIÓN

Importancia

El brócoli (*Brassica oleracea*) constituye uno de los cultivos no tradicionales más importantes en los Andes ecuatorianos; por sus necesidades climáticas es una hortaliza que se desarrolla exclusivamente en la Región Sierra, óptimamente a alturas comprendidas entre 2 600 y 3 300 m.s.n.m., siendo la provincia de Cotopaxi la de mayor producción, con un 83% en la superficie sembrada, el 17% restante se reparte en las provincias de Pichincha, Tungurahua, Chimborazo, Imbabura, Bolívar, Cañar y Azuay (MPCEIP, 2018, p. 5).

De acuerdo a los datos presentados en la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua desarrollada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), al año 2016, existió una superficie sembrada de 5 520 hectáreas de brócoli a nivel nacional, de las cuales 5 519 hectáreas fueron cosechadas, dando como resultado una producción total de 74 190 toneladas métricas de brócoli; de las cuáles 73 111 toneladas se destinaron a exportación y lo restante al consumo interno (MPCEIP, 2018, p. 5).

El crecimiento comercial del cultivo de brócoli en Ecuador, inició en 1990, con crecientes superficies de terreno destinados para este cultivo. En 1997, fue la Unión Europea que formó el destino exclusivo, destinándose 10 mil toneladas de las 11 mil exportadas durante ese año. A medida que el producto se ha ido exportado, ha ido aumentando de volumen y valor, llegando a otros destinos como Japón y Estados Unidos, en donde se ha consolidado como un importante proveedor (Guamán, 2016, p. 21).

Pertenece a los cultivos de col (Familia *Brassicaceae*), es un vegetal muy nutritivo por su inflorescencia (producto comercial) que contiene nutrientes como ácido ascórbico, vitamina A, calcio, flavonoides y glucosinolatos con efectos antioxidantes y anticancerígenos; esto lo ha convertido en un producto muy demandado en varios países como Estados Unidos, Japón y países de la Unión Europea (Alemania, Países Bajos, Suecia, Reino Unido y Finlandia). Por esta demanda y gracias a las condiciones climáticas aptas para su cultivo, Ecuador es el sexto país exportador de brócoli fresco a nivel mundial (Acción Ecológica, 2015, p. 1).

El aumento en la demanda por parte de los consumidores, tanto del mercado nacional como internacional de hortalizas, conduce a aumentar esfuerzos en la búsqueda de nuevas técnicas de producción, para optimizar los rendimientos.

El nitrógeno es un macronutriente esencial para las plantas y juega un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo de los cultivos y es la nutrición nitrogenada, la que influye significativamente en la producción y la calidad de los cultivos, reconociéndose como un factor limitante para el desarrollo vegetal.

El brócoli, como otros cultivos, requiere altas cantidades de nutrientes para lograr una óptima producción. Normalmente, los agricultores tienden a aplicar dosis elevadas de fertilizante nitrogenado con el objetivo de aumentar la producción, pero un exceso puede dar lugar a la contaminación de agua y suelos por lixiviación de nitratos y a una reducción importante en la producción y la calidad del producto obtenido. Así mismo, se cree que se requieren dosis altas de fertilizantes orgánicos para ver efecto, pero que, por desconocimiento de un manejo correcto de las dosis, repercute económicamente a corto, mediano y largo plazo. Por tal razón, surge necesario mejorar la eficiencia en el uso del abono nitrogenado en cultivos.

Los efectos de la fertilización nitrogenada en la producción y la calidad del brócoli necesitan ser mejor estudiados por la amplia diferencia entre las recomendaciones actuales. En el presente trabajo de investigación se plantea el uso y la aplicación de distintos abonos en diferentes dosis, para evaluar y medir el efecto de cada uno de ellos, en el rendimiento de este cultivo.

Problema

En la parroquia San Luis, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, los agricultores realizan un manejo inadecuado de las dosis de fertilizantes nitrogenados y no valoran los beneficios de los abonos orgánicos y su aportación de nitrógeno para incrementar los rendimientos del cultivo de brócoli.

Ellos creen que, al aplicar cantidades altas de fertilizantes nitrogenados, alcanzarían una mayor producción y menos pérdidas de sus cosechas. Por este desconocimiento, no toman en cuenta los efectos que estos pueden tener a corto, mediano y largo plazo sobre las propiedades químicas y la calidad nutricional del suelo.

Justificación

En la Región Andina del Ecuador, en los últimos años, la producción hortícola ha venido incrementando. Así, el cultivo del brócoli, por sus altos requerimientos en el mercado tanto local como internacional, se ha convertido como una opción más de producción para los agricultores de la parroquia San Luis, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

Las áreas de producción están en aumento, lo que ha mejorado los ingresos económicos y las condiciones de vida de las familias campesinas del lugar. Sin embargo, esta realidad se ve afectada por la reducción de los rendimientos del cultivo, debido a un manejo inadecuado de la fertilización, especialmente al momento de aplicar una cantidad desmedida de fertilizantes nitrogenados.

Los campos de brócoli, cultivados con cantidades inadecuadas de nitrógeno no expresan su potencial productivo, por ende, surge la necesidad de contar con información técnica que permita identificar las cantidades adecuadas de nutrientes (nitrógeno) para alcanzar los rendimientos deseados.

Por esta razón, el presente trabajo de investigación se enfocó en determinar la mejor dosis de nitrógeno y fuente fertilizante para obtener un mejor rendimiento del cultivo de brócoli, mediante fertilización edáfica con dos abonos orgánicos Eco Abonaza y Humus, y un fertilizante químico Nitrato de calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Este estudio servirá como fuente de información técnica para los agricultores de la parroquia San Luis al momento de producir brócoli, aplicando cantidades óptimas de fertilizante nitrogenado, mejorar la producción, aumentar ingresos y reducir costos de producción agrícola.

Considerando también, al suelo como base fundamental para la producción agrícola y que requiere de un buen manejo para mejorar su fertilidad, se propone el uso de los abonos orgánicos Eco Abonaza y Humus, como aportadores de nutrientes y materia orgánica, y acondicionadores de suelo.

Objetivos

Objetivo General

Calibrar la dosis de nitrógeno mediante dos abonos orgánicos y el nitrato de calcio en cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Avenger).

Objetivos Específicos

Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de brócoli frente a los dos abonos orgánicos.

Determinar el valor de reemplazo del fertilizante mediante el uso de nitrato de calcio.

Determinar el rendimiento del cultivo de brócoli frente a los dos abonos orgánicos y el nitrato de calcio.

Realizar el análisis económico de cada uno de los tratamientos en estudio.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Calibración

La calibración, según Molina y Bornemisza (2006), “Consiste en la probabilidad de obtener una respuesta en crecimiento a la aplicación de un nutriente, en base al resultado obtenido por un proceso seleccionado de análisis”. Se evalúa a nivel de invernadero para determinar niveles críticos tentativos y por la facilidad de controlar las fuentes de variación (clima, suelo, plagas, etc.); o a nivel de campo, para establecer niveles críticos definitivos, con un método de extracción previamente seleccionado.

El nivel crítico se relaciona con la concentración de un elemento, por sobre la cual, si se aplica dicho elemento, no habrá una respuesta en el rendimiento del cultivo, pero si la concentración de un elemento es menor, existirá una respuesta en el rendimiento del cultivo (Chicaiza, 2001, p. 2).

1.1.1. Curva de calibración

Es la representación gráfica de una señal que se mide en función de la concentración, incluyendo un modelo para estimar los parámetros y la capacidad de un método analítico para obtener resultados que sean directamente proporcionales a la concentración de un compuesto en una muestra (AGQ, Labs Chile S.A., 2017, p. 3).

La calibración se expresa por un modelo matemático, que permita encontrar una recta de calibrado que mejor ajuste a una serie de “ n ” puntos experimentales, donde cada punto se está definido por una variable independiente “ x ” (concentración de un compuesto de interés) y una variable dependiente “ y ” (respuesta instrumental). La recta de calibrado se encuentra definida por una ordenada al origen (b) y una pendiente (m), mediante la ecuación $y = mx + b$ (AGQ, Labs Chile S.A., 2017, p. 3).

1.2. Dosis

Es la cantidad de unidades fertilizantes aplicados por unidad de superficie (generalmente una hectárea). La mejor dosificación proviene del uso eficiente de los recursos al alcance. Para definir la dosis de fertilización adecuada para un cultivo existen mecanismos complementarios o alternativas, que son: (Arcos, 2013, pp. 4-11)

- Usar tablas de dosis calibradas en base a niveles críticos.
- Ajustar las dosis recomendadas en la literatura.
- Enfrentamiento de tres factores (Lo que requiere la planta – Lo que hay en el suelo / % Eficiencia de la fertilización).
- Conocimiento básico del cultivo.

1.3. El Nitrógeno

1.3.1. Importancia

El nitrógeno (N) es considerado el macronutriente más importante de los seres vivos. A la vez, es el nutriente más limitante para la producción vegetal, por las cantidades requeridas por los cultivos y por la frecuente deficiencia en suelos agrícolas. Por esta razón, la agricultura intensiva depende del uso de fertilizantes nitrogenados. El nitrógeno está presente en todos los planes de abonado, excepto los de leguminosas, que son capaces de fijarlo de la atmósfera (Andreu et al., 2006, p. 67).

1.3.2. El Nitrógeno en el suelo

El nitrógeno en el suelo está íntimamente ligado a la materia orgánica, siendo ésta el único reservorio importante de nitrógeno en el suelo (Andreu et al., 2006, p. 67).

Del total de N que hay en el suelo, aproximadamente el 98% forma parte de los compuestos orgánicos (proteínas, aminoácidos, enzimas). Las formas químicas reconocidas representan sólo un 30-35% del N orgánico del suelo (Perdomo, 2008, p. 5).

El nitrógeno inorgánico está disuelto en la solución del suelo en forma de nitrato, mientras que en forma de amonio está adsorbido sobre la superficie de las arcillas.

Las plantas lo absorben en forma de nitrato (NO_3^-) y en forma amonio (NH_4^+); cualquier otra forma de nitrógeno que se añada al suelo, mineral u orgánica, deberá transformarse en estas para que el nutriente pueda ser absorbido. El producto final de la cadena de transformaciones es, normalmente, el nitrato (Andreu et al., 2006, p. 67).

1.3.3. Funciones del nitrógeno en las plantas

El nitrógeno es un componente integral de compuestos orgánicos esenciales de las plantas, entre ellos: (Benimeli et al., 2019, p. 1)

- Aminoácidos: unidades estructurales de las proteínas.
- Componente de moléculas de enzimas, vitaminas, hormonas y ácidos nucleicos.
- Componente de la molécula de clorofila.

Además, es esencial en la utilización de los carbohidratos y estimula el crecimiento y desarrollo de diversos órganos vegetales (raíz, tallo, hojas y flores) aumentando la superficie foliar y la masa protoplasmática (Benimeli et al., 2019, p. 1).

Interviene en procesos de fotosíntesis, división celular y elongación radicular (VITRA, 2020, p. 1). Favorece el desarrollo del tallo, el crecimiento foliar, formación de frutos y granos, influyendo sobre el incremento de materia seca (Rodríguez y Flores, 2004, p. 27).

1.3.4. Síntomas de deficiencia y exceso de nitrógeno en las plantas

Tanto la deficiencia como el exceso en los suelos genera impacto en los ecosistemas. Su deficiencia se manifiesta en las partes activas de crecimiento de las plantas (Benimeli et al., 2019, p. 1).

Tabla 1-1. Síntomas de deficiencia y exceso de nitrógeno en las plantas.

Deficiencia de N	Exceso de N
<p>El nitrógeno al ser un elemento móvil, las plantas lo movilizan de hojas adultas a más jóvenes y otros sitios de crecimiento, Teniendo diversos efectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clorosis en hojas inferiores desde el ápice a lo largo de la nervadura central, extendiéndose a toda la hoja y abarcando a toda la planta. • Bajo ritmo de crecimiento: poco crecimiento radicular, tallos largos y delgados, hojas pequeñas, las hojas adultas caen prematuramente, disminuye la ramificación. • Colapso y desajuste en el desarrollo de los cloroplastos. 	<p>El nitrógeno suministrado en cantidades excesivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimula el crecimiento excesivo de la parte vegetativa (aumento del número y tamaño de células de las hojas). • Retrasa la maduración y producción. • Insuficiente formación de tejidos de soporte mecánico en los tallos. • Órganos esponjosos, huecos y débiles, exponiendo a las plantas al tumbado y reduciendo su resistencia a condiciones adversas de clima, plagas y enfermedades.

Fuente: (VITRA, 2020 p. 2 y Calvache, 2016 p. 10).

1.4. Abonos Orgánicos

1.4.1. Definición

Son compuestos que se originan de la descomposición y mineralización de materiales y residuos animales como los estiércoles, o vegetales como los residuos de cosechas; siendo ricos en materia orgánica y microorganismos. También pueden enriquecerse con elementos minerales primarios (harinas de rocas fosfóricas, potásicas, sulfurosas, zeolitas, etc.). Se aplican a los suelos para mejorar las características físicas (estructura), químicas (fertilidad: aporta nutrientes) y biológicas (actividad microbiana) (Suquilanda, 2017, p. 71).

1.4.2. Características e importancia

El contenido de nutrientes en los abonos orgánicos varía de acuerdo a la fuente de donde provienen los mismos y del contenido de humedad. Si están muy húmedos, la materia orgánica se pierde rápidamente, crea anaerobiosis y se compacta; y si están muy secos se tornan hidrófobos, es decir, resistentes al mojado y tardan en la liberación de nutrientes (Suquilanda, 2017, p. 73).

La materia orgánica con sus importantes componentes como los ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas, produce distintos efectos en el suelo: (Suquilanda, 2017, p. 71)

- Mejora la estructura, facilita la formación de agregados estables, aumenta su permeabilidad; incrementa la fuerza de cohesión en suelos arenosos y la disminuye en suelos arcillosos.
- Mejora la capacidad de retención de humedad y regula la velocidad de infiltración del agua disminuyendo la erosión por escurrimiento superficial.
- Eleva la capacidad tampón (mayor capacidad del suelo para absorber/degradar los elementos o productos de exceso).
- Elevan la Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.), formando complejos arcillo húmicos y fosfo-húmicos, manteniendo al fósforo, asimilable para las plantas.
- Su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes (Fe, Cu y Zn).
- El humus aporta elementos minerales en bajas cantidades y es fuente de carbono para la actividad microbiana.

La aplicación de los abonos orgánicos al suelo, se recomienda al momento de la preparación del mismo, de tal forma que pueda mineralizarse (humificarse) y aportar nutrientes al cultivo (Suquilanda, 2017, p. 71).

1.4.3. Clases de abonos orgánicos

Según Suquilanda (2017), los abonos orgánicos se clasifican en:

1.4.3.1. Abonos orgánicos sólidos

Pueden ser descompuestos aeróbicamente (compost), fermentados aeróbicamente (bocashi) o procesados con lombrices (vermicompost o humus).

1.4.3.2. Abonos orgánicos líquidos

Son fermentados anaeróbicos procesados en biodigestores (bioles, purines, té).

1.4.4. Tipos de abonos orgánicos

1.4.4.1. Eco Abonaza

Es un abono semi-compostado, libre de patógenos y 100% orgánico que se deriva de la pollinaza proveniente de las granjas de pollos de engorde de PRONACA, la cual es compostada, clasificada y procesada para potenciar sus cualidades. Por su alto contenido de materia orgánica, mejora la calidad de los suelos y provee de elementos básicos para el desarrollo apropiado de los cultivos. Su composición se expresa en la siguiente tabla: (PRONACA, 2018, p. 1).

Tabla 2-1. Composición nutricional de Eco Abonaza.

Elemento	Símbolo	Contenido (%)
Materia orgánica	M.O.	61,52
Nitrógeno	N	2,7363
Fósforo	P ₂ O ₅	1,7571
Potasio	K ₂ O	3,6351
Calcio	CaO	4,4238
Magnesio	MgO	1,0628

Fuente: (PRONACA, 2018, p. 1).

Entre las propiedades que presenta, destacan:

- El 50% de las partículas tienen tamaños menores a 2,5 mm.
- La porosidad varía entre 40 – 50 %.
- La densidad real está entre 0,35 – 0,45 g/cm³.
- El pH es prácticamente neutro.

Las ventajas de la utilización de Eco Abonaza como abono orgánico, son: (PRONACA, 2018, p. 1)

- Actúa como almacén de nutrientes, las cuales libera lentamente de acuerdo al momento y necesidad de las plantas.
- Mejora la estructura del suelo, disminuyendo la cohesión de los suelos arcillosos.
- Incrementa la porosidad facilitando las interacciones del agua y el aire en el suelo.
- Regula la temperatura del suelo.
- Minimiza la fijación de fósforo por las arcillas.
- Descontamina el suelo por la biodegradación de los plaguicidas.
- Aumenta el poder amortiguador con relación al pH del suelo.
- Mejora las propiedades químicas de los suelos, evitando la pérdida de Nitrógeno.
- Favorece la movilización de P, K, Ca, Mg, S y elementos menores.
- Es fuente de carbono orgánico para el desarrollo de microorganismos benéficos.
- Aumenta la CIC del suelo.

Su aplicación se recomienda al momento de la preparación del suelo. Su dosificación dependerá del requerimiento nutricional de cada cultivo. Para su aplicación se debe asegurar que el suelo este húmedo dando un riego posterior a la aplicación (PRONACA, 2018, p. 1).

1.4.4.2. Humus de lombriz

Denominado también lombricompostado o vermicompost, es un abono orgánico 100% natural, que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos compostados, mediante acción de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) (Suquilanda, 2017, p. 126).

Su composición nutricional se describe en la siguiente tabla: (AGRO ORGÁNICOS, 2020, p. 2).

Tabla 3-1. Composición nutricional del humus.

Elemento	Símbolo	Contenido (%)
Materia orgánica	M.O.	62
Nitrógeno	N	2,80
Fósforo	P ₂ O ₅	2,4
Potasio	K ₂ O	1,4
Calcio	CaO	6,1
Magnesio	MgO	1,14

Fuente: (AGRO ORGÁNICOS, 2020, p. 2).

Entre las propiedades que presenta, destacan:

- La humedad varía entre 25 – 35 %.
- La densidad varía entre 0,4 – 0,8 g/cm³.
- Tiene una relación C/N 13.
- Tiene un pH 7,1, prácticamente neutro.

Las ventajas de la utilización de humus como abono orgánico son: (AGRO ORGÁNICOS, 2020, p. 1).

- Tiene un alto contenido de materia orgánica y nutrientes esenciales (N, P, K, Ca, Mg y oligoelementos) que mejoran las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo. Además, posee auxinas y ácidos húmicos y fúlvicos, que estimulan los procesos biológicos de las plantas.
- Mejora la estructura del suelo, actuando sobre su porosidad, capacidad de retención de agua, infiltración, etc.
- Protege al suelo de la erosión.
- Posee capacidad de tamponamiento (Efecto Buffer), por lo que tiende a neutralizar suelos ligeramente ácidos o básicos.
- Tiene un pH neutro y una relación C/N equilibrado, lo que permite aplicarlo directamente a la raíz de la planta o semillas facilitando su germinación.
- Contiene sustancias fitoestimulantes como auxinas, giberelinas y citoquininas.
- Neutraliza sustancias tóxicas (restos de plaguicidas) por su gran capacidad de absorción.
- Estimula la formación de raíces, la floración y acorta el período de cosecha.
- Posee gran riqueza microbiana (bacterias: aproximadamente 2 billones/gramo) que incrementa la solubilización de los nutrientes del suelo, para ser asimilados por las plantas con mayor rapidez.

El humus de lombriz comparado con otros abonos orgánicos como el estiércol de bovino, la gallinaza, etc., presenta las siguientes ventajas: (Suquilanda, 2017, p. 126)

- 1 Tm de humus de lombriz equivale a 10 Tm de estiércol de vacas y gallinas.
- En el manejo de los estiércoles se pierde el nitrógeno y el fósforo no es asimilable, lo que produce desbalance en el suelo que posteriormente debe ser corregido.

1.5. Fertilizantes Químicos

1.5.1. Definición

Son compuestos minerales elaborados y obtenidos mediante procesos químicos desarrollados a escala industrial. Se utilizan para suplir rápidamente las necesidades nutricionales de los cultivos, en macro y micronutrientes, gracias a que las formulaciones se solubilizan rápidamente en el suelo, y con ello, aumenta la concentración y disponibilidad de los elementos en beneficio de las plantas. Existen también, otras formulaciones de lenta solubilidad, que liberan progresivamente los nutrientes (Kass, 1998, p. 103).

1.5.2. Características de los fertilizantes químicos

Según Arcos (2013), los fertilizantes químicos:

- Aportan un nutriente denominándose simples, o varios nutrientes (2 – 3) denominándose fórmulas completas, y entre estos distinguiéndose mezclas físicas o fórmulas complejas.
- Poseen una concentración definida de los elementos nutricionales, expresado en porcentaje en peso de la cantidad total.
- Los elementos nutricionales en las formulaciones no se expresan como elementos puros, sino como óxidos y otros compuestos complementarios como cloruros, sulfatos, etc. Contienen también componentes residuales que consisten en materiales de relleno como arena, arcilla, diatomita.
- La presentación varía entre granular, cristales y en polvo. La tasa de liberación es inversamente proporcional al tamaño de las partículas.
- Por su composición, pueden acidificar, basificar o salinizar el suelo.
- Presentan incompatibilidad entre fertilizantes, ya que por efectos de calor y/o humedad, producen gases.

1.5.3. Clasificación de los fertilizantes químicos

Según Arcos (2013), los fertilizantes químicos, por su composición, pueden ser de 3 tipos:

1.5.3.1. Simples

Son fertilizantes que contienen un solo nutriente principal (N: nitrogenados, P: fosfatados, K: potásicos), aunque formen parte de ellos otros nutrientes secundarios o microelementos, son. de formulación granular o líquida que se subdividen en fertilizantes rápidamente solubles y fertilizantes de liberación lenta.

1.5.3.2. Compuestos o mixtos

Son mezclas físicas que contienen por lo menos dos nutrientes principales en forma asimilable por las plantas y se reconocen por una combinación de colores.

1.5.3.3. Complejos

Son mezclas químicas que en su composición contienen tres macronutrientes esenciales: Nitrógeno en forma elemental (N), Fósforo como anhídrido fosfórico (P_2O_5) y Potasio como óxido de potasio (K_2O). El contenido porcentual de cada elemento se registra en orden N-P-K, el resto del contenido del fertilizante es material inerte.

1.5.4. Ventajas y desventajas en el uso de fertilizantes químicos en el suelo

Tabla 4-1. Ventajas y desventajas que surgen al usar fertilizantes químicos.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• Suministran nutrientes minerales en altas concentraciones, para el desarrollo de las plantas.• Presentan diversidad de formulaciones, hechas para suplir necesidades específicas de los cultivos.• Son de fácil aplicación.	<ul style="list-style-type: none">• El uso excesivo de fertilizantes químicos, tiende a dañar la estructura del suelo.• A más de crear dependencia en el uso de mayores cantidades de fertilizante, los mismos se pierden por lixiviación y volatilización.• Por la alta concentración de nitratos, poseen efectos contaminantes, principalmente por eutrofización del agua.

Fuente: (López, 1998, p. 21).

1.6. Nitrato de calcio

1.6.1. Definición

El nitrato de calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, es una sal blanca granulada, muy soluble en agua, fuertemente higroscópica (absorbe humedad) y con un efecto alcalinizante. El nitrato es inmediatamente asimilable por las plantas y se mueve con el flujo de agua, en la superficie externa de las raíces. El calcio es componente estructural de la pared celular; provee de resistencia y dureza a los frutos, reduciendo pérdidas en post-cosecha (Cazares, 2012, p. 9).

1.6.2. Ventajas y desventajas del fertilizante químico Nitrato de calcio.

Tabla 5-1: Ventajas y desventajas del Nitrato de calcio.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• Aporta buenas cantidades de nitrógeno y calcio soluble para la planta.• El nitrógeno rápidamente disponible para los cultivos, no acidifica el suelo.• Por su efecto alcalinizante, eleva el pH en suelos ácidos.• Costos de producción bajos.	<ul style="list-style-type: none">• Aporta nutrientes ajenos a los necesarios (Mg, S, B).• Aplicado en altas dosis, modifica la reacción del suelo (provoca salinidad) y se lixivia con facilidad.• Es muy susceptible al calor y a la humedad (alta higroscopicidad).

Fuente: (Cazares, 2012, p. 9).

1.7. Cultivo de brócoli

1.7.1. Origen y distribución geográfica

El origen del brócoli probablemente se encuentra en los países de clima templado asentados a costas del Atlántico Norte y Mediterráneo Oriental (entre Egipto, Asia Menor, Grecia, Turquía, Siria), cuando en la antigüedad (2000 a 2550 a.C.) se reconocieron plantas con características morfológicas similares y provenientes de una especie silvestre común con la col y coliflor. Dos especies originarias fueron *Brassica oleracea* y *Brassica cretica*, aunque pudieron también haber existido otras. Estas dos especies probablemente evolucionaron de forma natural y por domesticación, llegando simultáneamente a otros lugares, como a países ribereños del mar Mediterráneo como España, Francia, Italia. En este último, posiblemente se realizó la domesticación a partir de germoplasma introducida en tiempos del Imperio Romano. El brócoli se difunde por Europa desde el siglo XV y principios del siglo XX y fue llevado por inmigrantes italianos a Estados Unidos, donde se ha convertido en alimento popular. Actualmente, el cultivo se extiende por Europa, países asiáticos (Japón) y Estados Unidos (Del Pino, 2020, p. 1).

En Ecuador se introdujo en el año de 1992, en la zona de Machachi, provincia de Pichincha. Desde entonces, se ha ido introduciendo en otras provincias, especialmente de la Región Sierra, Zona Centro, entre las que se destacan Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Imbabura, Bolívar, Cañar y Azuay, por sus condiciones climáticas aptas para el desarrollo de este cultivo (Le Gall, 2009, p. 6).

1.7.2. Clasificación taxonómica

Según Díaz y Jaramillo (2006), el brócoli botánicamente se clasifica en:

Reino: Vegetal; **Subreino:** *Antophyta* (fanerógama); **División:** *Spermatophyta*; **Subdivisión:** Angiosperma; **Clase:** Dicotiledónea; **Subclase:** *Archiclamydeas*; **Orden:** *Brassicales*; **Familia:** *Brassicaceae*; **Género:** *Brassica*; **Especie:** *oleracea* L.

1.7.3. Morfología de la planta

1.7.3.1. Raíz

Posee una raíz pivotante con raíces secundarias adventicias, terciarias y raicillas, superficiales, que mayormente se concentran en los primeros 40 – 60 cm de profundidad, pudiendo alcanzar hasta 0,8 m del perfil del suelo (Agroquímicos Arca S.A. de C.V., 2021, p. 1).

1.7.3.2. Tallo

Tiene naturaleza herbácea, erguido y grueso, cuyo diámetro varía entre 2 a 6 cm y de 20 a 50 cm de longitud. Presenta entrenudos cortos con hábitos de desarrollo intermedio en forma de roseta y caulinar. En su parte superior se desarrolla la inflorescencia principal y (Agroquímicos Arca S.A. de C.V., 2021, p. 1).

1.7.3.3. Hojas

Son grandes con longitud aproximada de 50 cm y 30 cm de ancho, con láminas lobuladas de bordes ondulados, peciolo generalmente desnudos y nervaduras blancas; la superficie foliar presenta una cutícula cerosa bien desarrollada e impermeable. En número varía de 15 a 30 según el cultivar (Agroquímicos Arca S.A. de C.V., 2021, p. 1).

1.7.3.4. Inflorescencias

Son corimbos más o menos cónicos y compactos conformado por brotes laterales y yemas florales de color verdoso, que forman brotes laterales con yemas florales de superficie granulada (Agroquímicos Arca S.A. de C.V., 2021, p. 1).

1.7.3.5. Flores

Son actinomorfas con 4 pétalos amarillos libres, dispuestos en cruz. Poseen una polinización cruzada, llevada a cabo por abejas y otros insectos (Agroquímicos Arca S.A. de C.V., 2021, p. 1).

1.7.3.6. Frutos

El fruto es de tipo vaina, conocido como silicua con más de 10 semillas. Es un fruto dehiscente, es decir, a su madurez, las semillas salen libremente al exterior (Agroquímicos Arca S.A. de C.V., 2021, p. 1).

1.7.3.7. Semillas

Son redondas y pequeñas de 2mm de diámetro y de color marrón oscuro a rojizo (Agroquímicos Arca S.A. de C.V., 2021, p. 1).

1.7.4. Requerimientos edafoclimáticos

1.7.4.1. Clima

En Ecuador, el cultivo de brócoli se adapta fácilmente en altitudes comprendidas entre los 2 600 y 3 000 m.s.n.m. necesita temperaturas bajas; climas fríos y templados. Sin embargo, un desarrollo óptimo del cultivo se obtiene con temperaturas que oscilan entre 15 y 24 ° C. Es una planta mesofílica que requiere de condiciones medias de humedad de 400 mm/ciclo de precipitación y una humedad relativa media alta (70 a 80%). La calidad de la inflorescencia es mejor cuando la madurez ocurre en una temperatura promedio mensual de 15°C aproximadamente. La precipitación anual debe fluctuar entre 800-1200 mm (Hidalgo, 2010, p. 18).

1.7.4.2. Suelo

Se desarrolla preferentemente en suelos de textura intermedia a liviana como suelos francos, francos arcillosos o franco limosos, profundos, fértiles, con buen contenido de M.O. (> 5%), buen drenaje y retención de humedad. Los rangos de pH adecuados para la producción del brócoli van de ligeramente ácido 6,0–6,5 a moderadamente ácido 5,5–5,9; siendo pH óptimo 6,5- 7 (Gordón, 2010, p. 3).

1.7.5. Fenología

Según Díaz y Jaramillo (2006), en los estudios fenológicos se distinguen dos fases: fase vegetativa y fase reproductiva.

La fase vegetativa se caracteriza por el aumento en el número de hojas y el engrosamiento del tallo. Comprende las etapas de semillero y etapa juvenil.

La fase reproductiva se caracteriza por el crecimiento y desarrollo de la inflorescencia (desde su formación hasta su cosecha). Comprende las etapas de emergencia floral y formación de la inflorescencia.

1.7.5.1. Etapa de semillero (V0)

Inicia con la germinación de la semilla hasta que la plántula tiene 3 a 4 hojas verdaderas y una altura de 10 a 12 cm, dura aproximadamente 30 días.

1.7.5.2. Etapa juvenil (V1)

Inicia con el trasplante en campo y termina con la formación del botón floral, dura alrededor de 60 días. Se caracteriza por un incremento logarítmico del crecimiento en altura, diámetro del tallo, biomasa, número de hojas y área foliar, con alto contenido de agua.

1.7.5.3. Etapa de emergencia floral (R2)

El botón floral surge entre 60 o 65 días después del trasplante, las plantas tienen entre 18 a 20 hojas. Desde ese momento, disminuye la tasa de crecimiento foliar y de tallo de la planta.

1.7.5.4. Etapa de formación de cabeza (R3)

Se caracteriza por el crecimiento de la inflorescencia desde la aparición del botón floral hasta la cosecha (cuando la planta aún no ha abierto las flores) y dura de 20 a 25 días. La inflorescencia crece exponencialmente (periodo crecimiento lento seguido por un periodo más rápido) en diámetro y biomasa. En esta etapa ocurre la translocación de foto asimilados hacia la inflorescencia.

1.7.6. Características de la variedad en estudio

1.7.6.1. Avenger

Posee tallos gruesos y cortos, hojas largas y anchas que protegen a la pella de factores externos. Las pellas son firmes en forma de domo bien definido, de color verde azulado, con diámetro de 200 mm, cuyos granos son finos a medios, de buena compactación. En condiciones normales de manejo no presenta tallo hueco, teniendo mayor peso y rendimiento. No presenta brotes laterales desarrollados. En épocas de invierno, es muy susceptible a la pudrición de cabeza. Su ciclo de cultivo dura entre 12 y 13 semanas. La madurez comercial oscila entre 85 a 90 días, con peso promedio de 500 g/pella y un rendimiento promedio de 20 000 kg/ha (Cayambe, 2011, p. 16).

1.7.7. Manejo del cultivo

1.7.7.1. Labores pre culturales

Propagación en semillero

La siembra se realiza en semilleros bajo invernadero, utilizando sustratos orgánicos más pomina con características físicas, químicas y biológicas adecuadas, que faciliten la absorción de agua y nutrientes y la germinación; los sustratos más utilizados son: compost, fibra de coco, aserrín y turba. O en almácigos a campo abierto, cubriendo la semilla con una capa ligera de tierra (1-1,5 cm), utilizando paja como mulch o cobertera y riegos constantes. La germinación inicia a partir de los 10 días después de la siembra (Orellana et al., 2008, p. 4).

El trasplante en campo es recomendable cuando la planta tenga entre 30 y 35 días en invernadero y de 4 a 6 hojas verdaderas, para asegurar firmeza del tallo y suficiente desarrollo radicular (Martínez y Santoyo, 2011, p. 13).

Preparación del terreno

Se realiza con el propósito de obtener una capa de suelo suelta con una profundidad de aproximadamente 25 a 30 cm y consta de tres labores necesarias: (Haro y Maldonado, 2009, pp. 11-63)

Arado: Consiste en romper la costra superior del suelo e incorporar los residuos vegetales, efectuando una o varias pasadas de arado, a una profundidad de 30 a 40 cm, en sentido perpendicular a la anterior.

Rastrado: Consiste en desmenuzar terrones del suelo para lograr una capa suelta, a una profundidad de 25 cm.

Surcado: Consiste en trazar líneas o surcos de siembra distanciados entre sí a 0,6 m o 0,7 m de distancia.

1.7.7.2. Labores culturales

Trasplante

Se realiza formando hoyos de 10 a 15 cm de profundidad y 10 cm de diámetro, donde se incorpora la fertilización en base a los requerimientos nutricionales del cultivo, fraccionados para dos o tres épocas de aplicación; se mezcla el fertilizante con el suelo y se cubre con una fina capa de tierra. Luego se colocan las plantas en el centro del hoyo evitando espacios de aire al interior del hoyo, con una distancia recomendada de 0,4 m entre plantas (Hidalgo, 2010, p. 24).

Fertilización y requerimientos nutricionales

El brócoli es un cultivo que requiere un alto nivel de materia orgánica, a razón de 4 t/ha, que se incorporará un mes antes del trasplante. Son plantas exigentes en nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, azufre, boro y molibdeno, y toleran ligeramente la salinidad (2,8 *ds/m*) (Guamán, 2016, p. 31).

Tabla 5-1. Recomendaciones de fertilización para el cultivo de brócoli.

Elemento	kg/ha
N	145
P ₂ O ₅	57
K ₂ O	225
Ca	80
Mg	29
B	0,61

Fuente: (Theodoracopoulos y Lardizábal, 2008, p. 13).

Los requerimientos del cultivo en nitrógeno y potasio son universales. Además, es un cultivo sensible a la deficiencia de boro (Theodoracopoulos y Lardizábal, 2008, p. 13).

Riego

En fases de crecimiento conviene suministrar abundante agua con riegos frecuentes, para garantizar el prendimiento. En fases de inducción floral y formación de pella, conviene mantener el suelo en capacidad de campo, evitando humedad excesiva (Martínez et al., 2016, p. 31).

Los requerimientos hídricos del cultivo varían según las condiciones ambientales del lugar y del desarrollo del cultivo. El cultivo requiere de mayor consumo hídrico cuando alcanza la mayor cobertura foliar y desarrollo de la inflorescencia, sin embargo, los riegos deben ser frecuentes al inicio (cada 7 a 10 días) para asegurar un buen establecimiento. El consumo total de agua por parte del cultivo es de 4000 m³/ha (Carrillo, 2010, p. 18).

Rascadillo

Consiste en remover la capa superficial del suelo para destruir malezas emergidas. Es la primera labor en el ciclo del cultivo, acompañado de la fertilización, y se realiza a partir de los 20 a 30 días después del trasplante (Haro y Maldonado, 2009, pp. 11-63).

Deshierbe y aporque

Consiste en remover el suelo a mayor profundidad para destruir malezas (invaden con mayor intensidad hasta los dos meses de desarrollo de cultivo), romper terrones e incorporar fertilizante. Se realiza a partir de los 40 a 50 días después del trasplante (Haro y Maldonado, 2009, pp. 11-63).

Finalmente, a los 60 días después del trasplante se procede a aporcar, incorporando la última fertilización y estableciendo un nuevo surco entre hileras, para suministrar riego a mayor volumen (Haro y Maldonado, 2009, pp. 11-63).

1.7.8. Principales plagas y enfermedades del cultivo de brócoli

1.7.8.1. Plagas

Gusano trozador (*Agrotis ipsilon*)

Las larvas se alimentan cortando el cuello de las plantas en recién germinadas a nivel o por debajo del suelo, y de sus raíces, causando su muerte (Webb, Niño y Smith, 2019, p. 7).

Pulgón de la col (*Brevicoryne brassicae*)

Poseen un aparato bucal chupador provisto de un pico o estilete, con el que perforan los tejidos y succionan la savia de las hojas, dejándolas enrolladas y transmitiendo enfermedades virosas, esto causa pérdida de turgencia y posterior amarillamiento de la planta (Martínez y Santoyo, 2011, p. 26).

Palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*)

Las larvas de color verde se alimentan del envés de las hojas, formando galerías o agujeros pequeños, dejando la capa cerosa del haz, y a medida que crecen, llegan a perforar el limbo foliar (Martínez y Santoyo, 2011, p. 22).

Gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*)

Son larvas de color verde, de las mariposas nocturnas grises, que se alimentan del follaje, y en altas poblaciones pueden defoliar totalmente (Martínez y Santoyo, 2011, p. 25).

1.7.8.2. Enfermedades

Damping off o mal del talluelo (*Phyium, Fusarium, Rhizoctonia*)

Causan pudrición de raíces, marchitez del tallo y debilidad general de las plantas, hasta ocasionar la muerte de las mismas, en etapas iniciales de desarrollo (Moya, 2012, p. 13).

Mildiú (*Peronospora parasitica*)

Es un hongo que se desarrolla en épocas lluviosas. Ocasiona manchas amarillas y grisáceas en el haz de las hojas que luego se vuelven marrones oscuros y en el envés forma un micelio blanco algodonoso (Moya, 2012, p. 11).

Mancha negra (*Alternaria brassicae*)

Se observan manchas negras de hasta 1cm de diámetro con anillos concéntricos de color marrón oscuro y rodeadas de un halo clorótico (AGROINTEGRA, 2017, p. 18).

Hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae*)

Provoca abultamientos o protuberancias en raíces, las hojas se tornan amarillentas, se marchitan a mitad del día y en la noche se recuperan, algunas plantas quedan enanas. En plantas jóvenes, causa su muerte y en plantas adultas, ocasiona pérdidas de cosecha (Moya, 2012, p. 15).

1.7.9. Cosecha

Se cortan manualmente las inflorescencias o cabezuelas que sean firmes y compactas de color verde oscuro, con una longitud de tallo de aproximadamente 10 cm, retirando las hojas. La cosecha puede prolongarse durante dos o tres semanas, dependiendo el cultivar, la superficie sembrada, condiciones edáficas y época del año. Se lo debe realizar en horas tempranas del día para evitar deshidratación del producto (Haro y Maldonado, 2009, pp. 11-63).

1.7.9.1. Clasificación de pellas

Acosta et al. (2018), indica que las pellas o inflorescencias del brócoli se pueden clasificar según su calibre de diámetro ecuatorial y peso (Tabla 7-2).

Tabla 6-1. Clasificación de las pellas de brócoli en función de su diámetro y peso.

TAMAÑO	Pequeñas	Medianas	Grandes
Diámetro (cm)	<13 (mín. 10)	13 – 16	>16
Peso (g)	<300 (mín. 150)	300 – 500	>500

Fuente: (Acosta et al., 2018, p. 16).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Características del lugar

2.1.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en el Barrio El Troje, Parroquia San Luis, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo (Anexo A).

2.1.2. Ubicación Geográfica

Tabla 1-2. Ubicación geográfica de la parroquia San Luis.

Característica	Descripción
Latitud	01°41'46'' S
Longitud	78°46'46'' W
Altitud	2720 m.s.n.m.

Fuente: (PDOT Parroquia San Luis, 2015).

2.1.3. Características climáticas

Tabla 2-2. Parámetros climáticos de la parroquia San Luis.

Características	Descripción
Temperatura promedio anual	14°C
Precipitación media anual	520 mm
Humedad relativa	75 – 80 %

Fuente: (PDOT Parroquia San Luis, 2015).

2.1.4. Características físicas del suelo

Tabla 3-2. Características físicas del suelo de la parroquia San Luis.

Parámetros	Descripción
Textura	Franco arenoso
Estructura	Suelta
Drenaje	Bueno
Pendiente	Plano

Fuente: (PDOT Parroquia San Luis, 2015).

2.2. Materiales

2.2.1. *Materiales de campo:*

2.2.1.1. Herramientas de labranza

Se utilizaron para realizar actividades de campo, como labores pre-culturales (preparación de suelo: arado y surcado), culturales (riego, rascadillo o deshierbe, aporque, aplicaciones fitosanitarias) y de cosecha. Las herramientas que se utilizaron son: rastra de discos, surcadora, azadón, azada, rastrillo, bomba de mochila, machete u hoz.

2.2.1.2. Materiales para toma de datos

Cuaderno o libreta de campo, flexómetro, balanza.

2.2.1.3. Otros materiales

Estacas de madera, piola, rótulos de identificación, letreros; para establecimiento de parcelas y marcado de plantas para evaluación de indicadores.

2.2.2. *Materiales de oficina*

Cámara, computadora, materiales de oficina y papelería.

2.2.3. *Material experimental*

Dos abonos orgánicos (Eco Abonaza y Humus de lombriz) y Nitrato de calcio.

2.3. Metodología

2.3.1. *Diseño experimental*

Se utilizó un Diseño en Bloques Completamente al Azar (D.B.C.A.) con 9 tratamientos, un testigo absoluto y 3 repeticiones.

2.3.1.1. Esquema del Análisis de Varianza (ANAVA)

Tabla 4-2. Análisis de Varianza (ANAVA).

Fuentes de Variación (FV)	Fórmula	Grados de libertad (GL)
Bloques (r)	$r - 1$	2
Tratamientos (a)	$a - 1$	9
Error	$(r - 1)(a - 1)$	18
TOTAL	$ar - 1$	29

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

2.3.1.2. Factores en estudio

Los factores en estudio fueron dos abonos orgánicos (Eco Abonaza y Humus de lombriz) y Nitrato de calcio, en 3 dosis (50 kg N/ha, 100 kg N/ha, 150 kg N/ha).

2.3.1.3. Tratamientos en estudio

Los tratamientos establecidos para el presente estudio se describen a continuación:

Tabla 5-2. Tratamientos

Código	Fuente	Dosis (kg N/ha)
T1	Eco Abonaza	50
T2	Eco Abonaza	100
T3	Eco Abonaza	150
T4	Humus de lombriz	50
T5	Humus de lombriz	100
T6	Humus de lombriz	150
T7	Nitrato de calcio	50
T8	Nitrato de calcio	100
T9	Nitrato de calcio	150
T10	SIN ABONO	0

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

2.3.1.4. Análisis funcional

- Se realizó el Análisis de Varianza (ANAVA) para los parámetros evaluados, y se determinó el nivel de significancia estadística.

- Cuando la diferencia entre tratamientos fue significativa, se aplicó la Prueba de Tukey (5%) para separar medias.
- Se determinó los coeficientes de variación (CV), expresado en porcentaje (%).
- El análisis económico se determinó mediante la relación Beneficio/Costo, obteniendo los costos totales e ingresos totales.

2.3.1.5. Especificaciones del campo experimental

Tabla 6-2. Especificaciones del campo experimental.

Características	Descripción
Número de tratamientos	9 + 1 Testigo absoluto
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	30
Forma de la parcela	Rectangular
Área de la parcela	18 m ²
Área total del ensayo	540 m ²
Separación entre parcelas	0,6 m
Separación entre bloques	1 m
Densidad de siembra	0,6 m entre hilera * 0,4 m entre planta

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

2.3.2. Indicadores o parámetros evaluados

2.3.2.1. Porcentaje de prendimiento

Se determinó a los 15 días después del trasplante (ddt), contabilizando el número de plantas prendidas y trasplantadas, para luego expresarlos en porcentaje (%), mediante la fórmula:

$$\%P = \frac{\# \text{ plantas prendidas}}{\# \text{ plantas trasplantadas}} * 100$$

2.3.2.2. Diámetro de la pella

Se midió el diámetro ecuatorial de las pellas de las 10 plantas marcadas al azar, de la parcela neta, al momento de la cosecha y expresado en centímetros (cm).

2.3.2.3. Peso de la pella

Una vez cortadas o cosechadas, se pesaron en una balanza digital, las pellas de las 10 plantas marcadas al azar, expresado en gramos (g).

2.3.2.4. Clasificación de las pellas

A su vez, se clasificaron de acuerdo a los criterios presentados en la Tabla 7-1, en categorías: Grande (G), Mediano (M) y Pequeño (P).

2.3.2.5. Rendimiento del cultivo

Con los datos obtenidos de peso y clasificación de la pella, se proyectó el rendimiento del cultivo, por categoría y por hectárea, expresado en toneladas.

2.3.2.6. Biomasa del cultivo

De cada unidad experimental, se seleccionó una planta representativa, y se obtuvo el peso fresco de la parte aérea de planta (tallo, hojas, pella), expresado en gramos (g).

Con los datos obtenidos y en base al número de plantas prendidas en cada unidad experimental, se proyectó la cantidad de biomasa total en t/ha.

2.3.2.7. Materia seca

A su vez, la planta seleccionada se picó en trozos pequeños y se colocó en estufa a 50°C (laboratorio), para obtener el peso seco, expresado en gramos (g).

Con los datos obtenidos y en base al número de plantas prendidas en cada unidad experimental, se proyectó la cantidad de materia seca total en t/ha.

2.3.2.8. Nitrógeno total extraído por el cultivo

Se determinó en laboratorio, mediante análisis foliar, utilizando el Método de Micro Kjeldahl, que consistió en 3 pasos:

Digestión de la muestra

- Preparación de la muestra (secado, triturado y tamizado).

- Pesado de la muestra tamizada (0,1 g o 100 mg).
- Colocar en un matraz o balón de 50 ml, 1g de Sulfato de potasio.
- Agregar 0,2g de Óxido de mercurio.
- Añadir 4 ml de Ácido sulfúrico concentrado.
- Colocar sobre la plancha eléctrica, a 70°C, durante 3 a 4 horas aproximadamente, hasta que la muestra se torne transparente.
- Retirar, dejar enfriar y aforar con agua destilada.

Destilación

- Con una pipeta, tomar 10 ml de muestra digerida y colocar en un matraz de balón.
- Añadir 20 ml de Hidróxido de sodio al 50% más Tiosulfato.
- Añadir 10 ml de agua destilada.
- Recoger 40 ml de muestra destilada en un vaso de precipitación con 10 ml de Ácido bórico más indicador mixto.

Titulación

Con ayuda de una bureta, titular la muestra destilada con Ácido clorhídrico al 0,02N hasta obtener una coloración naranja y/o durazno. El valor que se registra para proceder a los cálculos sobre el Nitrógeno total en cada muestra analizada, mediante la siguiente fórmula:

$$\%Nt = \frac{ml\ HCl * 0,02\ N * 0,014 * 100}{g\ muestra} * 5$$

Con los datos obtenidos en laboratorio, para Nitrógeno total (Nt), en base a la cantidad de materia seca en cada unidad experimental, se proyectó la cantidad de nitrógeno extraído por el cultivo, expresado en kg N/ha.

2.3.2.9. Determinación del valor de reemplazo del fertilizante, utilizando Nitrato de calcio

La recuperación aparente de nitrógeno (ANR) representa el porcentaje de N aplicado, como fertilizante, que es extraído por la parte aérea o cosechada del cultivo y se utiliza como un indicador de la disponibilidad de nitrógeno. La recuperación aparente de nitrógeno (ANR) se calculó mediante la fórmula: (Suárez et al., 2018, p. 4)

$$ANR = \frac{UT - UO}{FN} * 100$$

UT: Extracción de N (kg N/ha) del cultivo de brócoli en parcelas que reciben abono orgánico fertilizante mineral.

UO: Extracción de N correspondiente a parcelas no abonadas.

FN: N aplicado (kg N/ha) en abono orgánico o fertilizante mineral.

2.3.3. Manejo del ensayo

2.3.3.1. Labores pre culturales

Preparación del terreno

Se realizó el rastrado con tractor, en dos ocasiones, para remover el suelo e incorporar residuos de materia vegetal, lograr una capa suelta del suelo y nivelar el terreno. Posteriormente, se realizó el surcado, formando hileras espaciados entre sí a 0,6 m

Establecimiento y/o trazado de parcelas

Se realizaron las mediciones y divisiones respectivas de cada parcela o unidad experimental y bloques.

Identificación de parcela o unidades experimentales

Se ubicaron rótulos de identificación, por cada unidad experimental, de acuerdo a un diseño previo y distribución de los tratamientos.

2.3.3.2. Labores culturales

Riego

Se aplicó riego por gravedad, con una frecuencia de aplicación de un riego por semana.

Trasplante

Se realizó manualmente, formando hoyos de 10 cm de profundidad en la ceja superior de las hileras, y con una densidad de siembra de 0,4 m entre plantas y de 0,6 m entre hileras.

Fertilización

Los abonos y/o fertilizantes se aplicaron edáficamente, de manera localizada, es decir, en los sitios de trasplante, formando hoyos y cubriendo con tierra. Se aplicaron mediante un programa de fertilización, de acuerdo a las dosis establecidas:

- Una sola aplicación para tratamientos con dosis de 50 kg N/ha.
- Dos aplicaciones para tratamientos con dosis de 100 kg N/ha.
- Tres aplicaciones para tratamientos con dosis de 150 kg N/ha.

La frecuencia de aplicación fue de 21 días a partir de la primera aplicación, para los tratamientos con dosis media y alta; tomando en cuenta que la primera aplicación se realizó dos días antes del trasplante.

Las cantidades de abono y/o fertilizante a aplicar, se calcularon en base al contenido de nutrimento (Nitrógeno) de cada fuente en base a peso y se obtuvieron medidas para la cantidad a aplicar de cada fuente.

Rascadillo o deshierbe

Se realizó a los 25 DDT, removiendo la capa superficial del suelo y destruyendo malezas emergidas junto al cultivo.

Aporque

Se realizó a los 54 DDT, removiendo el suelo y colocando una mayor cantidad de suelo junto a la base de las plantas.

Control de plagas y/o enfermedades

Se realizaron monitoreos semanales al cultivo, para identificar la presencia de plagas y/o enfermedades y se realizaron las aplicaciones fitosanitarias oportunamente.

Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual, cortando la parte aérea del cultivo (tallos, hojas y pella), para evitar pérdidas de agua hasta el momento de su comercialización.

Comercialización

Las pellas se comercializaron por unidad, en estado fresco, en el Mercado de Productores Agrícolas de Riobamba.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Indicadores

3.1.1. Porcentaje de prendimiento

En el Análisis de Varianza para porcentaje de prendimiento a los 15 días después del trasplante (ddt), no se encontró diferencias significativas para los Tratamientos, con un promedio general del 94 % y un coeficiente de variación de 1,22 % (Tabla 1-3).

Tabla 1-3. Análisis de Varianza para porcentaje de prendimiento a los 15 días después del trasplante (ddt).

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	7,56	2	3,78	2,88	0,0820	ns
Tratamiento	25,74	9	2,86	2,18	0,0759	ns
Error	23,60	18	1,31			
Total	56,90	29				
Media	94 %					
C.V.	1,22 %					

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

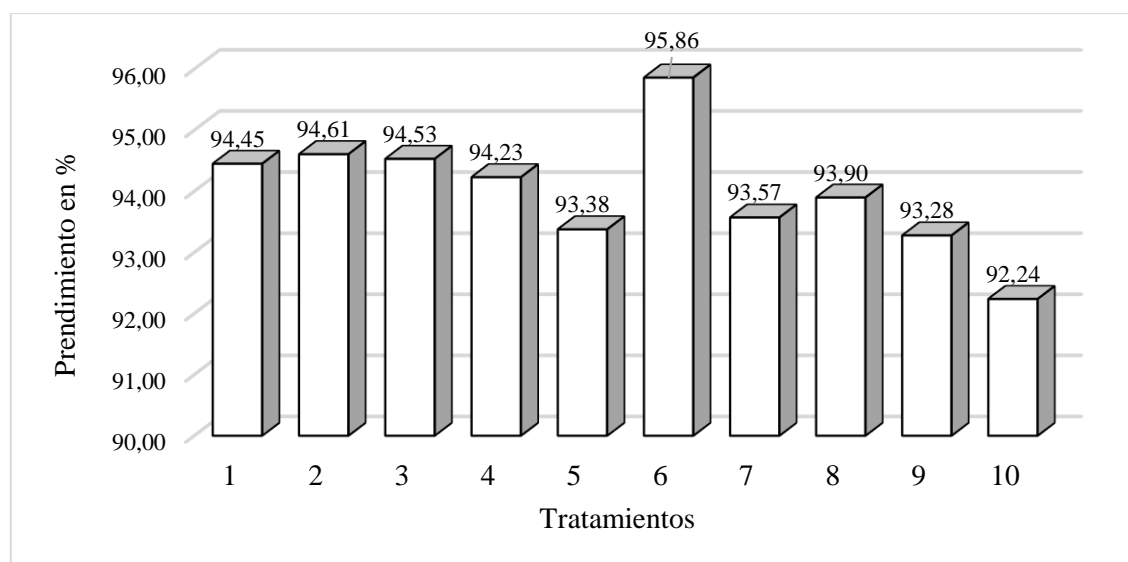


Gráfico 1-3. Porcentaje de prendimiento a los 15 días después del trasplante (ddt).

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

De acuerdo al Gráfico 1-3, se observa que con la aplicación de humus en dosis de 150 kg N/ha (T6) alcanzó el mayor porcentaje de prendimiento con el 95,86 %; superando al Testigo con el 3,62 %.

Al comparar con Mena (2014), en su trabajo de investigación: “Evaluación de la producción orgánica de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*), aplicando dos fuentes de microorganismos (*Azotobacter chroococcum* y *Bacillus subtilis*) y tres dosis de abonos orgánicos que activen la solubilidad del fósforo inactivo del suelo en Belizario Quevedo – Cotopaxi”, obtuvo el 100 % de prendimiento para el Tratamiento 5 (*Azotobacter chroococcum* + abono orgánico 60 t/ha) y el 91 % de prendimiento para el Testigo absoluto. Superando con 4,14 % al porcentaje obtenido con la aplicación de Humus en dosis de 150 kg N/ha (T6); mientras que, el tratamiento Testigo, según Mena, alcanza valores inferiores con el 1,24 % al porcentaje obtenido con el tratamiento Testigo en la presente investigación. Se asume que alcanza el prendimiento total por la mayor cantidad de abono orgánico aplicado (60 t/ha), respecto a la cantidad que se aplicó en el Tratamiento 6 (17,86 t/ha) del presente estudio.

3.1.2. Diámetro de la pella

En el Análisis de Varianza para diámetro de la pella en cm a la cosecha, se encontró diferencias altamente significativas para Tratamientos, con un coeficiente de variación de 3,99 % (Tabla 2-3).

Tabla 2-3. Análisis de Varianza para diámetro de la pella en cm a la cosecha.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	0,36	2	0,18	0,46	0,6396	ns
Tratamiento	188,29	9	20,92	53,16	<0,0001	**
Error	7,08	18	0,39			
Total	195,73	29				
C.V.	3,99 %					

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

En la Prueba de Tukey al 5 % para diámetro de la pella en cm a la cosecha, se encontraron 7 grupos; en el grupo A se ubicaron los tratamientos con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9) y 100 kg N/ha (T8), con 20,72 cm y 19,20 cm respectivamente, dentro del mismo rango estadístico; y en el grupo E se ubicó el Testigo (SIN ABONO) con 12,62 cm (Tabla 3-3).

Tabla 3-3. Prueba de Tukey al 5 % para diámetro de la pella en cm a la cosecha.

CÓD.	TRATAMIENTO	Medias (cm)	Rangos	
T9	Nitrato de calcio (150 kg N/ha)	20,72	A	
T8	Nitrato de calcio (100 kg N/ha)	19,20	A	
T7	Nitrato de calcio (50 kg N/ha)	17,02	B	
T3	Eco Abonaza (150 kg N/ha)	16,62	B	C
T6	Humus (150 kg N/ha)	14,98	C	D
T2	Eco Abonaza (100 kg N/ha)	14,70	D	
T1	Eco Abonaza (50 kg N/ha)	14,55	D	
T5	Humus (100 kg N/ha)	13,72	D	E
T4	Humus (50 kg N/ha)	13,15	D	E
T10	Testigo (SIN ABONO)	12,62	E	

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

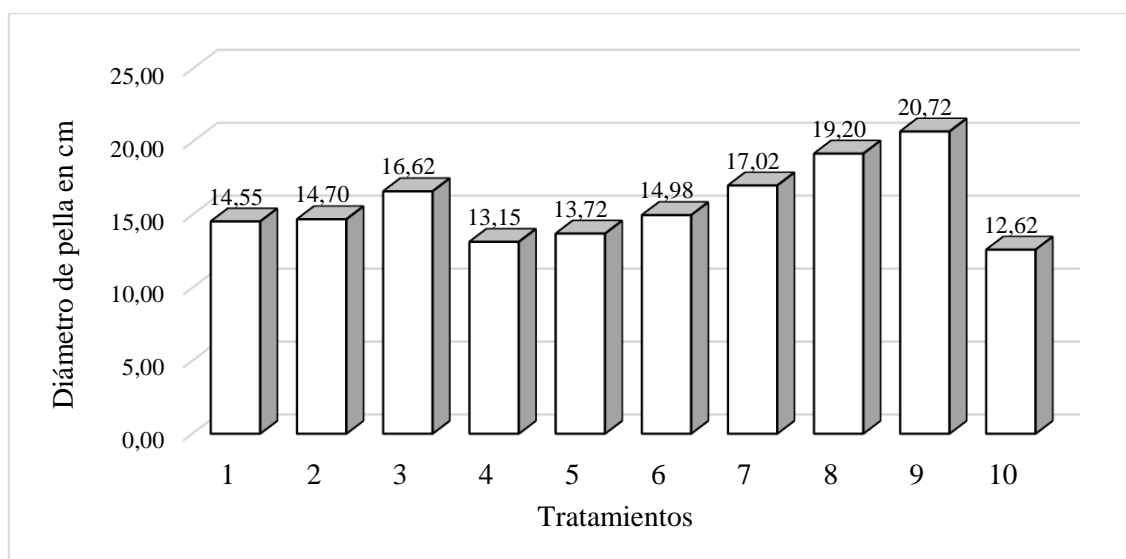


Gráfico 2-3. Diámetro de la pella en cm a la cosecha.

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

De acuerdo al Gráfico 2-3, se observa que los tratamientos con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9) y 100 kg N/ha (T8), alcanzaron el mayor diámetro de pella, con 20,72 cm y 19,20 cm respectivamente, superando al Testigo (SIN ABONO) con el 39,1 % y 34,27 % respectivamente.

Al comparar con Aldás (2021), en su trabajo de investigación: “Respuesta a la aplicación de N y K en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) en la parroquia Mulaló”, donde utilizó tratamientos con base en fertilización nitrogenada (en dosis de 170, 340 y 510 kg N/ha) y potásica (en dosis de 60, 120 y 180 kg K₂O/ha), obtuvo un diámetro de pella promedio de 20 cm, el mismo que se

encuentra dentro del rango de valores obtenidos con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 100 kg N/ha (T8) y 150 kg N/ha (T9).

3.1.3. *Peso de la pella*

En el Análisis de Varianza para peso de la pella en gramos (g) a la cosecha, se encontraron diferencias altamente significativas para Tratamientos, con un coeficiente de variación de 11,97 % (Tabla 4-3).

Tabla 4-3. Análisis de Varianza para peso de la pella en gramos (g) a la cosecha.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	15142,87	2	7571,43	2,72	0,0928	ns
Tratamiento	826783,87	9	91864,87	33,00	<0,0001	**
Error	50101,13	18	2783,40			
Total	892027,87	29				
C.V.	11,97 %					

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

En la Prueba de Tukey al 5 % para peso de la pella en gramos (g) a la cosecha, se encontraron 6 grupos; en el grupo A se ubicaron los tratamientos con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9) y 100 kg N/ha (T8), con 769,33 g y 690,67 g respectivamente, dentro del mismo rango estadístico; en el grupo D se ubicaron los tratamientos con la aplicación de Humus en dosis de 100 kg N/ha (T5) y 50 kg N/ha (T4), y el Testigo (SIN ABONO) con 312 g, 286 g y 244,67 g respectivamente (Tabla 5-3).

Tabla 5-3. Prueba de Tukey al 5 % para peso de la pella en gramos (g) a la cosecha.

CÓD.	TRATAMIENTO	Medias (g)	Rangos		
T9	Nitrato de calcio (150 kg N/ha)	769,33	A		
T8	Nitrato de calcio (100 kg N/ha)	690,67	A		
T7	Nitrato de calcio (50 kg N/ha)	529,00	B		
T3	Eco Abonaza (150 kg N/ha)	477,67	B	C	
T6	Humus (150 kg N/ha)	379,00	B	C	D
T2	Eco Abonaza (100 kg N/ha)	363,33		C	D
T1	Eco Abonaza (50 kg N/ha)	355,67		C	D
T5	Humus (100 kg N/ha)	312,00			D
T4	Humus (50 kg N/ha)	286,00			D
T10	Testigo (SIN ABONO)	244,67			D

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

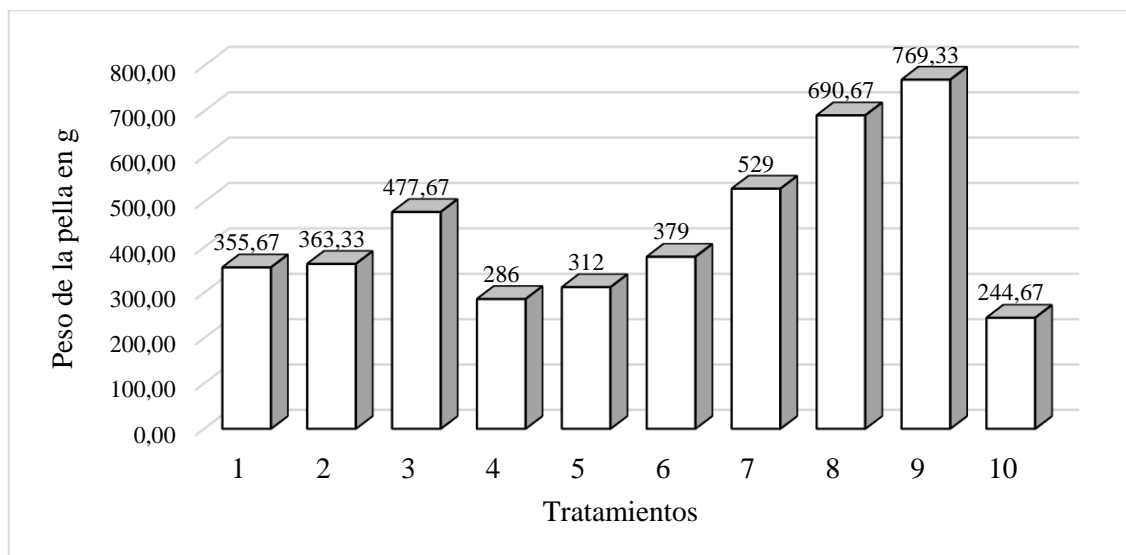


Gráfico 3-3. Peso de la pella en gramos (g) a la cosecha.

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

De acuerdo al Gráfico 3-3, se observa que los tratamientos con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9) y 100 kg N/ha (T8), alcanzaron el mayor peso de pella con 769,33 g y 690,67 g respectivamente, superando al Testigo (SIN ABONO) con el 68,2 % y 64,58 % respectivamente.

Al comparar con Cartagena *et al.* (2010), en su trabajo de investigación: “Determinación de la demanda nutrimental del nitrógeno en brócoli (*Brassica oleracea*)”, donde utilizó dos variedades (Avenger y Heritage) y aplicó tratamientos con dosis de nitrógeno (0, 50, 150, 300 y 450 kg N/ha); obtuvo valores promedios para peso de la inflorescencia de 700 g/planta, el mismo que se encuentra dentro del rango de valores obtenidos en dosis de 100 kg N/ha (T8) y 150 kg N/ha (T9) con Nitrato de calcio, superando con el 9,9%.

3.1.4. Rendimiento de categoría grande en t/ha

En el Análisis de Varianza para rendimiento categoría grande en t/ha, se encontraron diferencias altamente significativas para Tratamientos, con un coeficiente de variación de 20,25 % (Tabla 6-3).

Tabla 6-3. Análisis de Varianza para rendimiento de categoría grande en t/ha.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	4,32	2	2,16	1,16	0,3354	ns
Tratamiento	1663,93	9	184,88	99,48	<0,0001	**
Error	33,45	18	1,86			
Total	1701,70	29				
C.V.	20,25 %					

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

En la Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento categoría grande en t/ha, se encontraron 5 grupos; en el grupo A se ubicaron los tratamientos con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9) y 100 kg N/ha (T8), con 20,94 t/ha y 18,80 t/ha respectivamente, dentro del mismo rango estadístico; en el grupo D se ubicaron los tratamientos con la aplicación de Humus en dosis de 150 kg N/ha (T6), Eco Abonaza en dosis de 100 kg N/ha (T2), Humus en dosis de 100 kg N/ha (T5) y el Testigo (SIN ABONO), con 1,48 t/ha; 1,41 t/ha; 1,21 t/ha y 1,02 t/ha respectivamente (Tabla 7-3).

Tabla 7-3. Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento de categoría grande en t/ha.

CÓD.	TRATAMIENTO	Medias (t/ha)	Rangos	
T9	Nitrato de calcio (150 kg N/ha)	20,94	A	
T8	Nitrato de calcio (100 kg N/ha)	18,80	A	
T7	Nitrato de calcio (50 kg N/ha)	13,06	B	
T3	Eco Abonaza (150 kg N/ha)	5,57	C	
T4	Humus (50 kg N/ha)	1,91	C	D
T1	Eco Abonaza (50 kg N/ha)	1,89	C	D
T6	Humus (150 kg N/ha)	1,48	D	
T2	Eco Abonaza (100 kg N/ha)	1,41	D	
T5	Humus (100 kg N/ha)	1,21	D	
T10	Testigo (SIN ABONO)	1,02	D	

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

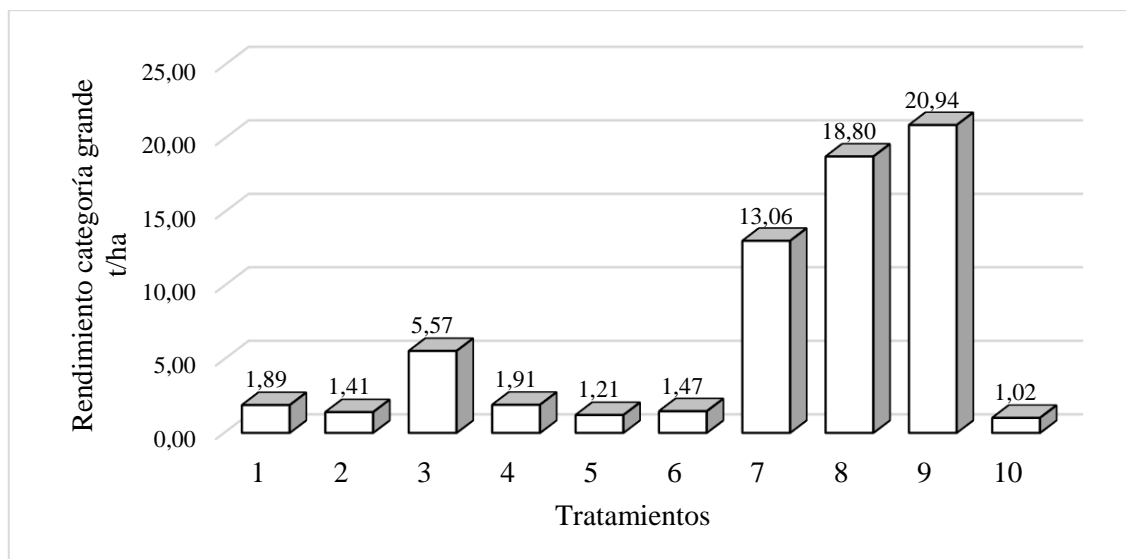


Gráfico 4-3. Rendimiento de categoría grande en t/ha.

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

De acuerdo al Gráfico 4-3, se observa que los tratamientos con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9) y 100 kg N/ha (T8), alcanzaron el mayor rendimiento en categoría grande con 20,94 t/ha y 18,80 t/ha respectivamente; mientras que los rendimientos más bajos para esta categoría se obtuvieron en los tratamientos con la aplicación de Humus en dosis de 150 kg N/ha (T6), Eco Abonaza en dosis de 100 kg N/ha (T2), Humus en dosis de 100 kg N/ha (T5) y Testigo (SIN ABONO).

3.1.5. Rendimiento de categoría mediana en t/ha

En el Análisis de Varianza para rendimiento categoría mediana en t/ha, se encontraron diferencias altamente significativas para Tratamientos, con un coeficiente de variación de 14,47 % (Tabla 8-3).

Tabla 8-3. Análisis de Varianza para rendimiento de categoría mediana en t/ha.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	4,26	2	2,13	2,03	0,1602	ns
Tratamiento	96,99	9	10,78	10,27	<0,0001	**
Error	18,89	18	1,05			
Total	120,13	29				
C.V.	14,47 %					

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

En la Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento categoría mediana en t/ha, se encontraron 7 grupos; en el grupo A se ubicaron los tratamientos con la aplicación de Eco Abonaza en dosis de 100 kg N/ha (T2) y 150 kg N/ha (T3), con 9,89 t/ha y 9,29 t/ha respectivamente, dentro del mismo rango estadístico; y en el grupo D se ubicó el Testigo (SIN ABONO) con 4,49 t/ha (Tabla 9-3).

Tabla 9-3. Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento de categoría mediana en t/ha.

CÓD.	TRATAMIENTO	Medias (t/ha)	Rangos			
T2	Eco Abonaza (100 kg N/ha)	9,89	A			
T3	Eco Abonaza (150 kg N/ha)	9,29	A			
T6	Humus (150 kg N/ha)	8,84	A	B		
T1	Eco Abonaza (50 kg N/ha)	8,30	A	B	C	
T5	Humus (100 kg N/ha)	7,29	A	B	C	D
T9	Nitrato de calcio (150 kg N/ha)	5,98		B	C	D
T4	Humus (50 kg N/ha)	5,87		B	C	D
T7	Nitrato de calcio (50 kg N/ha)	5,46			C	D
T8	Nitrato de calcio (100 kg N/ha)	5,37			C	D
T10	Testigo (SIN ABONO)	4,49				D

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

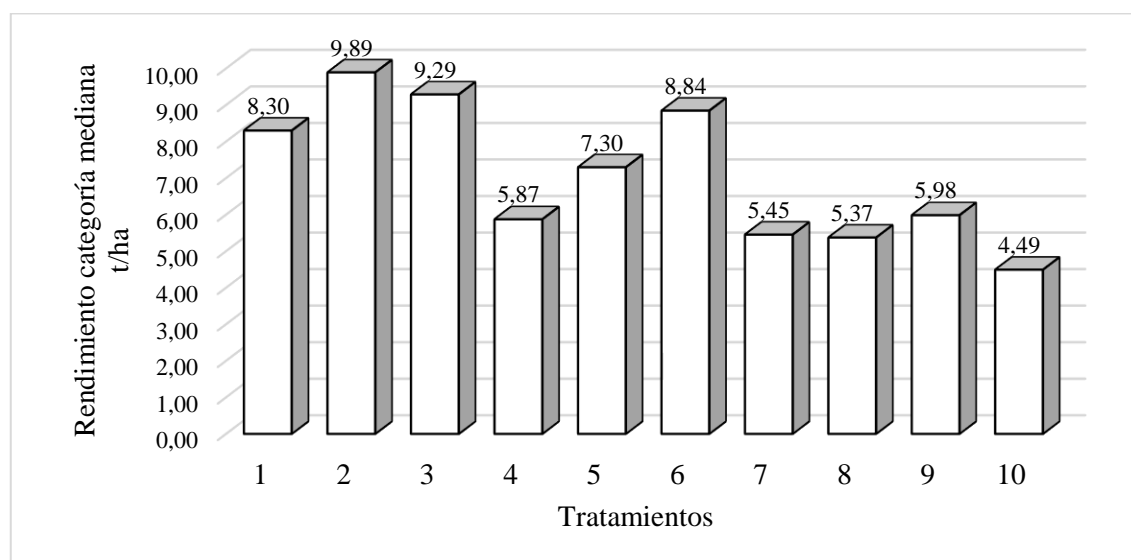


Gráfico 5-3. Rendimiento de categoría mediana en t/ha.

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

De acuerdo al Gráfico 5-3, se observa que los tratamientos con la aplicación de Eco Abonaza en dosis de 100 kg N/ha (T2) y 150 kg N/ha (T3), alcanzaron el mayor rendimiento en categoría mediana con 9,89 t/ha y con 9,29 t/ha respectivamente, superando al Testigo (SIN ABONO) con el 54,6 % y 51,67 % respectivamente.

3.1.6. Rendimiento de categoría pequeña en t/ha.

En el Análisis de Varianza para rendimiento categoría pequeña en t/ha, se encontraron diferencias significativas para Tratamientos, con un coeficiente de variación de 19,42 % (Tabla 10-3).

Tabla 10-3. Análisis de Varianza para rendimiento de categoría pequeña en t/ha.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	0,66	2	0,33	0,79	0,4702	ns
Tratamiento	13,10	9	1,46	3,48	<0,0117	*
Error	7,53	18	0,42			
Total	21,29	29				
C.V.	19,42 %					

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

En la Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento categoría pequeña en t/ha, se encontraron 3 grupos; en el grupo A se ubicaron los tratamientos con la aplicación de Humus en dosis de 150 kg N/ha (T6) y el Testigo (SIN ABONO) con 4,42 t/ha y 4 t/ha respectivamente, dentro del mismo rango estadístico; y en el grupo B se ubicó el tratamiento con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 50 kg N/ha (T7) con 2,06 t/ha (Tabla 11-3).

Tabla 11-3. Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento de categoría pequeña en t/ha.

CÓD.	TRATAMIENTO	Medias (t/ha)	Rangos
T6	Humus (150 kg N/ha)	4,42	A
T10	Testigo (SIN ABONO)	4,00	A
T3	Eco Abonaza (150 kg N/ha)	3,72	A B
T1	Eco Abonaza (50 kg N/ha)	3,64	A B
T5	Humus (100 kg N/ha)	3,63	A B
T4	Humus (50 kg N/ha)	3,34	A B
T9	Nitrato de calcio (150 kg N/ha)	2,99	A B
T2	Eco Abonaza (100 kg N/ha)	2,83	A B
T8	Nitrato de calcio (100 kg N/ha)	2,69	A B
T7	Nitrato de calcio (50 kg N/ha)	2,06	B

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

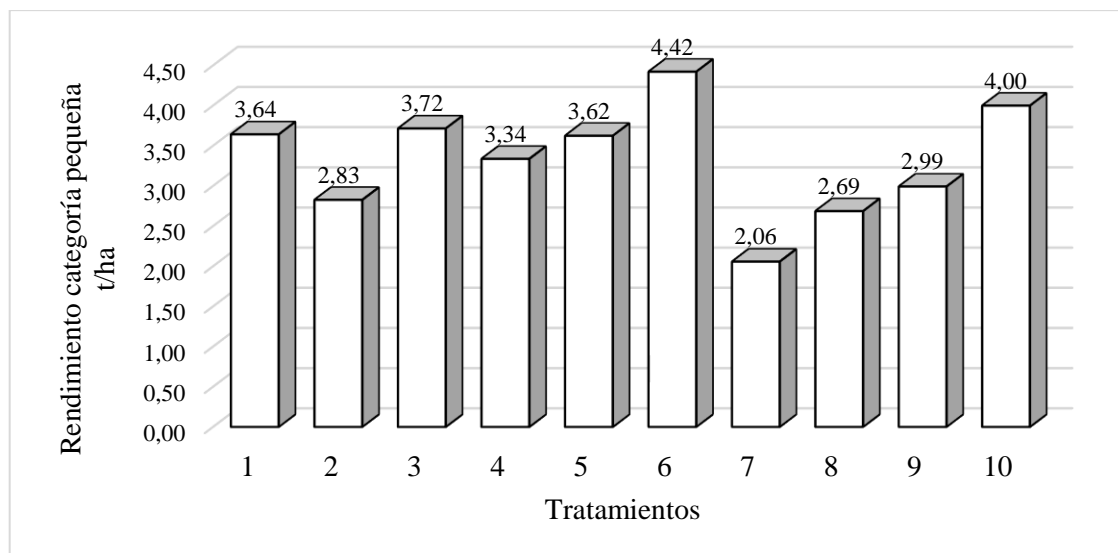


Gráfico 6-3. Rendimiento de categoría pequeña en t/ha.

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

De acuerdo al Gráfico 6-3, se observa que los tratamientos con la aplicación de Humus en dosis de 150 kg N/ha (T6) y el Testigo (SIN ABONO), alcanzaron el mayor rendimiento en categoría pequeña con 4,42 t/ha y con 4 t/ha, respectivamente, dentro del mismo rango estadístico, superando al tratamiento que se aplicó Nitrato de calcio en dosis de 50 kg N/ha (T7), con el 53,39 % y 48,5 % respectivamente.

3.1.7. Rendimiento del cultivo en t/ha.

En el Análisis de Varianza para rendimiento del cultivo en t/ha, se encontraron diferencias altamente significativas para Tratamientos, con un coeficiente de variación de 11,96 % (Tabla 12-3).

Tabla 12-3. Análisis de Varianza para rendimiento del cultivo en t/ha.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	22,94	2	11,47	2,73	0,0923	ns
Tratamiento	1250,53	9	138,95	33,05	<0,0001	**
Error	75,68	18	4,20			
Total	1349,15	29				
C.V.	11,96 %					

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

En la Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento del cultivo en t/ha, se encontraron 6 grupos; en el grupo A se ubicaron los tratamientos con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9) y 100 kg N/ha (T8), con 29,92 t/ha y 26,86 t/ha respectivamente, dentro del mismo

rango estadístico; en el grupo D se ubicaron los tratamientos con la aplicación de Humus en dosis de 100 kg N/ha (T5) y 50 kg N/ha (T4), y el Testigo (SIN ABONO); con 12,13 t/ha; 11,12 t/ha y 9,51 t/ha respectivamente (Tabla 13-3).

Tabla 13-3. Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento del cultivo en t/ha.

CÓD.	TRATAMIENTO	Medias (t/ha)	Rangos		
T9	Nitrato de calcio (150 kg N/ha)	29,92	A		
T8	Nitrato de calcio (100 kg N/ha)	26,86	A		
T7	Nitrato de calcio (50 kg N/ha)	20,57	B		
T3	Eco Abonaza (150 kg N/ha)	18,58	B	C	
T6	Humus (150 kg N/ha)	14,74	B	C	D
T2	Eco Abonaza (100 kg N/ha)	14,13	C		
T1	Eco Abonaza (50 kg N/ha)	13,83	C		
T5	Humus (100 kg N/ha)	12,13	D		
T4	Humus (50 kg N/ha)	11,12	D		
T10	Testigo (SIN ABONO)	9,51	D		

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

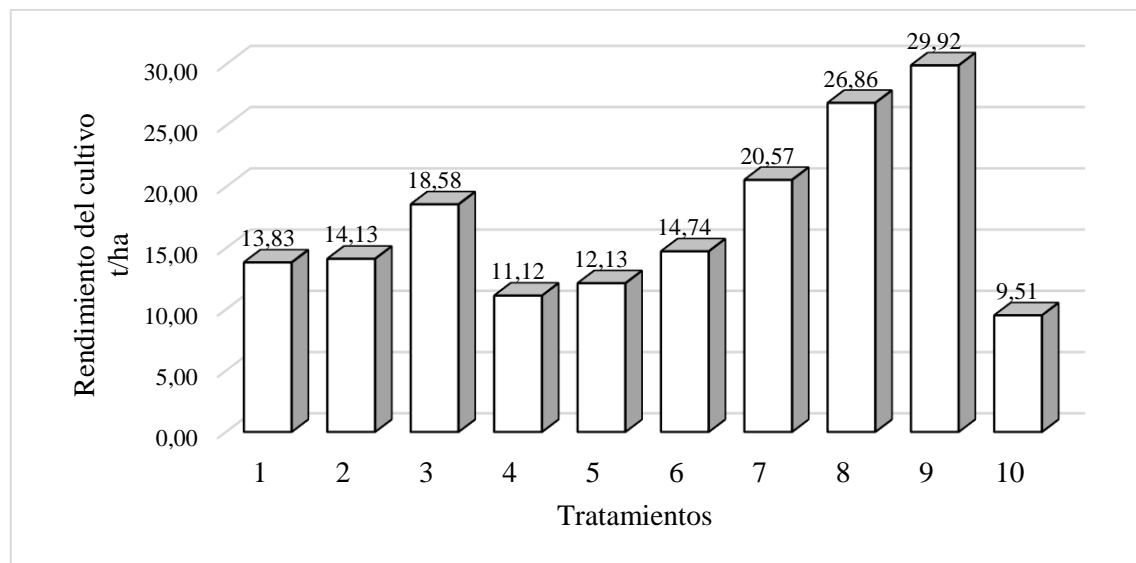


Gráfico 7-3. Rendimiento del cultivo en t/ha.

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

De acuerdo al Gráfico 7-3, se observa que con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9) y 100 kg N/ha (T8), el cultivo de brócoli alcanzó el mayor rendimiento con 29,92 t/ha y 26,86 t/ha respectivamente, superando al Testigo (SIN ABONO) con el 68,22 % y 64,58 % respectivamente.

Al comparar con Aldás (2021), en su trabajo de investigación: “Respuesta a la aplicación de N y K en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) en la parroquia Mulaló”, donde utilizó tratamientos con base en fertilización nitrogenada (en dosis de 170, 340 y 510 kg N/ha) y potásica (en dosis de 60, 120 y 180 kg K₂O/ha), obtuvo un promedio de productividad de 30,37 t/ha; superando con 0,45 t/ha al promedio de rendimiento obtenido con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9) en esta investigación. Esto se debe a que Aldás, aplicó una dosis de fertilización nitrogenada, mayor con 20 kg N/ha a la dosis que se aplicó con el Tratamiento 9 en este estudio.

3.1.8. Biomasa del cultivo en t/ha.

En el Análisis de Varianza para biomasa del cultivo en t/ha, se encontraron diferencias altamente significativas para Tratamientos, con un coeficiente de variación de 7,23 % (Tabla 14-3).

Tabla 14-3. Análisis de Varianza para biomasa del cultivo en t/ha.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	12,55	2	6,27	0,41	0,6712	ns
Tratamiento	4239,22	9	471,02	30,61	<0,0001	**
Error	277,00	18	15,39			
Total	4528,76	29				
C.V.	7,23 %					

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

En la Prueba de Tukey al 5 % para biomasa del cultivo en t/ha, se encontraron 5 grupos; en el grupo A se ubicaron los tratamientos con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9) y 100 kg N/ha (T8), y Eco Abonaza en dosis de 150 kg N/ha (T3); con 72,28 t/ha, 68,51 t/ha y 68,45 t/ha respectivamente, dentro del mismo rango estadístico; y en el grupo D se ubicó el Testigo (SIN ABONO) con 38,60 t/ha (Tabla 15-3).

Tabla 15-3. Prueba de Tukey al 5 % para biomasa del cultivo en t/ha.

CÓD.	TRATAMIENTO	Medias (t/ha)	Rangos	
T9	Nitrato de calcio (150 kg N/ha)	72,28	A	
T8	Nitrato de calcio (100 kg N/ha)	68,51	A	
T3	Eco Abonaza (150 kg N/ha)	68,45	A	
T7	Nitrato de calcio (50 kg N/ha)	61,85	A	B
T6	Humus (150 kg N/ha)	50,80	B	C
T2	Eco Abonaza (100 kg N/ha)	50,48	B	C
T1	Eco Abonaza (50 kg N/ha)	46,33	C	D
T5	Humus (100 kg N/ha)	45,40	C	D
T4	Humus (50 kg N/ha)	39,65	C	D
T10	Testigo (SIN ABONO)	38,60	D	

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

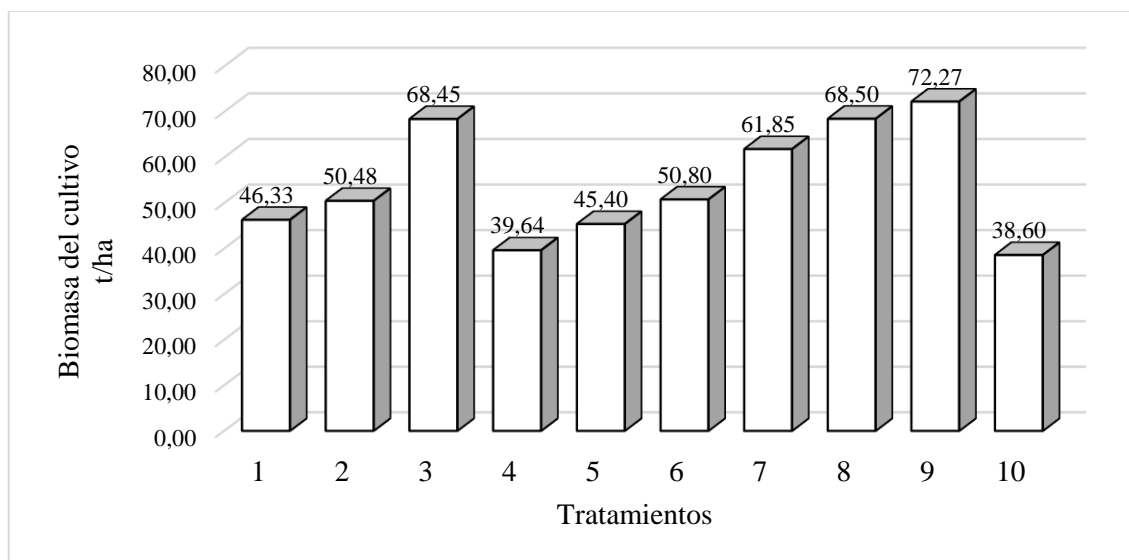


Gráfico 8-3. Biomasa del cultivo en t/ha.

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

De acuerdo al Gráfico 8-3, se observa que con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9), el cultivo de brócoli alcanzó la mayor producción de biomasa con 72,28 t/ha, superando al Testigo (SIN ABONO) con el 46,6 %.

Al comparar con Cartagena *et al.* (2010), en su trabajo de investigación: “Determinación de la demanda nutrimental del nitrógeno en brócoli (*Brassica oleracea*)”, donde utilizó dos variedades (Avenger y Heritage) y aplicó tratamientos con dosis de nitrógeno (0, 50, 150, 300 y 450 kg N/ha). Estimando los rendimientos de peso fresco, obtuvo un peso promedio de 2,245 kg/planta, que al proyectar con la densidad de siembra (22 000 plantas/ha) obtiene 49,39 t/ha de biomasa para

variedad Avenger. Este valor es inferior con 22,89 t/ha al rendimiento de biomasa obtenido con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9) de este estudio, ya que Cartagena *et al.* utilizó en su trabajo una mayor densidad de siembra.

Sin embargo, proyectando el valor promedio de peso fresco obtenido por Cartagena *et al.*, con la densidad de siembra utilizada en este trabajo (38 000 plantas/ha) se obtiene 85,31 t/ha de biomasa, superando con 13,03 t/ha al tratamiento con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9) de esta investigación, debido a que aplicó dosis de nitrógeno más altos.

3.1.9. *Materia seca del cultivo en t/ha*

En el Análisis de Varianza para materia seca del cultivo en t/ha, se encontraron diferencias altamente significativas para Tratamientos, con un coeficiente de variación de 9,16 % (Tabla 16-3).

Tabla 16-3. Análisis de Varianza para materia seca del cultivo en t/ha.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	0,74	2	0,37	0,79	0,4677	ns
Tratamiento	41,19	9	4,58	9,80	<0,0001	**
Error	8,41	18	0,47			
Total	50,33	29				
C.V.	9,16 %					

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

En la Prueba de Tukey al 5 % para materia seca del cultivo en t/ha, se encontraron 6 grupos, en el grupo A se ubicó el tratamiento con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9) con 9,94 t/ha y en el grupo D se ubicó el tratamiento con la aplicación de Humus en dosis de 50 kg N/ha (T4) con 5,45 t/ha (Tabla 17-3).

Tabla 17-3. Prueba de Tukey al 5 % para materia seca del cultivo en t/ha.

CÓD.	TRATAMIENTO	Medias (t/ha)	Rangos		
T9	Nitrato de calcio (150 kg N/ha)	9,94	A		
T8	Nitrato de calcio (100 kg N/ha)	8,68	A	B	
T3	Eco Abonaza (150 kg N/ha)	8,13	A	B	C
T7	Nitrato de calcio (50 kg N/ha)	7,58	A	B	C
T5	Eco Abonaza (100 kg N/ha)	7,31		B	C D
T6	Humus (150 kg N/ha)	7,08		B	C D
T1	Eco Abonaza (50 kg N/ha)	6,94		B	C D
T10	Testigo (SIN ABONO)	6,90		B	C D
T5	Humus (100 kg N/ha)	6,56			C D
T4	Humus (50 kg N/ha)	5,45			D

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

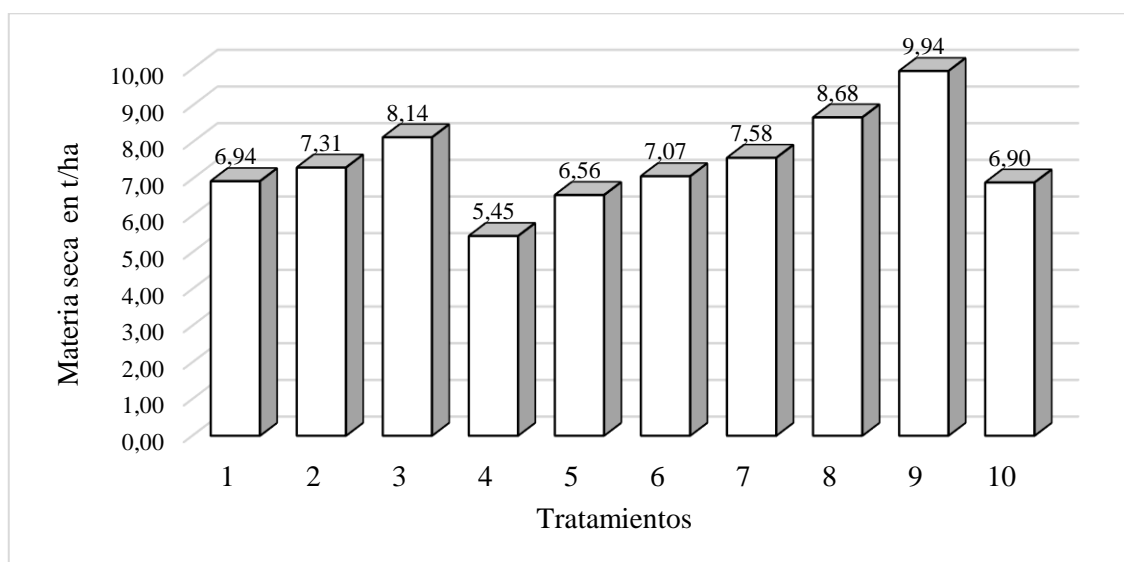


Gráfico 9-3. Materia seca del cultivo en t/ha.

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

De acuerdo al Gráfico 9-3, se observa que con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9), el cultivo de brócoli alcanzó el mayor contenido de materia seca con 9,94 t/ha, superando al tratamiento con la aplicación de Humus en dosis de 50 kg N/ha (T4) con el 45,17 %.

Al comparar con Cartagena *et al.* (2010), en su trabajo de investigación: “Determinación de la demanda nutrimental del nitrógeno en brócoli (*Brassica oleracea*)”, donde utilizó dos variedades (Avenger y Heritage) y aplicó tratamientos con dosis de nitrógeno (0, 50, 150, 300 y 450 kg N/ha). Estimando el peso seco de la biomasa aérea total, obtuvo un peso promedio de 279,2 g/planta, que al proyectar con la densidad de siembra (22 000 plantas/ha) obtiene 6,14 t/ha de peso seco

para variedad Avenger. Este valor es inferior con 3,8 t/ha al peso seco obtenido con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9) de este estudio, ya que Cartagena *et al.* utilizó en su trabajo, una mayor densidad de siembra.

Sin embargo, proyectando el valor promedio de peso seco obtenido por Cartagena *et al.*, con la densidad de siembra utilizada en este trabajo (38 000 plantas/ha) se obtiene 10,61 t/ha de biomasa, superando con 0,67 t/ha al tratamiento con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha (T9) de este trabajo, debido a que aplicó dosis de nitrógeno más altos.

3.1.10. Nitrógeno total (Nt) extraído por el cultivo en kg N/ha.

En el Análisis de Varianza para Nitrógeno total (N) extraído por el cultivo en kg N/ha, se encontraron diferencias altamente significativas para Tratamientos, con un coeficiente de variación de 9,63 % (Tabla 18-3).

Tabla 18-3. Análisis de Varianza para Nitrógeno total (Nt) extraído por el cultivo en kg N/ha.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	41,79	2	20,90	0,04	0,9585	ns
Tratamiento	50854,94	9	5650,55	11,50	<0,0001	**
Error	8847,81	18	491,55			
Total	59744,54	29				
C.V.	9,63 %					

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

En la Prueba de Tukey al 5 % para Nitrógeno total (N) extraído por el cultivo en kg N/ha, se encontraron 6 grupos; en el grupo A se ubicó el tratamiento con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 100 kg N/ha (T8) con 290,82 kg N/ha y en el grupo D se ubicó el Testigo (SIN ABONO) con 136,38 kg N/ha (Tabla 19-3).

Tabla 19-3. Prueba de Tukey al 5 % para Nitrógeno total (Nt) extraído por el cultivo en kg N/ha.

CÓD.	TRATAMIENTO	Medias (kg N/ha)	Rangos		
T8	Nitrato de calcio (100 kg N/ha)	290,82	A		
T9	Nitrato de calcio (150 kg N/ha)	287,14	A	B	
T3	Eco Abonaza (150 kg N/ha)	247,32	A	B	C
T2	Eco Abonaza (100 kg N/ha)	238,78	A	B	C
T6	Humus (150 kg N/ha)	234,34	A	B	C
T1	Eco Abonaza (50 kg N/ha)	223,55	B		C
T7	Nitrato de calcio (50 kg N/ha)	222,84	B		C
T4	Humus (50 kg N/ha)	213,48	C		
T5	Humus (100 kg N/ha)	208,50	C		
T10	Testigo (SIN ABONO)	136,38	D		

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

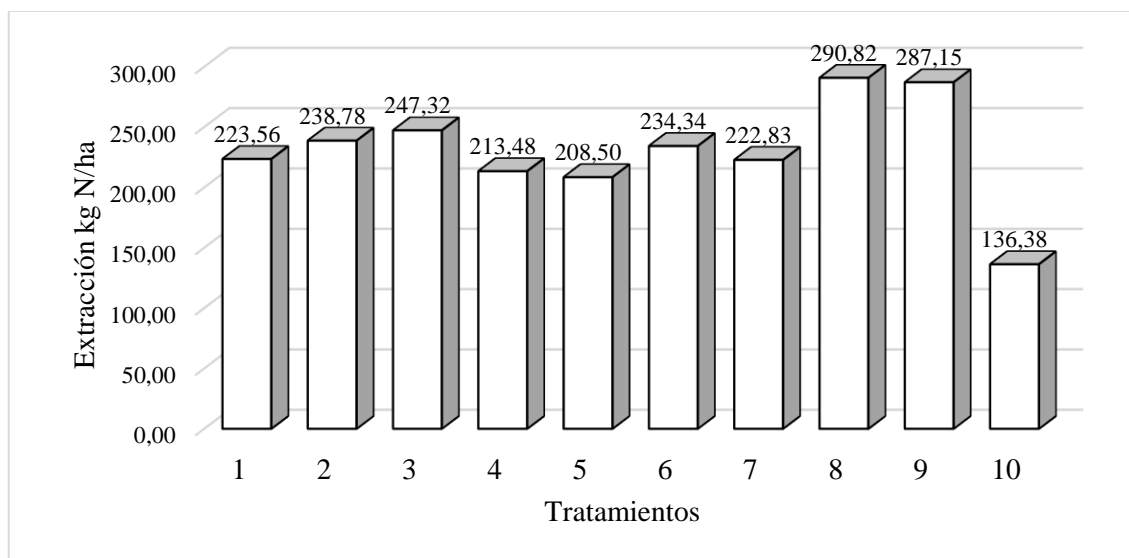


Gráfico 10-3. Nitrógeno total (Nt) extraído por el cultivo en kg N/ha.

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

De acuerdo al Gráfico 10-3, se observa que con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 100 kg N/ha (T8) y 150 kg N/ha (T9), el cultivo de brócoli, alcanzó la mayor extracción de nitrógeno con 290,82 kg N/ha y 287,14 kg N/ha respectivamente, siendo valores estadísticamente iguales; superando al Testigo (SIN ABONO) con el 53,11 % y 52,5 % respectivamente.

Al comparar con Cartagena *et al.* (2010), en su trabajo de investigación: “Determinación de la demanda nutrimental del nitrógeno en brócoli (*Brassica oleracea*)”, donde utilizó dos variedades (Avenger y Heritage) y aplicó tratamientos con dosis de nitrógeno (0, 50, 150, 300 y 450 kg N/ha). Estimando el contenido máximo de nitrógeno extraído, obtuvo un valor promedio de 291,456 kg

N/ha para variedad Avenger, superando a los tratamientos aplicados con Nitrato de calcio en este estudio, con dosis de 100 kg N/ha (T8) y 150 kg N/ha (T9) con 0,64 kg N/ha y 4,32 kg N/ha respectivamente, debido a que utilizó dosis de nitrógeno más altos.

3.1.11. Curva de absorción del nitrógeno para los tratamientos estudiados

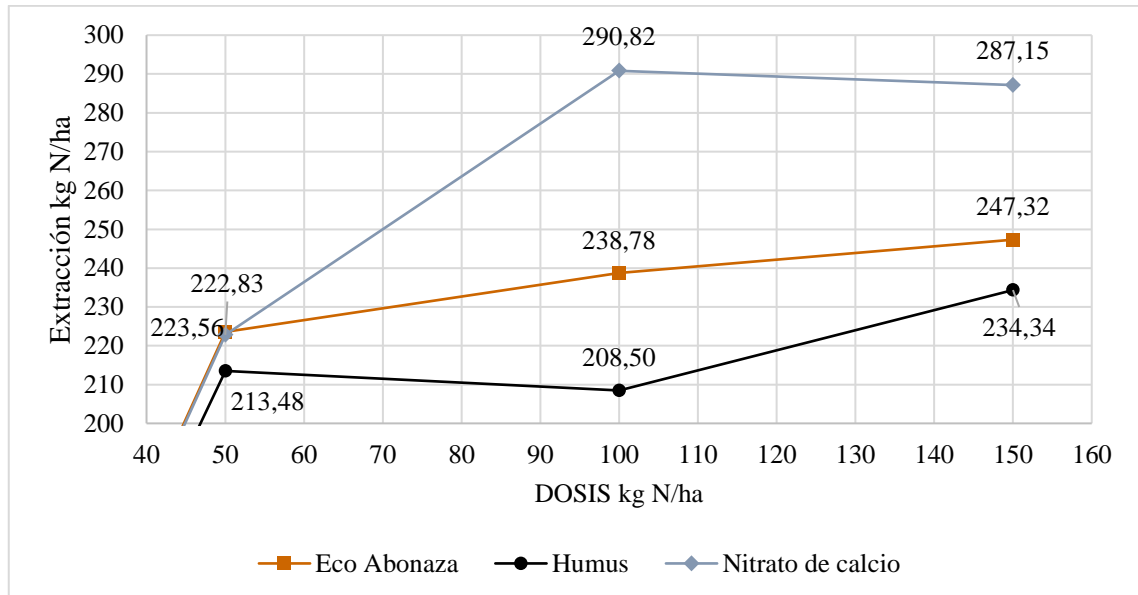


Gráfico 11-3. Curva de absorción de Nitrógeno del cultivo de brócoli.

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

En el Gráfico 11-3, se observa la cantidad de nitrógeno absorbido por el cultivo de brócoli, aplicando las diferentes fuentes fertilizantes y sus distintas dosis. El cultivo alcanza la mayor absorción con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 100 kg N/ha (T8), Eco Abonaza en dosis de 150 kg N/ha (T3) y Humus en dosis de 150 kg N/ha (T6).

Según Arcos (2013), dada la característica de rápida solubilidad de los fertilizantes químicos o inorgánicos, como el nitrato de calcio, permite la liberación y disponibilidad inmediata de los nutrientes (nitrógeno) para las plantas, aplicados en las dosis adecuadas, es decir, en base a los requerimientos nutricionales del cultivo. Sin embargo, cantidades de fertilizantes inorgánicos aplicados por sobre la cantidad necesaria o requerida, conllevan a pérdidas de nutrientes como el nitrógeno, por fenómenos de volatilización (pérdida de N amoniacal NH_4^+) y lavado o lixiviación de nitratos (NO_3^-). Por otro lado, para los fertilizantes orgánicos, y para la materia orgánica en general, los nutrientes contenidos no están inmediatamente disponibles para las plantas. Para que estos nutrientes puedan ser asimilados por las plantas, primero deben pasar por un proceso de mineralización que transforme estos compuestos a formas solubles y aprovechables por las plantas. Esto demuestra que el efecto sobre la producción es más lento.

3.1.12. Valor de reemplazo del fertilizante utilizando Nitrato de calcio

En el Análisis de Varianza para la Recuperación aparente de nitrógeno (ANR) en %, se encontraron diferencias altamente significativas para Tratamientos, con un coeficiente de variación de 20,85 % (Tabla 20-3).

Tabla 20-3. Análisis de Varianza para Recuperación aparente de nitrógeno (ANR) del cultivo en %.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Bloque	34349,36	2	17174,68	27,94	<0,0001	**
Tratamiento	48569,23	8	6071,15	9,88	0,0001	**
Error	9835,71	16	614,73			
Total	92754,30	26				
C.V.	20,85 %					

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

En la Prueba de Tukey al 5 % para Recuperación aparente de nitrógeno (ANR) del cultivo en %, se encontraron 5 grupos; en el grupo A se ubicaron los tratamientos con la aplicación de Eco Abonaza (T1) y Nitrato de calcio (T7) en dosis de 50 kg N/ha, con 174,35 % y 172,90 % respectivamente; en el grupo C se ubicaron los tratamientos con la aplicación de Eco Abonaza en dosis de 150 kg N/ha (T3), Humus en dosis de 100 kg N/ha (T5) y 150 kg N/ha (T6), con 73,96 %; 72,12 % y 65,31 %, respectivamente (Tabla 21-3).

Tabla 21-3. Prueba de Tukey al 5 % para recuperación aparente de nitrógeno (ANR) del cultivo (%).

CÓD.	TRATAMIENTO	Medias (%)	Rangos		
T1	Eco Abonaza (50 kg N/ha)	174,35	A		
T7	Nitrato de calcio (50 kg N/ha)	172,90	A		
T8	Nitrato de calcio (100 kg N/ha)	154,44	A	B	
T4	Humus (50 kg N/ha)	154,19	A	B	
T2	Eco Abonaza (100 kg N/ha)	102,39	A	B	C
T9	Nitrato de calcio (150 kg N/ha)	100,51		B	C
T3	Eco Abonaza (150 kg N/ha)	73,96			C
T5	Humus (100 kg N/ha)	72,12			C
T6	Humus (150 kg N/ha)	65,31			C

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

En los tratamientos con dosis de fertilización de 50 kg N/ha se obtuvo valores de reemplazo superiores al resto de tratamientos (Tabla 22-3).

Tabla 22-3. Valor de reemplazo del fertilizante utilizando Nitrato de calcio, en porcentaje (%).

CÓD.	TRATAMIENTO	Extracción (kg N/ha)	ANR calculado (%)	Valor reemplazo (%)
T1	Eco Abonaza (50 kg N/ha)	223,55	174,35	74,35
T2	Eco Abonaza (100 kg N/ha)	238,78	102,39	2,39
T3	Eco Abonaza (150 kg N/ha)	247,32	73,96	-26,04
T4	Humus (50 kg N/ha)	213,48	154,19	54,19
T5	Humus (100 kg N/ha)	208,50	72,12	-27,88
T6	Humus (150 kg N/ha)	234,34	65,31	-34,69
T7	Nitrato de calcio (50 kg N/ha)	222,84	172,90	72,90
T8	Nitrato de calcio (100 kg N/ha)	290,82	154,44	54,44
T9	Nitrato de calcio (150 kg N/ha)	287,15	100,51	0,51
T10	Testigo (SIN ABONO)	136,38		

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

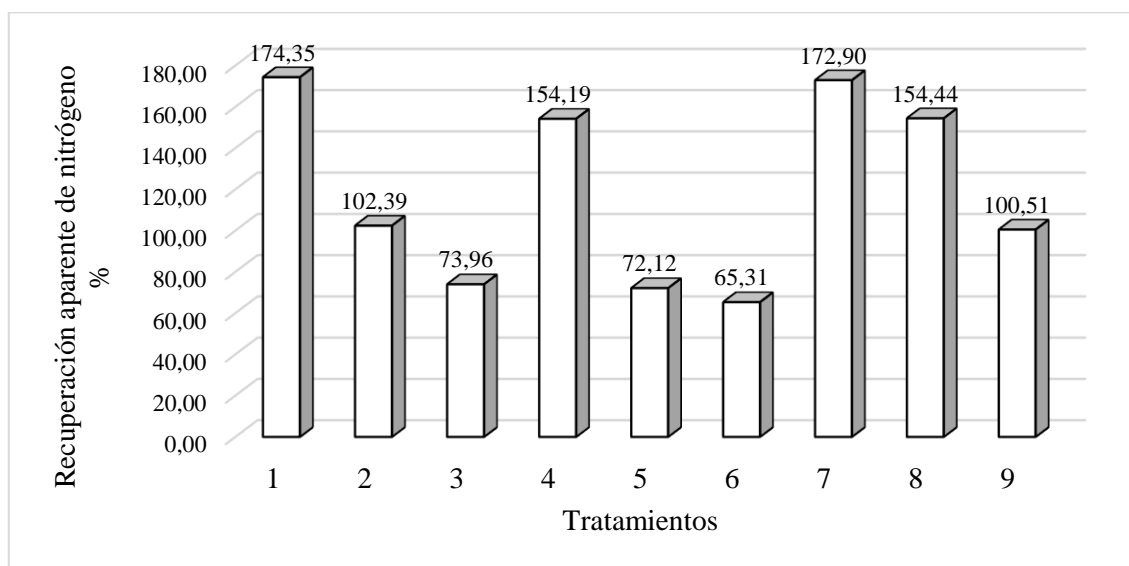


Gráfico 12-3. Recuperación aparente de nitrógeno (ANR) .

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

De acuerdo al Gráfico 12-3, se observa que la recuperación aparente de nitrógeno (ANR) fue mayor con la aplicación de Eco Abonaza, Humus y Nitrato de calcio en dosis de 50 kg N/ha, con 174,35; 154,19 y 172,90 % N/ha recuperados. Conforme aumenta la dosis de fertilización, la ANR reduce, para todas las fuentes.

Al considerar a León *et al.* (1995), indica que valores de ANR mayores al 100%, demuestran que las plantas fertilizadas con nitrógeno, absorben más nitrógeno del suelo, por un mejor desarrollo radicular y/o mayor descomposición de las fracciones orgánicas lábiles luego de fertilizar. A su vez, Jarvis *et al.* (1996), considera que se deben distinguir dos procesos simultáneos y continuos

que ocurren en el suelo (mineralización de compuestos orgánicos a formas inorgánicas e inmovilización de formas inorgánicas a orgánicas, por actividad microbiana); las tasas de estos dos procesos varían con factores ambientales, propiedades del material y condiciones del suelo. Y la mineralización varía ampliamente según el contenido total de materia orgánica del suelo, aplicaciones recientes de N orgánico, estructura del suelo, clima y labranza. La aplicación de fertilizantes en una mayor cantidad o dosis, puede influir en la absorción de nitrógeno del suelo, al estimular un mayor crecimiento radicular del cultivo y la absorción de nitrógeno mineral adicional del suelo; o, al contrario, el aumento del suministro de nitrógeno inhibe el desarrollo de las raíces y disminuye la absorción de nitrógeno nativo del suelo por parte del cultivo.

3.2. Análisis económico

Tabla 23-3. Relación Beneficio/Costo para los tratamientos estudiados (USD/ha).

CÓD.	TRATAMIENTO	Ingresos (USD/ha)	Costos (USD/ha)	B. Neto (USD/ha)	Relación B/C
T1	Eco Abonaza (50 kg N/ha)	8055,56	7622,22	433,34	1,06
T2	Eco Abonaza (100 kg N/ha)	9240,74	8853,70	387,04	1,04
T3	Eco Abonaza (150 kg N/ha)	11814,81	10085,19	1729,62	1,17
T4	Humus (50 kg N/ha)	7490,74	7714,81	-224,07	0,97
T5	Humus (100 kg N/ha)	7833,33	9038,89	-1205,56	0,87
T6	Humus (150 kg N/ha)	9842,59	10362,96	-520,37	0,95
T7	Nitrato de calcio (50 kg N/ha)	14268,52	7612,96	6655,56	1,87
T8	Nitrato de calcio (100 kg N/ha)	15351,85	8835,19	6516,66	1,74
T9	Nitrato de calcio (150 kg N/ha)	15824,07	10057,41	5766,66	1,57
T10	Testigo (SIN ABONO)	4074,07	6225,93	-2151,86	0,65

Realizado por: Tenesaca, Inti. 2022.

Al analizar los promedios de los costos por tratamiento, la mayor relación Beneficio/Costo, se obtuvo con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 50 (T7), 100 (T8) y 150 (T9) kg N/ha, donde por cada 1 USD invertido, se obtiene 0,87; 0,74 y 0,57 USD de ganancia, respectivamente; mientras que la menor relación Beneficio/Costo se obtuvo con la aplicación de Humus en dosis de 50 (T4), 100 (T5) y 150 (T6) kg N/ha, donde por cada 1 USD invertido, se genera 0,03; 0,13 y 0,05 USD de pérdida, respectivamente; incluyendo al Testigo (SIN ABONO) donde por cada 1 USD invertido se genera 0,35 USD de pérdida. (Tabla 23-3).

CONCLUSIONES

Al calibrar la dosis de nitrógeno, se determinó que con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 100 kg N/ha, el cultivo de brócoli presentó la mayor tasa de extracción de nitrógeno con 290,82 kg N/ha.

El mejor comportamiento agronómico del cultivo de brócoli se logró con la aplicación de Eco Abonaza frente al uso del Humus, ya que, los resultados obtenidos para los indicadores como diámetro de la pella, peso de la pella y rendimiento total fueron superiores.

El mayor valor de reemplazo, se obtuvo con la aplicación de Eco Abonaza, con el 74,35 %; es decir, que se requieren 100 kg N (3663 kg) de Eco Abonaza para reemplazar 74,35 kg Nitrato de calcio.

El mayor rendimiento del cultivo de brócoli, se obtuvo con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 150 kg N/ha con 29,92 t/ha, superando con el 37,90 % al rendimiento obtenido con Eco Abonaza y con el 50,74 % al rendimiento obtenido con Humus.

Al realizar el análisis económico de los tratamientos estudiados, la mayor relación beneficio/costo se obtuvo con la aplicación de Nitrato de calcio en dosis de 50 kg N/ha, con 1,87 USD, es decir, por cada 1 USD invertido se obtuvo una ganancia de 0,87 USD.

RECOMENDACIONES

Aplicar el fertilizante nitrogenado Nitrato de calcio en dosis de 100 kg N/ha permite al productor, optimizar los rendimientos agronómicos y económicos en cultivo de brócoli.

Realizar otras investigaciones en este cultivo de importancia económica en el Ecuador, utilizando diferentes abonos orgánicos en varias dosis y mezclas, para determinar si existen variaciones y/o similitudes en el comportamiento agronómico del cultivo y mejorar las condiciones del suelo.

Calibrar la dosis de nitrógeno, utilizando otras fuentes de nitrógeno mineral, para contar con información de planes de fertilización, que permitan optimizar los rendimientos del cultivo de brócoli.

Complementar la fertilización edáfica con la fertilización foliar, y este combinado con aplicaciones fitosanitarias para el control de *Agrotis ipsilon*, *Plutella xylostella* y pulgones.

BIBLIOGRAFÍA

ACCIÓN ECOLÓGICA. *Ecuador: Los sectores que se favorecen: brócoli* [en línea], 2015. p. 1. [Consulta: 8 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.bilaterals.org/?ecuador-los-sectores-que-se-7154&lang=en#:~:text=El%20br%C3%B3coli%20empez%C3%B3%20a%20sembrarse,de%2069%20millones%20de%20d%C3%B3lares..>

ACOSTA ET AL. *Alimentos de la Región de Murcia: BRÓCOLI* [en línea], 2018. p. 16. [Consulta: 18 enero 2022]. Disponible en: https://www.ucam.edu/sites/default/files/catedras/agro-santander/informe_brocoli_web.pdf.

AGQ, LABS CHILE S.A. *Artículo técnico: Análisis químico, medir es comparar* [en línea], 2017. p. 3. [Consulta: 5 septiembre 2021]. Disponible en: <https://agqlabs.cl/wp-content/uploads/Analisis-quimico-medir-es-comparar.pdf>.

AGRO ORGÁNICOS. *Ficha Técnica Humus de lombriz.* Riobamba : s.n., 2020. pp. 1-3.

AGROINTEGRA. *Guía de Protección Integrada: BRÓCOLI* [en línea], 2017. p. 18 [Consulta: 26 noviembre 2021]. Disponible en: https://www.agrointegra.eu/images/pdfs/GuadeProteccionIntegrada_BRCOLI.pdf.

AGROQUÍMICOS ARCA S.A. DE C.V. *Morfología del brócoli.* [en línea], 2021. p. 1. [Consulta: 15 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.facebook.com/Agroquimicos-arca-sa-de-cv-1064814503718810/>.

ALDÁS, E. *Respuesta a la aplicación de N y K en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea), var. SK6-401 en la parroquia Mulaló* [en línea], 2021. p. 13. [Consulta: 03 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32746?locale=en>.

ANDREU ET AL. *Fertilización nitrogenada: Guía de actualización* [en línea], 2006. p. 67 [Consulta: 17 noviembre 2021]. Disponible en: https://citarea.citaraagon.es/citarea/bitstream/10532/868/1/10532-105_11.pdf.

ARCOS, F. *Texto Básico: Fertilizantes y Nutrición Vegetal.* Riobamba : ESPOCH, 2013. págs. 4-11.

BENIMELI ET AL. *El Nitrógeno del suelo* [en línea], 2019. p. 1. [Consulta: 15 noviembre 2021]. Disponible en: <https://s9a0d11af78cd478d.jimcontent.com/download/version/1563476239/module/7953478176/name/EI%20nitrogeno%20del%20suelo%202019.pdf>.

CALVACHE, A. *Fertilización en brócoli*. [en línea], 2004. p. 10. [Consulta: 06 julio 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/303652815_FERTILIZACION_EN_BROCOLI.

CARRILLO, F. *Evaluación de la eficacia de seis mezclas de fertilizantes inorgánicos en el rendimiento del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. Italica)* [en línea], 2010. p. 18. [Consulta: 06 julio 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/580/1/13T0663%20.pdf>.

CARTAGENA ET AL., Y. *Determinación de la demanda nutrimental de nitrógeno en brócoli (Brassica oleracea Itálica)* [en línea], 2010. pp. 3-11. [Consulta: 05 mayo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2516>.

CAYAMBE, D. *Evaluación de la aclimatación y rendimiento de 14 cultivares de brócoli (Brassica oleracea L. var. Itálica), a campo abierto en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo* [en línea], 2011. p. 16. [Consulta: 7 septiembre 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1360>.

CAZARES, K. *Proceso para la obtención de nitrato de calcio cristalizado* [en línea], 2012. p. 9. [Consulta: 22 octubre 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/474/3/T-UCE-0017-12.pdf>.

CHICAIZA, N. *Correlación y calibración de metodos de análisis químico y determinación del nivel crítico de calcio en suelos ecuatorianos* [en línea], 2001. p. 2. [Consulta: 04 noviembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/158>.

DEL PINO, M. *Guía didáctica: Cultivo y producción del cultivo de brócoli* [en línea], 2020. p. 1. [Consulta: 10 enero 2022]. Disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/65932/mod_resource/content/2/Guia%20de%20Brocoli%202020.pdf.

DÍAZ Y JARAMILLO, J. *El cultivo de las crucíferas* [en línea], 2006. pp. 22-24. [Consulta: 13 septiembre 2021]. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13457>.

GORDÓN, J. *Propuesta de mejoramiento de manejo postcosecha en hortalizas producidas en un sistema campesino asociativo* [en línea], 2010. p. 3. [Consulta: 30 julio 2021]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2063/1/CD-2867.pdf>.

GUAMÁN, L. *Prueba de la eficacia del fertilizante orgánico Biofungi en el rendimiento del cultivo de Brassica oleracea L. var. Avenger (brócoli)* [en línea], 2016. pp. 21-31. [Consulta: 12 septiembre 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10563/1/13T0826.pdf>.

HARO Y MALDONADO, M. *Guía Técnica para el Cultivo de Brócoli en la serranía ecuatoriana* [en línea], 2009. pp. 11-63. [Consulta: 17 julio 2021]. Disponible en: <http://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=25303>.

HIDALGO, L. *El cultivo de brócoli*. El cultivo de brócoli. Riobamba : ESPOCH, 2010.

JARVIS ET AL., S. *Mineralización de nitrógeno en suelos agrícolas templados: procesos y medición* [en línea], 1996. p. 42. [Consulta: 12 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065211308609256>.

KASS, D. *Fertilidad de suelos* [en línea], 1998. p. 103. [Consulta: 10 diciembre 2021]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=sRua411JhvgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

LE GALL, J. *El brócoli en Ecuador: la fiebre del oro verde. Cultivos no tradicionales, estrategias y globalización* [en línea], 2009. p. 6. [Consulta: 29 septiembre 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3404583.pdf>.

LEÓN ET AL., M. *Aumento de la absorción de nitrógeno nativo del suelo por las raíces de Lolium multiflorum, después de la fertilización con nitrógeno* [en línea], 1995. p. 26. [Consulta: 12 mayo 2022]. Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=NL9505064>.

LÓPEZ, A. *El mejoramiento de la agricultura mediante la biodegradación controlada de residuos orgánicos* [en línea], 1998. p. 21. [Consulta: 12 diciembre 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/12142/BVE20098505e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MARTÍNEZ ET AL., S. *Seguridad alimentaria y económica en el valle central de Tarija: Manual para el cultivo de Hortalizas* [en línea], 2016. p. 31. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-01/83-Manual%20para%20el%20Cultivo%20de%20Hortalizas.pdf>.

MARTÍNEZ Y SANTOYO, C. *Tecnología de producción de brócoli* [en línea], 2011. pp. 13-26. [Consulta: 20 octubre 2021]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1iO3oDV-8otv6wYErFV4VY0z3oGVN7pAt/view>.

MENA, M. *Evaluación de la producción orgánica de brócoli (Brassica oleracea var. italica) híbrido legacy, aplicando dos fuentes de microorganismos (Azotobacter chroococcum y Bacillus subtilis) y tres dosis de abonos orgánicos que activen la solubilidad del fósforo* [en línea], 2014. p. 31. [Consulta: 01 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2565>.

MOLINA Y BORNEMISZA, E. *Nivel crítico de Zinc en suelos de Costa Rica* [en línea], 2006. p. 2. [Consulta: 12 octubre 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2554762.pdf>.

MOYA, H. *Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas: Medidas para la temporada invernal* [en línea], 2012. pp. 11-15. [Consulta: 28 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/bb883b42-80da-4ae5-851f-4db05edf581b/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-hortalizas.aspx>.

MPCEIP. *Informe Sector Brocolero del Ecuador* [en línea], 2018. p. 5. [Consulta: 11 agosto 2021]. Disponible en: https://issuu.com/telmoiii/docs/informe_sector_brocoli_18_enero_201.

ORELLANA ET AL. *Manejo Orgánico Ecológico del cultivo de brócoli* [en línea], 2008. p. 4. [Consulta: 21 septiembre 2021]. Disponible en: https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/manual_cultivos/BROCOLI%20ORGANICO.pdf.

PDOT PARROQUIA SAN LUIS. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia San Luis* [en línea], 2015. pp. 20-33. [Consulta: 25 octubre 2021]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660819820001_ACTUALIZ

ACION%20PDYOT%202015%20PARROQUIA%20SAN%20LUIS_30-10-2015_13-08-39.pdf.

PERDOMO, C. *Nitrógeno* [en línea], 2008. p. 5. [Consulta: 22 julio 2021]. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/fertilidad/publica/Tomo%20N.pdf>.

PRONACA. *Ficha Eco Abonaza*. Ficha Eco Abonaza. Quito : s.n., 2018. pág. 1.

RODRÍGUEZ Y FLORES, M. *Elementos esenciales y beneficiosos* [en línea], 2004. p. 27. [Consulta: 11 octubre 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/143458034.pdf>.

SUÁREZ ET AL., L. *La siembra temprana aumenta la absorción de nitrógeno y los rendimientos del trigo de invierno cultivado con estiércol de ganado o fertilizantes minerales* [en línea], 2018. p. 4. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/abs/early-sowing-increases-nitrogen-uptake-and-yields-of-winter-wheat-grown-with-cattle-slurry-or-mineral-fertilizers/B7D2CCC5292BA35F08C40FEA0D8FAD39>.

SUQUILANDA, M. *Manejo Agroecológico de Suelos*. Manejo Agroecológico de Suelos. Quito : MAGAP, 2017. págs. 71, 73, 126.

THEODORACOPOULOS Y LARDIZÁBAL, M. *Producción de brócoli* [en línea], 2008. p. 13. [Consulta: 15 noviembre 2021]. Disponible en: http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/111/RED_Manual_Produccion_Brocoli_06-08.pdf?sequence=1.

VITRA. *La gran importancia del nitrógeno en las plantas* [en línea], 2020. pp. 1-2. [Consulta: 14 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.agrovitra.com/wp/wp-content/uploads/2020/10/Importancia-del-Nitr%C3%B3geno-en-las-plantas-Fernanda-Habit.pdf>.

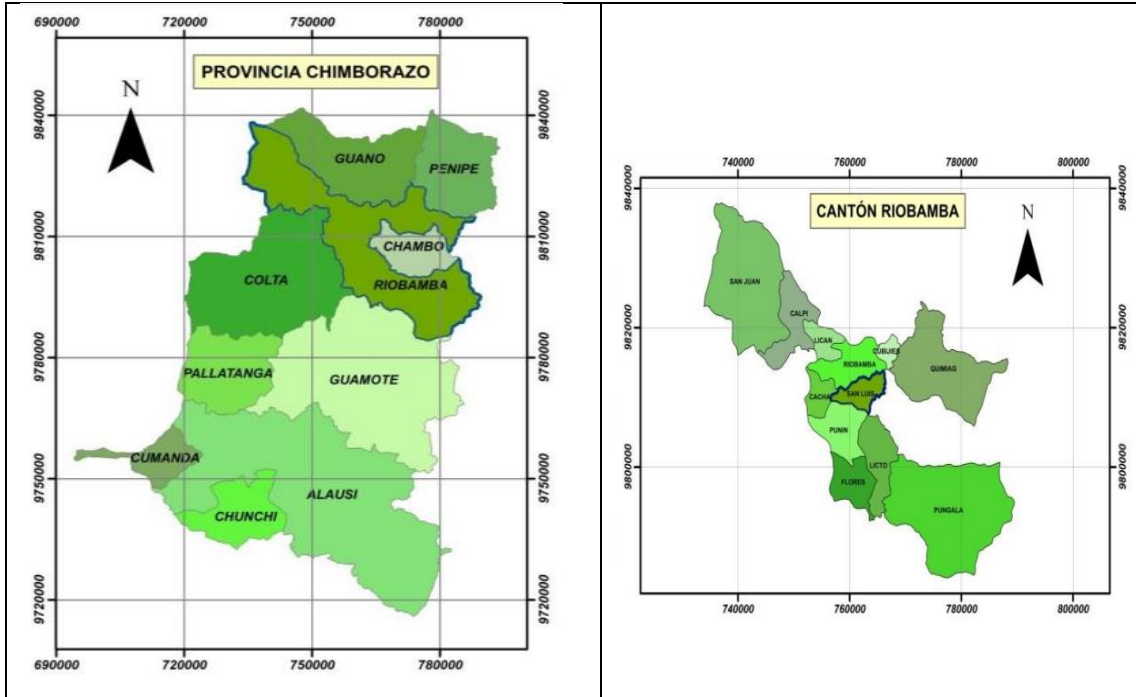
WEBB, NIÑO Y SMITH. *Manejo de Insectos en Crucíferas (Cultivos de Coles, Brócoli, Repollo, Coliflor, Col, Col rizada, Mostaza, Rábano, Nabos* [en línea], 2019. p. 7. [Consulta: 28 diciembre 2021]. Disponible en: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IG/IG16800.pdf>.


D. REAL
Ing. Cristian Castillo



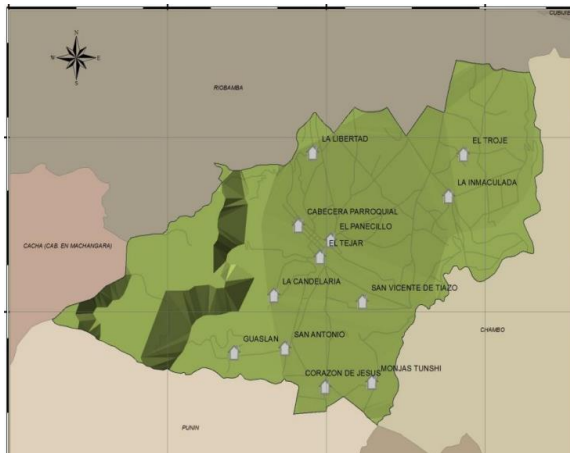
ANEXOS

ANEXO A: LOCALIZACIÓN DEL LUGAR DE ENSAYO (BARRIO EL TROJE, PARROQUIA SAN LUIS, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO).



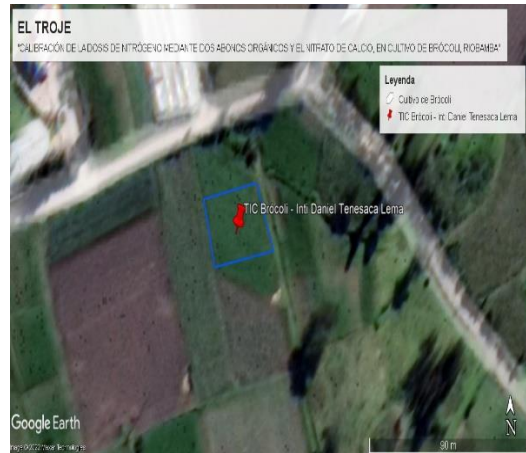
a. Provincia de Chimborazo

b. Cantón Riobamba



c. Parroquia San Luis – Barrio El Troje

Fuente: PDOT Parroquia San Luis



d. Ubicación del ensayo

Fuente: Google Earth

Realizado por: Teresaca, Inti 2022

ANEXO B: DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO.

		CAMINO - VÍA										
		2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	
BORDE (26,5 m)	7,5 m	T2	T8	T1	T5	T7	T9	T4	T6	T3	T10	BLOQUE I
	7,5 m	T10	T4	T7	T2	T6	T3	T8	T5	T9	T1	BLOQUE II
	7,5 m	T5	T3	T6	T9	T8	T1	T10	T2	T4	T7	BLOQUE III
		2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	
		BORDE (29,4 m)										

BORDE (26,5 m)

ANEXO C: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO.

PARÁMETROS	Unidad	Resultado
FÍSICOS		
Textura		Franco arenoso
Densidad aparente	g/cm ³	1,3
QUÍMICOS		
pH	Neutro	7,14
Conductividad Eléctrica (C.E.)	us/cm	212
Materia Orgánica (M.O.S.)	%	1,7
Nitrógeno total (Nt)	%	0,11
Nitrógeno (NH ₄ ⁺)	ppm	8,05
Fósforo (P ₂ O ₅)	ppm	34,08
Potasio (K ₂ O)	meq/100 g	0,57
Calcio (CaO)	meq/100 g	5,7
Magnesio (MgO)	meq/100 g	1,66

Fuente: Laboratorio de Suelos FRN – ESPOCH, 2022

ANEXO D: CANTIDAD DE FERTILIZANTE APLICADO POR TRATAMIENTO.

Cantidad de fertilizante aplicado por Unidad Experimental y por Tratamiento (kg)							
Área de la parcela o unidad experimental (m ²)					18		
Tratamientos		%N	Dosis (kg N/ha)	# Bloques	Cantidad de fertilizante		
CÓD.	Fuente				kg/UE.	kg/Trat.	t/ha
T1	Eco Abonaza	2,73	50	3	3,66	10,99	6,11
T2			100	3	7,33	21,98	12,21
T3			150	3	10,99	32,97	18,32
T4	Humus	2,8	50	3	3,57	10,71	5,95
T5			100	3	7,14	21,43	11,90
T6			150	3	10,71	32,14	17,86
T7	Nitrato de calcio	15,5	50	3	0,65	1,94	1,08
T8			100	3	1,29	3,87	2,15
T9			150	3	1,94	5,81	3,23

Realizado por: Tenesaca, Inti 2022.

ANEXO E: PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO A LOS 15 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE (ddt).

Porcentaje de prendimiento (%)				
Tratamientos	Bloques			
CÓD.	I	II	III	Promedio (%)
T1	94,37	95,83	93,15	94,45
T2	95,71	94,44	93,67	94,61
T3	95,77	93,15	94,67	94,53
T4	95,65	92,75	94,29	94,23
T5	92,65	94,20	93,28	93,38
T6	97,18	95,65	94,75	95,86
T7	94,29	94,12	92,30	93,57
T8	92,96	94,44	94,29	93,90
T9	94,12	93,06	92,65	93,28
T10	94,29	90,14	92,28	92,24

Realizado por: Tenesaca, Inti 2022.

ANEXO F: DIÁMETRO DE LA PELLA A LA COSECHA.

Diámetro de la pella (cm)				
Tratamientos	Bloques			
CÓD.	I	II	III	Promedio (cm)
T1	14,15	15,00	14,50	14,55
T2	14,20	15,25	14,65	14,70
T3	16,75	16,60	16,50	16,62
T4	12,95	13,30	13,20	13,15
T5	14,65	13,50	13,00	13,72
T6	14,40	14,95	15,60	14,98
T7	17,05	17,10	16,90	17,02
T8	18,40	19,00	20,20	19,20
T9	20,30	20,40	21,45	20,72
T10	13,45	11,60	12,80	12,62

Realizado por: Tenesaca, Inti 2022.

ANEXO G: PESO DE LA PELLA A LA COSECHA.

Peso de la pella (g)				
Tratamientos	Bloques			
CÓD.	I	II	III	Promedio (g)
T1	322	392	353	355,67
T2	329	388	373	363,33
T3	473	490	470	477,67
T4	240	335	283	286
T5	352	298	286	312
T6	282	398	457	379
T7	555	519	513	529
T8	623	668	781	690,67
T9	651	820	837	769,33
T10	268	205	261	244,67

Realizado por: Tenesaca, Inti 2022

ANEXO H: RENDIMIENTO CATEGORÍA GRANDE.

Rendimiento categoría grande (t/ha)				
Tratamientos	Bloques			
CÓD.	I	II	III	Promedio (t/ha)
T1	1,25	3,05	1,37	1,89
T2	1,28	1,51	1,45	1,41
T3	5,52	5,72	5,48	5,57
T4	0,93	2,61	2,20	1,91
T5	1,37	1,16	1,11	1,21
T6	1,10	1,55	1,78	1,47
T7	15,11	12,11	11,97	13,06
T8	16,96	18,18	21,26	18,80
T9	17,72	22,32	22,79	20,94
T10	1,04	0,00	2,03	1,02

Realizado por: Tenesaca, Inti 2022

ANEXO I: RENDIMIENTO CATEGORÍA MEDIANA.

Rendimiento categoría mediana (t/ha)				
Tratamientos	Bloques			
CÓD.	I	II	III	Promedio (t/ha)
T1	7,51	9,15	8,24	8,30
T2	8,96	10,56	10,15	9,89
T3	9,20	9,53	9,14	9,29
T4	5,60	6,51	5,50	5,87
T5	8,21	8,11	5,56	7,30
T6	6,58	9,29	10,66	8,84
T7	4,32	6,06	5,99	5,45
T8	4,85	5,20	6,07	5,37
T9	5,06	6,38	6,51	5,98
T10	5,21	3,19	5,08	4,49

Realizado por: Tenesaca, Inti 2022

ANEXO J: RENDIMIENTO CATEGORÍA PEQUEÑA.

Rendimiento categoría pequeña (t/ha)				
Tratamientos	Bloques			
CÓD.	I	II	III	Promedio (t/ha)
T1	3,76	3,05	4,12	3,64
T2	2,56	3,02	2,90	2,83
T3	3,68	3,81	3,66	3,72
T4	2,80	3,91	3,30	3,34
T5	4,11	2,32	4,45	3,62
T6	3,29	4,64	5,33	4,42
T7	2,16	2,02	2,00	2,06
T8	2,42	2,60	3,04	2,69
T9	2,53	3,19	3,26	2,99
T10	4,17	4,78	3,05	4,00

Realizado por: Tenesaca, Inti 2022

ANEXO K: RENDIMIENTO TOTAL.

Rendimiento del cultivo (t/ha)				
Tratamientos	Bloques			
CÓD.	I	II	III	Promedio (t/ha)
T1	12,52	15,24	13,73	13,83
T2	12,79	15,09	14,51	14,13
T3	18,39	19,06	18,28	18,58
T4	9,33	13,03	11,01	11,12
T5	13,69	11,59	11,12	12,13
T6	10,97	15,48	17,77	14,74
T7	21,58	20,18	19,95	20,57
T8	24,23	25,98	30,37	26,86
T9	25,32	31,89	32,55	29,92
T10	10,42	7,97	10,15	9,51

Realizado por: Tenesaca, Inti 2022

ANEXO L: BIOMASA DEL CULTIVO.

Biomasa del cultivo (t/ha)				
Tratamientos	Bloques			
CÓD.	I	II	III	Promedio (t/ha)
T1	48,39	46,77	43,82	46,33
T2	47,64	51,00	52,80	50,48
T3	69,89	68,00	67,47	68,45
T4	39,60	42,67	36,67	39,64
T5	43,40	43,69	49,11	45,40
T6	51,37	48,40	52,62	50,80
T7	64,90	61,16	59,50	61,85
T8	67,47	68,38	69,67	68,50
T9	68,27	72,96	75,60	72,28
T10	48,77	30,93	36,11	38,60

Realizado por: Tenesaca, Inti 2022

ANEXO M: MATERIA SECA DEL CULTIVO.

Materia seca del cultivo (t/ha)				
Tratamientos	Bloques			
CÓD.	I	II	III	Promedio (t/ha)
T1	7,10	6,98	6,74	6,94
T2	7,08	7,32	7,54	7,31
T3	8,55	8,05	7,80	8,14
T4	5,45	5,56	5,33	5,45
T5	6,01	6,41	7,27	6,56
T6	7,08	6,93	7,22	7,07
T7	7,63	7,56	7,54	7,58
T8	7,66	8,89	9,49	8,68
T9	8,59	10,04	11,20	9,94
T10	8,15	5,90	6,66	6,90

Realizado por: Tenesaca, Inti 2022

ANEXO N: NITRÓGENO TOTAL EXTRAÍDO.

Nitrógeno total (Nt) extraído por el cultivo (kg N/ha)					
Tratamientos	Bloques				
CÓD.	Lectura (% N)	I	II	III	Promedio (kg N/ha)
T1	3,22	228,56	234,41	207,69	223,56
T2	3,27	227,92	256,26	232,16	238,78
T3	3,03	275,44	248,01	218,51	247,32
T4	3,92	213,45	218,12	208,86	213,48
T5	3,17	184,99	206,37	234,15	208,50
T6	3,31	237,81	232,77	232,44	234,34
T7	2,94	234,98	222,35	211,18	222,83
T8	3,36	268,07	298,80	305,58	290,82
T9	2,89	252,55	295,28	313,60	287,15
T10	1,96	171,22	107,47	130,45	136,38

Fuente: Laboratorio de Suelos FRN – ESPOCH, 2022

Realizado por: Tenesaca, Inti 2022

ANEXO O: COSTOS DE PRODUCCIÓN

Costos de producción para los tratamientos estudiados										
RUBROS	TRATAMIENTOS & COSTOS (USD)									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Preparación del suelo										
Rastrado	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Surcado	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Subtotal	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Labores culturales										
Trasplante	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Riego	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Fertilización	5,00	10,00	15,00	5,00	10,00	15,00	5,00	10,00	15,00	
Control fitosanitario	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Control de malezas	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Aporque	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Cosecha	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Subtotal	26,90	31,90	36,90	26,90	31,90	36,90	26,90	31,90	36,90	21,90
Fertilizantes										
Eco Abonaza	1,65	3,30	4,95							
Humus				2,15	4,30	6,45				
Nitrato de calcio							1,60	3,20	4,80	
Subtotal	1,65	3,30	4,95	2,15	4,30	6,45	1,60	3,20	4,80	
Plántulas										
Brócoli Avenger	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Subtotal	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Control fitosanitario										
Tiabendazol 50 cc	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Clorpirifos 120 cc	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Lambdacihalotrina 100 cc	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
RHIZUM 500 cc	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Mineral Gold 25-5-5 x 500 G	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Engrose+ 500 cc	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Ca-B+micros 100 cc	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
ARPON 60 cc	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Subtotal	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12
Movilización										
Transporte (camioneta)	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	3,50
Subtotal	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	3,50
COSTOxTRATAMIENTO	41,16	47,81	54,46	41,16	48,81	55,96	41,11	47,71	54,31	33,62
COSTO TOTAL (USD/ha)	7622,22	8853,70	10085,19	7714,81	9038,89	10362,96	7612,96	8835,19	10057,41	6225,93

Realizado por: Tenesaca, Inti 2022.

HUMUS DE LOMBRIZ AGRO ORGANICOS

FICHA TÉCNICA

I. DESCRIPCIÓN

El humus de lombriz es un abono orgánico elaborado gracias a la actividad de Eisenia foetida. Se trata de un producto 100% natural, inocuo, de color oscuro y olor a tierra húmeda, proveniente de estiércoles seleccionados provenientes de criaderos comunitarios de cuyes y conejos.

Las lombrices ingieren, trituran y digieren el residuo orgánico, descomponiéndolo gracias a la acción de sus enzimas digestivas y de la microflora presente en el interior de su intestino. Una vez expulsado, el material es sometido a una fase de maduración donde intervienen los microorganismos que conviven en el mismo medio que las lombrices y terminan de degradarlo. Al cabo de unos 6 meses, se obtiene el humus de lombriz maduro y listo para su uso.

El humus es un abono rico en materia orgánica y nutrientes, que mejoran las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo. Además, posee auxinas y ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales estimulan los procesos biológicos de la planta.

II. CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS DEL HUMUS DE LOMBRIZ

-Posee una gran riqueza bacteriana (aproximadamente 2 billones de microorganismos por gramo), mucho mayor de la que se consigue con en el compostaje tradicional, efectuado sin lombrices. Como consecuencia, se incrementa la solubilización de los nutrientes del suelo, que pueden ser asimilados por las plantas más rápidamente.

-Aporta todos los nutrientes esenciales para el correcto desarrollo de la planta (tanto macronutrientes como micronutrientes) adecuadamente balanceados, lo que reduce las necesidades de fertilizante del cultivo. Además, contiene un elevado porcentaje de materia orgánica.

-Mejora la estructura del suelo, actuando sobre su porosidad, capacidad de retención de agua, infiltración, etc.

-Protege el suelo de la erosión.

-Posee capacidad de tamponamiento (efecto buffer), por lo que tiende a neutralizar los terrenos ligeramente ácidos o básicos.

-Tiene un pH neutro y una relación C/N equilibrada, lo que permite aplicarlo en contacto directo con la raíz o semillas.

-Contiene sustancias fitoestimulantes, como auxinas, giberelinas, citoquininas...

-Neutraliza sustancias tóxicas (restos de herbicidas, insecticidas...) por su gran capacidad de absorción.

- Estimula la formación de raíces, la floración, y acorta el período de cosecha.

Dir: Ave. 9 de Octubre No. 24 y Melchor Guzmán, Robbamba - Ecuador
098 557 3534 - 032926555 ✉ agrororganicos@yahoo.es
RUC - 0602491870001 www.agrororganicosecuador.com

- Protege a la planta frente a heladas y patógenos.

III. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

- pH: 7,1
- Densidad: 0,40 – 0,80 g/mL
- CE: 2300 μ S/cm
- Materia orgánica: 62%
- Carbono orgánico total: 36%
- Relación C/N 13
- Humedad: 25-35%

- Contenido nutritivo:

Nitrógeno total (N): 2,80 %
Anhídrido fosfórico (P₂O₅): 2,4%
Óxido de potasio (K₂O): 1,4 %
Óxido de calcio (CaO): 6,1 %
Óxido de magnesio (MgO): 1,14%
Producto libre de E. Coli y Salmonella spp

Los valores nutricionales están sujetos a cambios de acuerdo al monitoreo y análisis que se realiza por lote de producción.

IV. APLICACIONES

Las aplicaciones del humus de lombriz son muy variadas: se puede emplear en agricultura (tanto bajo invernadero como campo abierto) como mejorador del suelo, para obtener mayores rendimientos de los fertilizantes; como abono orgánico en campos de golf y jardines; como componente de sustrato para el crecimiento de plántulas; para mejorar la calidad de las plantas ornamentales, etc.

El humus carece de cualquier tipo de toxicidad, puede emplearse en cualquier momento del año, dosis excesivas no perjudican a la planta, y se puede compatibilizar su uso con el de cualquier otro tipo de abono orgánico y/o químico.

V. PRESENTACIÓN

El Humus de Lombriz AGRO ORGANICOS se comercializa en los siguientes formatos:

- Sacos de 5 Kg
- Sacos de 25 Kg
- Sacos de 40 Kg

VI. PRECAUCIONES DE USO

Conservar en lugares frescos, evitando la acción directa de los rayos solares.
No permita que se deshidrate completamente, porque pierde su acción microbiológica.
Manténgase fuera del alcance de los niños.

Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.

VII. DOSIS A APLICAR RECOMENDADAS

TIPO DE PLANTA	CANTIDAD	
	Nuevas plantaciones o trasplantes	Mantenimiento
Hortalizas	1 Kg humus/m ² o 50 gr/planta	
Semilleros	20% humus - 80% sustrato	
Plantas Ornamentales	20% humus - 80% sustrato	Trimestralmente, remover ligeramente la capa superior de la tierra con un tenedor, aplicar 150 gramos de humus y regar.
Árboles Frutales	2-3 Kg humus/árbol. En contacto con la raíz.	Trimestralmente, 1-2 Kg humus/árbol, según tamaño.
Césped	1 Kg humus/m ² . A voleo, mezclado con las semillas.	500 gr humus/m ² . A voleo, cada dos meses
Cultivos perennes	1-1,5 Kg humus/cepa. Aplicación localizada,	1000-3000 Kg humus/Ha.
Rosales y leñosas	500 gr humus/planta. Cada dos meses	

Las dosis dependen de la calidad y tipo de suelo, planta, riego, fertilización e intensidad del cultivo.

Para información específica no dude en contactarnos.

Tras aplicar el humus, humedecer o regar como de costumbre.

Ing. Edison Benavides A.
GERENTE GENERAL

agricultura sana



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 10 / 08 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Inti Daniel Tenesaca Lema
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniero Agrónomo
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



1532-DBRA-UTP-2022