



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

### **CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

#### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE  
BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata CON DOS ABONOS  
ORGÁNICOS.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería  
Agronómica

Autoras:

Catota Ramos Wendy del Roció

Ramírez Sabando Joselin Esteffani

Tutora:

Gavilánez Buñay Tatiana Carolina

**LA MANÁ-ECUADOR  
SEPTIEMBRE-2020**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotras, Catota Ramos Wendy del Rocío con C.C. 1718301474 y Ramírez Sabando Joselin Esteffani con C.C. 0503526493, declaramos ser autoras del presente Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata CON DOS ABONOS ORGÁNICOS”, siendo la Ing. Tatiana Carolina Gavilánez Buñay MSc. tutora del presente trabajo; y eximamos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles acciones de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Catota Ramos Wendy del Rocío  
C.I.1718301474



Ramírez Sabando Joselin Esteffani  
C.I.0503526493

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte: Catota Ramos Wendy del Rocío con C.C. 1718301474 y Ramírez Sabando Joselin Esteffani con C.C. 0503526493, de estado civil solteras y con domicilio en La Mana, a quien en lo sucesivo se denominará **LAS CEDENTES**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LAS CEDENTES** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: **“Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Agosto 2015 – Septiembre 2020.

Aprobación HCA.-

Tutor.- Ing. Tatiana Carolina Gavilánez Buñay MSc.

Tema: **“Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LAS CEDENTES** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.** - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LAS CEDENTES**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los

siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LAS CEDENTES** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LAS CEDENTES** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LAS CEDENTES** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 24 días del mes de septiembre del 2020.

Catota Ramos Wendy del Roció

**LA CEDENTE**

Ramírez Sabando Joselin Esteffani

**LA CEDENTE**

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

**EL CESIONARIO**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutora del Trabajo de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata CON DOS ABONOS ORGÁNICOS” de Catota Ramos Wendy del Rocío y Ramírez Sabando Joselin Esteffani, de la carrera Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, septiembre del 2020.



Ing. Tatiana Carolina Gavilánez Buñay MSc.

C.I.1600398190

**TUTORA**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad del Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: por cuanto, las postulantes Catota Ramos Wendy del Roció y Ramírez Sabando Joselin Esteffani con el Título de Proyecto de Investigación: **EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* Var. Avenger sakata) CON DOS ABONOS ORGÁNICOS**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto Sustentación del Proyecto.

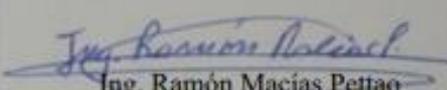
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, septiembre 2020

Para constancia firman:

  
Ing. Cristian Tapia Ramirez  
CI: 050278441-6

**LECTOR 1 PRESIDENTE**

  
Ing. Ramón Macías Pettao  
CI: 091074328-5

**LECTOR 2 MIEMBRO**

  
Ing. Wellington Pincay Ronquillo  
CI: 120638458-6

**LECTOR 3 SECRETARIO**

## **AGRADECIMIENTO**

*Primeramente, a Dios por ser el guía fundamental en este proceso de mi vida, llenándome de mucha sabiduría y paciencia para que de esta manera pueda cumplir mi meta propuesta.*

*A mi tutora Ing. Tatiana Gavilánez quien en base sus conocimientos me supieron guiar en cada una de las etapas de esta tesis y así alcanzar los resultados que buscaba.*

*En especial a mis padres que siempre estuvieron ahí para darme las palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para activar mis energías. A mi familia y compañeros por extenderme la mano siempre que la necesitaba y no permitir que mis ánimos decayeran.*

*Agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión “La Maná”, por haberme abierto las puertas en donde adquirí una formación académica y poder formarme como profesional.*

*Wendy del Roció*

## **DEDICATORIA**

*Este proyecto está dedicado especialmente a mis padres que gracias a la confianza que depositaron en mí al momento de permitirme de ir a estudiar en otra ciudad lejos de ellos, a su amor incondicional y la valentía que inculcaron en mí que me daba fuerzas cada día por continuar, a no temer de las adversidades.*

*A mis hermanas por el cariño y apoyo que me brindaron. A mis tíos y mi abuelo que estuvieron conmigo durante todo el proceso práctico de esta meta que hoy se traza, por sus oraciones, consejos y las palabras de aliento que me forjaron hacer la persona que por hoy soy.*

*Y finalmente a todos mis amigos por ser el soporte en mis días difíciles en la carrera y extender su mano en todo momento, ese amor sincero que me ofrecieron durante estos 5 años, siempre los llevare mí.*

*Wendy del Roció*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradecerle de manera especial y sincera a la Ing. Tatiana Gavilánez, mi directora de tesis, por su valiosa guía y asesoramientos en la realización de la misma.*

*Expresar mi profundo agradecimiento a todas la autoridades y personal que conforman la Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Mana”, por confiar en mí y abrirme las puertas de esta honorable institución. No hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.*

*El agradecimiento más profundo y sentido va para toda mi familia, sin sus palabras, colaboración e inspiración que me brindaron durante todo este proceso no me habría sido posible llevar a cabo este sueño tan deseado. A todos mis amigos tanto del lugar donde vivo, como de la carrera cumplen un papel fundamental en mi vida.*

*Joselin Esteffani*

## **DEDICATORIA**

*En primer lugar, al creador de todas las cosas, quien me ha dado toda la fortaleza para seguir cuando eh estado a punto de caer, por este motivo con toda la humildad que mi corazón emite, esta meta que hoy se cumple se la dedicó a Dios.*

*A mi madre por ser la columna más importante de mi vida, por acompañarme en todo el trayecto de mi vida y en esta meta que hoy se cumple, su constante cariño y apoyo incondicional.*

*Al hombre que me dio la vida, aunque a pesar de encontrarnos un poco distanciados, siempre me brindo su apoyo y palabras de aliento para que no decaiga.*

*A mi hermana Erika por siempre estar conmigo, acompañándome en todo momento por su apoyo moral.  
A mis amigos por ser persistente desde el primer día que decidí iniciar este sueño, siendo un soporte en mis momentos difíciles y el amor que me brindaron cada día, los llevo en mi corazón.*

*Joselin Esteffani*

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TEMA:** “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata CON DOS ABONOS ORGÁNICOS”

**Autoras:** Catota Ramos Wendy del Roció

Ramírez Sabando Joselin Esteffani

### RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el barrio San Vicente, de la parroquia Tanicuchi, cantón Latacunga, con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico del brócoli (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones o bloques. En el manejo metodológico se emplearon los siguientes tratamientos: T1: Gallinaza, T2: Humus, T3: Abono químico y T4: Testigo absoluto. Los resultados obtenidos fueron mejores en el T1: mayor longitud de raíz a los 30, 60 y 90 días; 12.27, 28.25 y 34.55 cm, en cuanto a la longitud de la planta 25.30, 51.93 y 55.62 cm, a los 30, 60 y 90 días respectivamente posterior a la siembra; el mayor número de hojas se registró a los a los 60 días con 21.65 hojas; peso de la raíz 1.59, 21.26 y 77.92 gr en las edades establecidas; peso de planta a los 30, 60 y 90 días, con pesos de: 18.40, 261.28 y 718.20 gr; mientras que el volumen de raíz lo resultados más sobresalientes se obtuvieron con el T3 a los 60 días y 90 días con valores de 74.60 y 95.10 ml, datos que no son significativamente diferentes al T1 (74.20 y 95.04 gr). En cuanto al peso de la pella se registraron mayores pesos en T1 con 521.49 gr, seguido por el T2 con 448.77 gr y el T3 con 178.06gr. El T1 fue el más rentable comercialmente según el análisis costo-beneficio, debido a que se obtuvo un valor de 1,03 (en el tratamiento con gallinaza que fue el mayor peso se obtuvo de la pella con 0,521 Kg) que es  $>1$ , lo quiere decir que este tratamiento es el más rentable, en comparación de los otros tratamientos T2, T3 y T4 (0.92, 0.37, y 0.28 respectivamente). Similares resultados se obtuvieron en rendimiento por lo que se comprobó que el mejor tratamiento es T1 en parámetros de producción (23155.32 Kg/Ha).

**Palabras clave:** brócoli, abonos orgánicos, gallinaza, humus, abono químico.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in the San Vicente neighborhood, Tanicuchi parish, Latacunga canton, with the aim of evaluating the agronomic behavior of broccoli (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata with two organic fertilizers. The experimental design of Complete Random Blocks (DBCA) was used, with four treatments and four repetitions or blocks. The following treatments were used in the methodological management: T1: Chicken manure, T2: Humus, T3: Chemical fertilizer and T4: Absolute control. The results obtained were better in T1: greater root length at 30, 60 and 90 days; 12.27, 28.25 and 34.55 cm, regarding the length of the plant 25.30, 51.93 and 55.62 cm, at 30, 60 and 90 days respectively after planting; the highest number of leaves was recorded at 60 days with 21.65 leaves; root weight 1.59, 21.26 and 77.92 gr at the established ages; plant weight at 30, 60 and 90 days, with weights of: 18.40, 261.28 and 718.20 gr; While the root volume the most outstanding results were obtained with T3 at 60 days and 90 days with values of 74.60 and 95.10 ml, data that are not significantly different from T1 (74.20 and 95.04 gr). Regarding the weight of the pellet, higher weights were recorded in T1 with 521.49 grams, followed by T2 with 448.77 grams and T3 with 178.06 grams. The T1 was the most profitable commercially according to the cost-benefit analysis, because a value of 1.03 was obtained (in the treatment with chicken manure, which was the highest weight obtained from the pellet with 0.521 Kg), which is  $> 1$ , This means that this treatment is the most profitable, compared to the other treatments T2, T3 and T4 (0.92, 0.37, and 0.28 respectively). Similar results were obtained in yield, so it was found that the best treatment is T1 in production parameters (23155.32 Kg / Ha).

**Keywords:** broccoli, organic fertilizers, chicken manure, humus, chemical fertilizer.



## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés presentado por las estudiantes Egresadas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Catota Ramos Wendy del Rocio, Ramírez Sabando Joselin Esteffani, cuyo título versa “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI (Brassica oleracea) Var. Avenger sakata CON DOS ABONOS ORGÁNICOS”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo las peticiones hacer uso del presente certificado de la manera ética que considere conveniente.

La Maná, Septiembre del 2020

Atentamente,

MSc. Ramón Amores Sebastián Fernando  
C.I: 050301668-5  
**DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS**

## ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xiv
1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
6. OBJETIVOS.....	4
6.1. Objetivo General.....	4
6.2. Objetivos Específicos .....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	6
8.1. Generalidades .....	6
8.2. Taxonomía.....	7
8.3. Descripción botánica .....	7
8.4. Descripción fisiológica.....	8
8.5. Ciclo vegetativo.....	9

8.6. Clima y suelos .....	10
8.7. Requerimientos nutricionales .....	10
8.8. Fertilización química .....	11
8.9. Composición fitoquímica .....	11
8.10. Variedad Avenger sakata.....	12
8.11. Abonos orgánicos .....	13
8.12. Estudios realizados con abonos orgánicos .....	16
9. HIPÓTESIS .....	18
10. DISEÑO METODOLÓGICO .....	19
10.1. Ubicación y duración de la investigación.....	19
10.2. Tipo de investigación .....	19
10.3. Condiciones meteorológicas.....	19
10.4. Materiales y equipos.....	20
10.5. Esquema del experimento.....	21
10.6. Diseño experimental .....	21
10.7. Manejo del ensayo .....	22
10.8. Variables evaluadas .....	23
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	25
11.1. Longitud de raíz.....	25
11.2. Peso de raíz.....	26
11.3. Volumen de la raíz.....	28
11.4. Longitud de planta.....	29
11.5. Numero de hojas .....	31
11.6. Peso de planta .....	32
11.7. Peso de pella .....	34
11.8. Análisis Beneficio-Costo.....	34

11.9. Rendimiento .....	35
11.10. Análisis de costos .....	37
12. IMPACTOS (Técnicos, sociales, ambientales o económicos) .....	39
13. PRESUPUESTO.....	40
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	41
15. BIBLIOGRAFÍA.....	43
16. ANEXOS.....	1

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados. ....	5
<b>Tabla 2.</b> Clasificación taxonómica del brócoli. ....	7
<b>Tabla 3.</b> Composición química del abono 10-30-10.....	16
<b>Tabla 4.</b> Condiciones agrometeorológicas del sitio del ensayo.....	20
<b>Tabla 5.</b> Materiales y equipos.....	20
<b>Tabla 6.</b> Esquema del experimento.....	21
<b>Tabla 7.</b> Esquema de análisis de varianza .....	21
<b>Tabla 8.</b> Análisis de la longitud de raíz en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (Brassica oleracea) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos .....	26
<b>Tabla 9.</b> Peso de raíz en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (Brassica oleracea) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos.....	28
<b>Tabla 10.</b> Volumen de raíz en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (Brassica oleracea) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos. ....	29
<b>Tabla 11.</b> Longitud de planta en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (Brassica oleracea) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos. ....	30
<b>Tabla 12.</b> Numero de hojas en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (Brassica oleracea) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos. ....	32
<b>Tabla 13.</b> Peso de planta en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (Brassica oleracea) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos. ....	33
<b>Tabla 14.</b> Peso de pella en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (Brassica oleracea) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos.....	34
<b>Tabla 15.</b> Rendimientos por tratamientos.....	36
<b>Tabla 16.</b> Costos de producción en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (Brassica oleracea) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos.....	37
<b>Tabla 17.</b> Ingresos en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (Brassica oleracea) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos.....	38
<b>Tabla 18.</b> Presupuesto del proyecto .....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Longitud de raíz en el transcurso de las edades evaluadas. ....	26
<b>Figura 2.</b> Peso de raíz en el transcurso de las edades evaluadas. ....	28
<b>Figura 3.</b> Longitud de planta en el transcurso de las edades evaluadas. ....	31
<b>Figura 4.</b> Peso de planta en el transcurso de las edades evaluadas.....	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Hoja de vida de la tutora.....	1
<b>Anexo 2.</b> Hoja de vida de las estudiantes.....	2
<b>Anexo 3.</b> Fotografías.....	6
<b>Anexo 4.</b> Diseño del ensayo.....	11
<b>Anexo 5.</b> Certificado de reporte de Urkund.....	12

## 1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

**Título del Proyecto:** Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos.

**Tipo de proyecto:** La investigación es de tipo experimental

**Fecha de inicio:** Abril del 2020

**Fecha de finalización:** Septiembre del 2020

**Lugar de ejecución:** Barrio San Vicente, Parroquia Tanicuchi, Cantón Latacunga

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Agronómica

**Proyecto de investigación vinculado:** Al sector agrícola

**Equipo de Trabajo:** -Ing. Tatiana Carolina Gavilánez Buñay MSc

-Catota Ramos Wendy del Roció

-Ramírez Sabando Joselin Esteffani

**Área de Conocimiento:** Agricultura

**Línea de investigación:** Desarrollo y seguridad alimentaria

**Sub línea de investigación:** Producción Agrícola sostenible

**Línea de vinculación:** Gestión de recursos naturales, biotecnología y genética para el desarrollo humano y social.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El presente proyecto de investigación se realizó en el barrio San Vicente, de la parroquia Tanicuchi, perteneciente al cantón Latacunga, con una ubicación con una ubicación geográfica WGS: Latitud: 0° 59' 9.93" S y Longitud: 79° 18' 32.55" W, y una latitud promedio de 2980 ms.n.m.

En el manejo experimental se utilizó dos tipos de abonos orgánicos el humus de lombriz y el abono derivado de la gallinaza, se aplicaron dos composiciones diferentes, es decir una combinación de humus y tierra al 50% y otra mezcla de gallinaza y tierra en las mismas proporciones. El manejo tradicional se lo realizó con la aplicación de abono completo en formulación 10-30-10, para realizar los estudios comparativos entre el la fertilización orgánica y química. Se utilizó también un último tratamiento siendo representado por un testigo absoluto. Las variables evaluadas fueron: longitud de raíz, longitud de planta, número de hojas, peso de raíz, peso de planta, volumen de raíz, peso de pella y análisis de costos por tratamiento.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

En los últimos años la producción de brócoli se ha posicionado como uno de los cultivos de mayor valor comercial en nuestro país. Sin embargo, el costo de su producción es muy elevado y generalmente la fertilización es dependiente de productos químicos. En la producción brocolera la fertilización tiene un papel importante, por esta razón las dosis de los fertilizantes van en aumento, el uso indiscriminado de productos químicos está alterando el suelo y paulatinamente se está perdiendo su fertilidad, por esta razón es necesario buscar alternativas de fertilización, usando productos orgánicos (Pantoja, 2014).

La fertilización tradicional cada día representa un mayor grado de contaminación, este problema no afecta solo al suelo o al medio ambiente, sino se vuelve cada vez más perjudicial para las personas que consumimos los productos alimenticios que son tratados químicamente. Las diversas plagas y enfermedades que atacan los cultivos hortícolas han generado resistencia en su gran mayoría, para lograr un mayor control los productores optan por incrementar las dosis de los productos químicos, causando grave daño al consumidor directo (Torres, 2015).

El brócoli en la zona se ha realizado siempre de manera tradicional, con fertilizaciones a base de productos químicos de fórmula preestablecida y la incorporación de dosis más altas de

fertilizantes para lograr una producción rentable. El uso de métodos de cultivo que involucre la incorporación de abonos orgánicos es escaso, talvez por el poco conocimiento de los agricultores sobre las bondades de estos productos (Schmidt, 2017).

La importancia de este proyecto, desde un punto de vista más amplio se trata de promover técnicas que contribuyan a un mayor aporte de nutrientes, su uso cíclico en los agroecosistemas y el uso de los recursos locales para de esta manera tratar de promover el uso de productos agrícolas de origen orgánico, ya que estos son más amigables con el medio ambiente logrando una producción sostenible y sustentable.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

Los beneficiarios directos del proyecto son los agricultores, que se dedican a la producción de brócoli, ocho docentes investigadores y 200 estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, mientras que los beneficiarios indirectos son los 1200 moradores de poblaciones aledañas, del barrio San Vicente y de la parroquia Tanicuchi, cantón Latacunga, quienes podrán constatar los beneficios de los abonos y la importancia de estos.

#### **5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La agricultura convencional provoca la pérdida de nutrientes en el suelo, lo que reduce su capacidad productiva disminuyendo su rentabilidad. En el sector brocolero se puede evidenciar que los productores están incrementando cada vez más las dosis de plaguicidas, acabando con la micro fauna presente en el suelo y alterando su textura y estructura (Rocha & Garcia, 2008).

Los fertilizantes químicos aumentan la producción los efectos al suelo son indiscutiblemente negativos. Esto se ve reflejado en los rendimientos del cultivo, últimamente se ha inculcado erróneamente que sin productos químicos es imposible lograr una buena producción, debido a esto los agricultores tienden a realizar un uso indiscriminado de insumos químicos, lo cual a futuro tendrá consecuencias nocivas en la salud de quienes lo consumen. En cuanto a los insumos, el mercado agrícola esta popularizado el uso de productos químicos, que ofrecen múltiples beneficios sobre todo para incrementar rendimientos en cosecha o mitigar el ataque de plagas y enfermedades, el efecto de la promoción de estos productos causa que se deje a un lado los abonos que son de origen orgánico como el humus, compost, bokashi o la gallinaza (Altamirano & Cabrera , 2006).

Según el último censo realizado por el INEC, en el Ecuador el 47,41% de la superficie agrícola del país son manejadas de manera convencional, usando plaguicidas químicos, de este porcentaje más de la mitad corresponde a la producción de pastos y forrajes, mientras el 16,22% corresponde a la agricultura orgánica.

El manejo convencional del cultivo de brócoli es a base de productos químicos, los productores con el fin de incrementar sus cosechas aumentan las dosis de fertilizantes, los cuales causan una gran contaminación en el suelo, por otra parte, el desconocimiento de la agricultura orgánica provoca que los agricultores no busquen otras alternativas de producción.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Objetivo General**

Evaluar el comportamiento agronómico del brócoli (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos.

### **6.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la influencia del tiempo en los cambios morfológicos del cultivo de brócoli con la aplicación de gallinaza, humus y abono químico.
- Comparar las variables de producción entre los distintos tratamientos.
- Realizar el análisis de costo-beneficio de los tratamientos en estudio.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

**Tabla 1.** Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	VERIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la influencia del tiempo en los cambios morfológicos del cultivo de brócoli con la aplicación de gallinaza, humus y abono químico.</li> </ul>	Variables medidas a diferentes tiempos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura de planta.</li> <li>• Peso de raíz</li> <li>• Volumen de la raíz</li> <li>• Longitud de la raíz</li> <li>• Peso de la parte aérea</li> <li>• Número de hojas</li> <li>•</li> </ul>	Conocer el efecto de la aplicación de los abonos desde los 15 hasta los 105 días de estudio	Libreta de campo  Fotografías  Análisis estadístico.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Comparar las variables de producción entre los distintos tratamientos.</li> </ul>	Monitoreo de los datos de campo.  Peso de la pella (inflorescencia)  Rendimientos	Identificarlos efectos de los abonos en los parámetros de producción.	Cuaderno de campo.  Matriz de datos experimentales
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el análisis de costo-beneficio de los tratamientos en estudio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar cálculos de costo de producción.</li> <li>• Valores de ganancia aproximada</li> <li>• Costos en el mercado</li> </ul>	Conocer los costos de ingresos y egresos del brócoli, la relación beneficio costo de este cultivo	Análisis costo/beneficio

**Elaborado por:** Catota W. & Ramírez J. (2020).

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

### 8.1. Generalidades

El brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) es una hortaliza que aporta vitaminas y elementos esenciales a la dieta humana, así como compuestos antioxidantes que mejoran la salud. Este cultivo puede adaptarse perfectamente al ser alternativo en regiones productoras de aguacate (*Persea americana*), en donde las condiciones climáticas podrían ser adecuadas para el brócoli. Sin embargo, se desconoce su comportamiento productivo, las variedades y dosis de fertilización nitrogenada más apropiados (Raya *et al.*, 2019).

El brócoli tiene aproximadamente 14 veces más betacaroteno, un precursor de la vitamina A que un repollo cultivado comúnmente, gran cantidad de vitamina C y una cantidad significativa de potasio, ácido fólico y varios fotoquímicos. Tiene tanto calcio como la leche y, por lo tanto, es una fuente importante de nutrición para las personas con osteoporosis o deficiencias de calcio es por ellos que los consumidores son cada vez más conscientes del valor nutricional del brócoli y otras verduras, por esta razón, la demanda de brócoli ha aumentado recientemente (Cruz-Tobar *et al* 2018).

Según datos registrados por el Sistema De Información Nacional del Agro (SINAGAP), en el año 2012, la producción mundial de brócoli fue 21,266.789 toneladas. El 77,59% de ésta se concentró en dos países de Asia: China Continental con 9,5 millones de toneladas y la India con 7 millones de toneladas, que destinaron la mayoría de su producción para el consumo interno. Países como Italia, México y Francia produjeron en conjunto, alrededor de 1,15 millones de toneladas a nivel mundial. Mientras que, Ecuador produjo 70 mil toneladas y los restantes 3,54 millones de toneladas, fueron producidas por 88 países (SINAGAP, 2015).

En Ecuador la producción es de 70000 toneladas métricas, en una superficie de 3.639 ha, con un rendimiento de 19,24 t/ha. El brócoli de Ecuador se produce principalmente en tres provincias de la Sierra: Cotopaxi, Pichincha e Imbabura; así mismo se cultiva en Tungurahua y Chimborazo. Cotopaxi es la provincia con mayor producción (51.350 toneladas). De igual manera según datos de PROECUADOR en un censo realizado en el 2017, otras provincias de la sierra ecuatoriana producen 60 toneladas en 109 hectáreas (PROECUADOR, 2017).

## 8.2. Taxonomía

**Tabla 2.** Clasificación taxonómica del brócoli.

Reino	Vegetal
División	Magnoliophyta
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dillenidae
Orden	Caprales
Familia	Brassicaceae
Género	<i>Brassica</i>
Especie	<i>B. oleracea</i>
Nombre científico	<i>Brassica oleracea</i> L

**Fuente:** (Acosta, 2018)

## 8.3. Descripción botánica

La planta de brócoli se considera una herbácea con un tallo erecto de diámetro de 2 a 6 centímetros y una altura aproximada de 20 a 50 centímetros. Presenta una sección de nudos y entrenudos cortos en el tallo siendo esta la zona principal de desarrollo. En la parte superior del tallo se desarrolla una inflorescencia conocida como pella, siendo esta la parte comestible de la planta. Tiene una especie de ramificaciones que están compuestas por las inflorescencias secundarias ubicadas en los nudos superiores. Las hojas de esta especie son grandes, glabras y presentan nervadura muy notoria. En cuanto a la parte superior, consta de un tipo de cera que el agua escurra en épocas de lluvia, y otorgan el color verde azulado opaco común en la especie. En la parte botánica es muy similar a la coliflor, la diferencia más común se da en la parte comestible, donde el brócoli presenta pellas que no maduran, conservando su color verde característico, mientras en la coliflor la inflorescencia mantiene su color blanco aun cuando está apto para el consumo (Renaud *et al.* 2017).

#### **8.4. Descripción fisiológica**

El brócoli es considerado una planta mesofítica, se adapta a las regiones frías y templadas que requiere de condiciones moderadas de temperatura, así como de una adecuada disponibilidad de agua, alta humedad relativa y luminosidad moderada del ambiente para su normal desarrollo. La mayor parte de los cultivares de brócoli utilizados en la actualidad se comportan como plantas anuales, es decir, no requieren ser expuestos a bajas temperaturas (vernalización) para la inducción y diferenciación floral y posterior formación de la cabeza. Sin embargo, existen variedades de comportamiento tardío llegando a ser bianuales (Toledo, 2003).

##### **Raíz**

El sistema radicular del brócoli consta de una raíz principal, pivotante, pudiendo alcanzar los 1,20 metros de profundidad, con abundantes raíces secundarias. Mientras Toledo (2003), afirma que posee una raíz de tipo pivotante, consistencia leñosa, conformada por raíces secundarias adventicias, terciarias y raicillas presentes en los primeros 0.4 a 0.6 centímetros de profundidad (Guzman, 2017).

##### **Hojas**

Tienen forma de lámina, se expanden desde el tallo, de color verde oscuro, con espículas largas, limbo hendido, en la base de las hojas puede dejar a lo largo del nervio central que es muy pronunciado, pequeños fragmentos de limbo foliar a manera de foliolos, tienen hojas de 40 a 50 cm de largo (Weier, 2004).

Las hojas de esta hortaliza tienen entre 15 a 30 hojas grandes, cada una de aproximadamente 50 cm de longitud y 30 cm de ancho. La lámina es lobulada y el pecíolo de mayor tamaño que en coliflor, quizás esta y la pella sean las principales características que las diferencien entre sí. La superficie de las hojas presenta una cutícula bastante desarrollada e impermeable (Toledo, 2003).

## **Flor**

Presenta flores de tamaño pequeño, notorias, en gran número, con cuatro sépalos, de forma completa, hipóginas y regulares, además tienen cuatro pétalos de color amarillo, por lo general cerca de la línea central, doblada hasta detrás y formando un ángulo agudo (Valadez, 1994).

Los pétalos están dispuestos en forma de cruz, de esta característica proviene el nombre de su familia. Posee una inflorescencia conformado por numerosas flores, a esta inflorescencia se conoce como pella, siendo la parte comestible de la planta, además presenta un grupo de flores individuales conocido como florete, las cuales están insertadas al tallo principal de la inflorescencia por medio de un pedúnculo (Valadez, 1994).

## **Inflorescencia**

La inflorescencia del brócoli se muestra como un tallo floral algo corto, más desarrollado que la coliflor, con una cabeza principal y otras secundarias a lo lateral, de forma menos compacta. Las yemas florales, el tallo e incluso las hojas en ciertos países son considerados la parte comestible de la planta (Gordon, 2013).

La cabeza principal llamada también corimbo central o pan principal está constituido por numerosos primordios florales sostenidos en tallos florales o pedicelos, que a su vez se disponen sobre pedúnculos suculentos. Estos elementos corresponden fisiológica y morfológicamente a estadios florales iniciales, su forma y tamaño son similares a la pella de la coliflor, pero su color es verde y presenta una compactación menor (Krizaj, 2014).

### **8.5. Ciclo vegetativo**

El brócoli es una especie anual, de ciclo corto en períodos de mayores temperaturas. La semilla requiere entre 7 y 27°C para germinar, y la plántula estará lista para el trasplante pasados 40-45 días, dependiendo si se cultivan bajo cubierta, o en condiciones ambientales controladas. Una vez trasplantadas, se desarrollan bien a temperatura de 7 a 30°C. El clima frío es esencial para una buena formación de pella (Kher & Diaz, 2017).

El trasplante del brócoli se lo realiza posterior a las 3 o 4 semanas de siembra, para llegar al estado de madurez o cosecha se necesitan de 90 a 100 días a partir del trasplante. El ciclo

vegetativo comprende cuatro fases principales: La fase de crecimiento comprende al desarrollo de las hojas principales. En esta fase es importante que la temperatura del ambiente sea baja para que la planta empiece a obtener las hojas secundarias que rodearan la inflorescencia. La formación de la pella comprende la tercera fase, consiste en el desarrollo de la inflorescencia principal y de la emisión de yemas desde el tallo que serán las pellas secundarias. Finalmente, la cuarta fase inicia con desarrollo de las pellas que serán cosechadas al final del ciclo productivo (Guzman, 2017).

### **8.6. Clima y suelos**

El brócoli es considerado como un cultivo de clima frío, la temperatura mínima es de 5°C, siendo la óptima de 15 – 18°C. Requiere condiciones medias de humedad, es decir, 400mm/ciclo de precipitación, humedad relativa alta no menor al 70 %. Los suelos con topografía plana, textura franca, perfil profundo, alta fertilidad y alto contenido de materia orgánica son ideales para el cultivo de brócoli (Hidalgo, 2006).

Los cambios de temperatura, humedad y composición del aire tienen una influencia directa sobre los seres vivos, y los cambios en estas condiciones tienen un efecto determinante en la materia viva al no ser así las plantas logran un crecimiento adecuado a una temperatura óptima y desarrollan todo su potencial, pero si las plantas llegan a temperaturas extremas, de frío o calor, estas detienen su crecimiento. La precipitación anual debe fluctuar entre 800 mm y 1.200 milímetros. Una altitud entre 2.600 y 3.000 m.s.n.m. la humedad relativa no puede ser menor al 70%. Los vientos fuertes aumentan la transpiración de la planta, ocasionando una rápida deshidratación (Torres, 2015).

### **8.7. Requerimientos nutricionales**

En estudios realizados determinaron que el brócoli en el Ecuador requiere de dosis altas de fertilización, debido a esto es necesario encontrar nuevas técnicas de producción agrícolas, que sean sostenibles y sustentables con el pasar del tiempo, para así mantener el ecosistema. Por lo tanto, la reducción en el uso de fertilizantes nitrogenados y fosforados sintéticos (fuentes inorgánicas) por la fijación biológica del nitrógeno y solubilización biológica del fósforo; ayudara a la reducción de la contaminación del medio ambiente y presentando nuevas alternativas para los productores brocoleros (Nicolalde & Quintana, 2010).

La fertilización es determinante en el rendimiento y productividad de los cultivos. Dentro de los macronutrientes primarios, uno de los más limitantes es el nitrógeno (N). La cantidad a aplicar va a depender del nivel inicial en el suelo, las características físicas y químicas del suelo, el rendimiento esperado, entre otras. Otro factor importante es determinar las variedades que mejor respondan a las condiciones medioambientales de la zona. Si bien es cierto el nitrógeno ayuda al desarrollo de la masa vegetativa la función de este En la planta es importante, al considerar que es uno de los principales elementos que necesita este cultivo (Raya *et al.*, 2019).

### **8.8. Fertilización química**

En plantaciones de brócoli manejadas con fertilización química para asegurar una buena producción se suele llevar tres ciclos de fertilización con abonos químicos: El primero debe a los 15 a 20 días después de trasplante con una formulación de 27-5-0, donde el contenido de N será siempre en mayor proporción, aunque las dosis requeridas no son tan grandes, se debe llevar un registro de fertilización desde este momento y calcular la fertilización para las posteriores fertilizaciones. La segunda aplicación se la realiza a partir de los 30 días, o cuando la planta entre al ciclo de desarrollo vegetativo, en el que será necesario continuar con la aplicación de dosis de fertilizantes en similares formulaciones, como el 15-9-20, incrementando el contenido de potasio y ajustando al mínimo el porcentaje de fosforo, en algunos casos se reajustan las dosis y fuentes nitrogenadas. El tercer ciclo de fertilización se da en el inicio del ciclo de floración o en edades de 45 a 50 días, donde la planta llega al punto máximo de extracción de N, se debe disminuir los contenidos de nitrógeno y en menor escala el de fosforo, incrementando las cantidades de potasio con formulaciones de 12-11-18 (YARA, 2019).

Para que el ciclo de fertilización química sea efectivo se debe elegir la formulación adecuada y que sean asimilados correctamente por la planta, ya que elementos como la Urea aplicados en dosis altas producirán que el programa de fertilización quede fuera de control, incrementando solo el desarrollo vegetativo de la planta y reduciendo su producción (Calvache, 2015).

### **8.9. Composición fitoquímica**

El brócoli es un producto rico en compuestos fitoquímicos, de los que existen evidencias de su acción parecen ofrecer protección contra ciertos tipos de cáncer además de enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, e incluso de la enfermedad de Alzheimer (Keck, 2014).

Mientras que, en particular, estos efectos benéficos son ejercidos por la acción de algunos compuestos bioactivos que afectan positivamente al sistema inmunológico y a los mecanismos antioxidantes de los individuos que consumen este tipo de vegetales. Entre estos compuestos se encuentran glucosinolatos, sulforafano, polifenoles y minerales, como el selenio (Kumar & Andy, 2012).

En investigaciones realizadas se demostraron que el análisis de la composición fitoquímica y la actividad biológica funcional de estas bebidas (antioxidante y antitumoral), permitió establecer la utilidad de los subproductos de brócoli como ingrediente en el desarrollo de alimentos funcionales, ya que implementaron el contenido en glucosinolatos, ácidos hidroxycinámicos y flavonoles, como moléculas bioactivas adicionales a la infusión de té verde lo que permitió establecer su utilidad para incrementar la capacidad antioxidante y antitumoral específica de nuevos alimentos funcionales que los incorporen subproductos de brócoli como ingrediente bioactivo (Dominguez, 2011).

#### **8.10. Variedad Avenger sakata**

Esta variedad presenta una cabeza única con mínima presencia de brotes laterales. Cultivar de maduración uniforme. Se puede cosechar todo el campo en un solo momento. Cabeza de domo perfecto, grano fino a medio, florete uniforme de tamaño pequeño, coloración verde intenso. Hojas erectas, lo cual permite aumentar la densidad de siembra. Cultivar adaptado a zonas intermedias a frías. El Brócoli Avenger presenta cabeza grande, pesada y compacta. Presenta mayor productividad y versatilidad para industria y mercado fresco. Evita pudriciones por acumulación de agua, mayor aprovechamiento de nutrientes, menor pérdida en la industria de congelados. Avenger presenta el mayor rendimiento en la industria de congelados (SAKATA, 2020).

La variedad de brócoli Avenger Sakata al poseer un segmento de pella única es la variedad más cultivada comercialmente. La característica principal de esta variedad es su ciclo de producción relativamente corto alrededor de 90 días con un máximo de 105 días, además su sistema radicular vigorosos y rustico aseguran un buen anclaje de la planta. La uniformidad de las pellas son otra característica que le dan un beneficio para el empaque en caja para fresco y de buen aprovechamiento de su parte comestible (Guzman, 2017).

### **8.11. Abonos orgánicos**

Antes del descubrimiento de los fertilizantes químicos, los abonos orgánicos constituían la fuente principal de nutrientes de los vegetales con el fin de incrementar la producción agrícola. El uso y aplicación de los abonos orgánicos no es nuevo, estudios muestran que desde la antigüedad fueron empleados para mejorar la fertilidad de los suelos, aunque muchas veces el contenido nutricional y sus propiedades químicas dependen del material con el que fueron elaborados, así como la edad y el manejo con el que fueron elaborados (Romero *et al.*, 2016).

La importancia que los abonos orgánicos tienen en el suelo es que incrementan la actividad bacteriana, necesarios para el desarrollo y aportar nutrientes a la planta. La incorporación de abonos orgánicos ayuda a la descomposición de los nutrientes presente en el suelo y ayudan a las plantas a asimilar de mejor manera estos elementos necesarios para su desarrollo. Además, incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico (Mosquera, 2018).

Una alternativa a la aplicación de fertilizantes, la constituye el empleo de abonos orgánicos (compost, biosólidos, entre otros) u órgano-minerales, que presentan parte del N en formas orgánicas, más o menos estables, que paulatinamente van mineralizándose y pasando a disposición de las plantas. En este mismo sentido, se indica que la fertilización orgánica sustituye en gran medida el uso de fertilizantes minerales. Los beneficios del uso de estos abonos orgánicos, son ampliamente conocidos a nivel mundial, aunque la literatura científica es poco precisa sobre contenidos nutricionales y prácticamente no se hace referencia a la carga microbiana existente en estos materiales (Ramos & Terry, 2014).

#### **Gallinaza**

En los sistemas de producción avícola intensiva, se generan desperdicios con alto contenido de nutrientes y material orgánico, que causan la contaminación de suelos y aguas, emiten olores desagradables y altas concentraciones de gases, además de propiciar la proliferación de vectores y microorganismos patógenos; esto origina un impacto negativo en el medio ambiente. Por estas razones es necesario que se lleve un adecuado manejo de los desechos, para que, en vez de generar contaminación ambiental, se conviertan en una fuente de ingresos, que permita a los

productores avícolas encontrar otras alternativas que le generen un ingreso económico extra a las actividades que conlleva la producción avícola (Estrada, 2005).

La gallinaza sólida es el producto de la fermentación, predominantemente aerobia en este caso, de los excrementos de los pollos con un material orgánico, de naturaleza ligno – celulósica, utilizado como *cama* o yacija, y que suele ser aserrín o viruta de pino o eucalipto, aunque también se usa paja troceada o mezcla de paja y aserrín; la fermentación tiene lugar, en este caso, en las naves en las que se crían los pollos. El purín aumenta la estabilidad estructural del suelo, disminuye la densidad aparente, aumenta la retención de agua y aumenta la temperatura del suelo. Provoca, además un aumento general de la porosidad, y de la conductividad hidráulica, lo que favorece la infiltración y, por lo tanto, disminuye la escorrentía y el riesgo de erosión (Salas, 2008).

### **Composición**

Respecto a la composición de la gallinaza, es difícil establecer una regla con precisión ya que se presenta gran variabilidad en los residuos de excrementos de animales. En primer lugar, influirá el tipo de animal, pero además lo hará el tipo de alimentación del mismo, así como su edad, el clima, etc. Gran parte del Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) que son ingeridos por los animales estarán presentes en sus residuos. En la gallinaza los valores de la capacidad digestiva para el N, P y K son de alrededor de 81%, 88% y 95% respectivamente, lo que indica claramente el pobre rendimiento digestivo y la baja absorción de estos animales (Salas, 2008).

Entre todos los purines, la gallinaza sólida puede considerarse uno de los abonos orgánicos que cumple con las condiciones exigidas en cuanto a su contenido en materia orgánica y nutriente, relación C/N y límite de oligoelementos y metales pesados. Por un lado, es fuente de materia orgánica y, por otro, de elementos inorgánicos, encontrándose en ellos, en proporciones diversas, todos los macros y micro nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas, evitando siempre su uso en estado fresco (Ulloa, 2015).

### **Humus**

El humus debido a sus altos niveles de nitrógeno y fósforo es muy utilizado en la agricultura sustentable, sobre todo en suelos con deficiente materia orgánica llegando a convertirlos en terrenos altamente productivos, estimulando la actividad de micro y macro nutrientes presentes

en estos suelos. El humus lleva a cabo en el suelo una acción biodinámica que permite la recuperación de sustancias nutritivas contenidas en el propio suelo y elimina los elementos contaminantes. Es un producto orgánico de textura granulosa, húmedo, que no fermenta ni presenta olor, no presenta adulteraciones de ningún tipo ni mezclas con otros abonos no orgánicos (Rodríguez & Sierra, 2009).

Los abonos orgánicos de origen animal representan la manera tradicional dentro de la fertilización orgánica, siendo una de las mejores prácticas para incrementar la presencia de microorganismos en los suelos, además sostiene que los residuos orgánicos son atacados, transformados y descompuestos por la micro fauna del suelo, así como por microorganismos, quienes llevan a cabo la descomposición de la materia orgánica. De la misma manera, la calidad del humus dependerá de la materia orgánica utilizada en su producción, los resultados serán humus con diferentes características fisicoquímicas al igual que microbiológicas, por lo que mientras mayor sea la diversidad de elementos que dan origen a dicho humus mayor será su contenido de nutrientes y de microorganismos (Herran *et al.*, 2008).

La incorporación de materia orgánica como acondicionador es una buena gestión en el manejo de suelos, repone los nutrientes extraídos por los cultivos, mientras mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas a largo plazo. En la gama de alternativas para la adición de materia orgánica al suelo destaca la incorporación de humus de lombriz o vermicompost, debido a que posee gran estabilidad, elevado contenido en fibra bacteriana y alto contenido de nutrientes asimilables para las plantas (Manaf *et al.*, 2009).

### **Beneficios**

Entre los múltiples beneficios del humus está demostrado que es más rica en nitrógeno, fósforo que favorece el arraigamiento y la floración, potasio que refuerza la resistencia contra parásitos y enfermedades, calcio y magnesio. Además, tiene mejores condiciones para el drenaje del agua y se incrementa su retención de humedad. Se ve favorecida por el volumen de aire necesario para que las raíces puedan crecer, contiene una mayor la cantidad de sustancias antibacterianas, logrando que las plantas sean más saludables (Altamirano & Cabrera , 2006).

### Abono completo 10-30-10

El uso de los fertilizantes compuestos significa un adecuado uso de técnicas de fertilización; una vez conocidas las necesidades de nutrientes de los cultivos en cuanto a N-P-K-Mg-S se refiere. La tendencia actual es de darle a la planta la mayor cantidad de nutrientes en una sola aplicación, de una manera balanceada. Las nuevas fórmulas contienen Magnesio, Azufre, que también son macroelementos de fundamental importancia (FERTISA, 2019).

Los altos contenidos de fósforo estimulan el crecimiento de raíces, por lo que normalmente se recomienda aplicarlo en etapas tempranas durante el ciclo de producción. Los aportes de nitrógeno y potasio complementan la acción del fósforo, haciéndolo ideal para cultivos de papa, hortalizas, tomate y para el aporte de elementos mayores con énfasis en fósforo en la etapa de trasplante o renovación de varios tipos de frutales (Sadeghian , 2013).

La aplicación del abono 10-30-10 se recomienda realizarlo en cultivos de ciclo corto con el último pase de rastra o con un espeque muy cerca de la semilla al momento de la siembra. En caso de frutales, como fertilizante base en el hoyado tanto para el trasplante como para la siembra directa. Colocar el fertilizante en el fondo del hoyo tapándolo con una capa de tierra, cuidando que las raíces no entren en contacto directo con el fertilizante (FERMAGRI, 2020)

**Tabla 3.** Composición química del abono 10-30-10.

<b>Elemento</b>	<b>Porcentaje</b>
N	10%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30%
K <sub>2</sub> O	10%
N nítrico	2,11 %
N amoniacal	7,89 %

**Elaborado por:** Catota W. & Ramírez J. (2020).

**Fuente:** (FERTISA, 2019).

### 8.12. Estudios realizados con abonos orgánicos

Molina (2015), en su tesis empleando abonos orgánicos obtuvo los siguientes resultados: gallinaza en dosis de 15000 kg/a, para la altura de planta en la edad de 60 días posterior al trasplante los resultados más prominentes se dieron con datos de 33.85 y 37.6 cm. El humus en

dosis de 15000 k/ha mostro los mejores resultados en: peso con 376.27 g, diámetro de pella con 20.46 cm, nivel de compactación de pella con 18.71 g/cm; en el rendimiento alcanzo los 16497.94 kg/ha; en la incidencia de plagas se obtuvo un 2.90% de plagas y en el estado de fitosanidad de la pella resulto estar en buen estado. La mejor relación beneficio/costo fue de \$1.20. Los abonos gallinaza en dosis de 10000 kg/ha y bokashi en 5000 kg/ha presentaron un alto contenido de proteínas con 25.96 %, en el contenido de grasas, obtuvieron un 3.35%

En investigaciones realizado por Zamora (2013), se evaluó la producción de cinco hortalizas con tres abonos orgánicos más un testigo. Se obtuvieron los siguientes resultados: En altura de planta a los 30 días el abono humus obtuvo mayores índices con 28,73 cm. En edades de 60 y 90 días el testigo presento mejores resultados con 37.67y 45.18 respectivamente. En cuanto al brócoli, Montero, (2013), obtuvo mejores resultados en el diámetro a los 30 y 90 días el tratamiento testigo reportó los mayores promedios con 15.33 y 32.47 cm.

La presente investigación elaborada por Galeno *et al.* (2013), se dio con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de estiércol vacuno y gallinaza en la producción de brócoli. Los resultados obtenidos fueron, el mayor diámetro de pella presento el T2 con 47,2 cm. Entre los tratamientos T1, T3 y T4, no existieron diferencias estadísticamente significativas. El mayor rendimiento y peso promedio del brócoli, se obtuvo con el T2, con 23960 kg ha<sup>-1</sup>, 0,599 kg/planta y el T4, con 22680 kg ha<sup>-1</sup>, 0,567 kg/planta, los dos tratamientos estadísticamente son iguales, sin diferir estadísticamente el T4 del T1 y T3.

Posada *et al.* (2010), evaluaron plantas de brócoli en el ensayo sobre el efecto del zinc en las plantas, las plantas de brócoli fueron sembradas en diferentes concentraciones de sustratos. Se evaluaron las variables: área foliar, peso seco, parte aérea al momento de la cosecha, Los resultados obtenidos muestran que el área foliar obtenida fue de: 19.6, 34.1 y 39.8% en plantas con menor sustrato. La materia seca redujo en 25.9, 42.8 y 47.8% respectivamente.

En el proyecto de investigación realizado por Vargas *et al.* (2019) se evaluó el efecto de abonos orgánicos aplicados al suelo y follaje, en la fisiología del cultivo de brócoli. Los resultados fueron: El biol y gallinaza vinculados en el tratamiento uno es el que mejores características mostró en la fisiología del cultivo con una altura de 27.20 cm. El tratamiento Gallinaza + Purín, mantuvo una correlación con el de mejor resultados en la altura de planta a los 30 días, 23,26 cm, con una diferencia menor a la décima porcentual. En cuanto a los tratamientos Humus +

Algas Marinas y Humus + Purín mantuvieron una altura similar con 27,53 cm. El tratamiento Gallinaza + Algas Marinas difiere en la variable número de hojas a los 45 días con 5.83 hojas, mientras que el resto de tratamientos mantuvieron diferencias mínimas siendo casi similares entre ellos.

Torres (2013), en el estudio de la aportación científica del uso de abonos orgánicos más los fertilizantes químicos, presenta los siguientes resultados posterior a su trabajo: Los tratamientos de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, influyeron sobre el rendimiento y las características agronómicas del cultivo de Brócoli, mientras que el tratamiento (400kg/Ha 12-12-12 y 45t/ha gallinaza) resultó ser el tratamiento más promisorio según el estudio realizado.

En el ensayo efectuado por Cruz *et al.* (2018), se evaluó la aplicación de abonos orgánicos, tales como compost, bocashi, humus, biol y su efecto en la producción del brócoli. Se obtuvieron los siguientes resultados indicaron que la aplicación Compost al suelo en el cultivo de brócoli fueron positivos, en la variable altura de la planta, especialmente a los 60 días alcanzo 52.25 cm, diámetro de la pella de 19.91 cm, peso de la pella con 0.97 kg y el rendimiento más alto con 23.10 kg/tratamiento. De las dosis y tipos de abonos orgánicos evaluados, la dosis media D2 (2 kg/m<sup>2</sup>) de Compost, obtuvo un diámetro de la pella de 19.11 cm, peso de la pella de 0.93 kg, con un rendimiento de 22.45 kg/tratamiento.

Ayme (2016), evaluó la eficiencia de un fertilizante orgánico en el cultivo de brócoli, con siete tratamientos y un testigo absoluto, obteniendo los siguientes resultados: Mayor altura de planta con el tratamiento 2, alcanzando los 16.27 centímetros de altura, a los 45 y 60 días se evidencio una altura de 24.24 y 34.50 respectivamente. El mejor diámetro y peso de la pella se obtuvieron con el tratamiento 3 con 53.89 centímetros y 921.59 en ese orden. En cuanto al análisis económico el tratamiento 2 presento un mayor beneficio neto con 142,60 cm, mientras el testigo absoluto presento menor beneficio costo 1714,38 dólares por hectárea.

## 9. HIPÓTESIS

**9.1 Hipótesis alternativa (H<sub>a</sub>):** La aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de brócoli estimula el desarrollo vegetativo y producción de la planta.

**9.2 Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):** La aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de brócoli no estimula el desarrollo vegetativo y producción de la planta.

## 10. DISEÑO METODOLÓGICO

### 10.1. Ubicación y duración de la investigación

La presente investigación se realizó en el barrio San Vicente de la parroquia Tanicuchi, perteneciente al cantón Latacunga, con una ubicación geográfica WGS: Latitud: 0° 59' 9.93" S y Longitud: 79° 18' 32.55" W. La altitud es de 2980 msnm. Es una zona de clima frío con temperaturas que varían entre los 14 °C y 20°C, con un tiempo experimental de 105 días.

### 10.2. Tipo de investigación

#### Tipos.

**Descriptiva:** Tipo descriptiva porque nos permitió determinar costos de producción del brócoli en comparación con los abonos utilizados.

**Experimental:** El proyecto fue de tipo experimental, permitió conocer a través del método científico la influencia de los abonos en la producción de brócoli.

#### Técnicas

**Observación:** Esta técnica se aplicó para determinar el desarrollo de la planta. De igual manera permitió comprobar los indicadores de crecimiento en los que influyen los abonos.

**Registros:** Se registró en la libreta de campo las variaciones de los datos experimentales de acuerdo a cada variable establecida en todos los tratamientos.

### 10.3. Condiciones meteorológicas

De acuerdo con los datos de la página web del Estación del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el lugar del ensayo posee un clima frío, con vientos moderados y puntos de rocío generalmente en las horas de la noche y madrugada, condiciones agrometeorológicas que favorece al cultivo de brócoli. Los datos con las condiciones climáticas se presentan a continuación:

**Tabla 4.** Condiciones agrometeorológicas del sitio del ensayo.

<b>Parámetros</b>	<b>Promedios</b>
Altitud (m s.n.m.)	2980
Temperatura (°C)	18
Humedad Relativa (%)	81
Heliofanía, horas/luz/año (%)	12.6
Nubosidad (%)	86
Vientos (km/h)	26
Precipitación (mm/año)	2154
Topografía	Regular
Textura	Franco arenoso

**Elaborado por:** Catota W. & Ramírez J. (2020).

#### 10.4. Materiales y equipos

Se detallan los materiales utilizados en la investigación.

**Tabla 5.** Materiales y equipos.

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>
Plántulas	Flexómetro
Piolas	Cinta métrica
Abono gallinaza	Calibrador
Abono Humus	Computador
Fertilizante químico	Cámara fotográfica
Fungicidas	
Bioinsecticida	

**Elaborado por:** Catota W. & Ramírez J. (2020).

### 10.5. Esquema del experimento

**Tabla 6.** Esquema del experimento

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Bloques o repeticiones</b>	<b>U. E.</b>	<b>Plantas/U.E</b>	<b>Total</b>
T1	Gallinaza	I	4	40	160
T2	Humus	II	4	40	160
T3	Químico	III	4	40	160
T4	Testigo	IV	4	40	160
<b>Total</b>					<b>640</b>

Elaborado por: Catota W. & Ramírez J. (2020).

### 10.6. Diseño experimental

Para el diseño experimental se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Se diseñaron cuatro bloques, cada uno con cuatro tratamientos de los cuales se analizaron cuatro unidades experimentales (16 parcelas: 40 plantas/parcela= 640 plantas). El software estadístico utilizado fue InfoStat 2020 Versión libre.

**Tabla 7.** Esquema de análisis de varianza

<b>Fuente de Variación</b>		<b>Grados de Libertad</b>
Repeticiones o Bloques	(r-1)	3
Tratamientos	(t-1)	3
Error experimental	(t-1)(r-1)	9
<b>Total</b>	<b>(r.t)-1</b>	<b>15</b>

Elaborado por: Catota W. & Ramírez J. (2020).

## **10.7. Manejo del ensayo**

### **Preparación del terreno**

Para el establecimiento del lugar de experimentación se realizó la limpieza en donde se eliminó todo tipo de maleza existente así se pudo obtener un área adecuada para el cultivo, esta acción se realizó con el uso de herramientas agrícolas como machetes, azadones y rastrillos con el fin de obtener un suelo apto para el trasplante.

### **Diseño de los bloques experimentales**

Se realizó el diseño de las parcelas y su división con el uso de un flexómetro, estacas y piola en donde tuvimos unas subdivisiones de parcelas las cuales fueron de 3 metros de largo y 3 metros de ancho, donde también hay una separación entre camas de 1 metro, en total se formaron 16 parcelas, con una densidad de plantación de un total de 40 plantas por tratamiento, en hileras, la distancia entre plantas fue de 15 cm y entre hileras de 20 cm, con un área total de 225 m<sup>2</sup> y un área útil de 144 m<sup>2</sup> (Anexo 3).

### **Preparación y aplicación de los abonos**

La aplicación de abonos se realizó a los 15 y 60 días posterior al trasplante, para la incorporación de los abonos se procedió a realizar una mezcla con tierra que fue tratada previamente, en proporción de 50% de abono y 50% de tierra. Las dosis utilizadas fueron: gallinaza 3,00 gramos por planta, NPK a 2,00 gramos por planta y humos a 3 gramos por planta, y se colocó en cada parcela designada para los tratamientos.

### **Trasplante de las plántulas**

Las plantas para el trasplante fueron adquiridas en la empresa Pilvicsa, con edades de 45 días a partir de la siembra, las plántulas presentaron una altura aproximada de 10 a 12 centímetros, con 4 hojas verdaderas y en condiciones aptas para el trasplante.

## **Labores culturales**

### **Riego**

El brócoli es una planta que necesita de una humedad constante, por ello se regó en intervalos de 4 veces por semana, de manera manual, sin inundar la planta para evitar encharcamientos y plagas o enfermedades.

### **Control de plagas y enfermedades**

El manejo de plagas se realizó combinando productos orgánicos con plaguicidas químicos en menor escala, se utilizó un manejo preventivo para disminuir la población de insectos vectores de enfermedades. De igual manera se utilizaron métodos naturales como extractos botánicos o repelentes a base de macerado de plantas.

## **10.8. Variables evaluadas**

Todas las mediciones de las variables se realizaron a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días después de la siembra, con excepción del peso de la pella que sólo fue a los 90 y 105 días, volumen de raíz y número de hojas a los 60 y 90 días, se tomaron 5 plantas como muestra en cada medición.

### **Longitud de raíz**

La variable longitud de raíz se evaluó midiendo su longitud en cada una de las cinco plantas muestreadas por cada tratamiento, desde el cuello de la raíz hasta la última y más extensa, los valores obtenidos se expresaron en centímetros (cm).

### **Peso de la raíz**

Para esta medición se procedió separar la raíz de cada planta en estudio, se utilizó una balanza digital de precisión, y se expresando los resultados en gramos (gr).

### **Volumen de la raíz**

El análisis del volumen radicular se realizó mediante el uso del principio de Arquímedes señalado por Cañada *et. al.*, (2016), el cual consiste en sumergir las raíces de cada una de las cinco plantas tomas al azar de cada parcela experimental en un recipiente volumétrico para

calcular el volumen mediante la teoría de desplazamiento de líquidos, este se expresó en mililitros (ml).

### **Longitud de planta**

Se evaluó la longitud de la parte aérea con la ayuda de una cinta métrica a partir del cuello de la raíz hasta la parte final del tallo, los valores se expresaron en centímetros (cm).

### **Numero de hojas**

Se realizó en conteo del número de hojas de cada planta evaluada por tratamiento para determinar la cantidad de follaje producido, los valores se registraron en unidades.

### **Peso de la planta**

Se pesaron cada una de las plantas de las unidades experimentales, sin tomar en cuenta el sistema radicular, se cortó en la base de la raíz y se pesó solo la parte aérea de la planta, se registró con la ayuda de una balanza digital de precisión y se expresó en gramos (gr.).

### **Peso de la pella**

A los 90 días para la determinación del rendimiento de los tratamientos en estudio se pesaron las inflorescencias inmaduras conocidas como pan o pella. Las unidades se expresaron en gramos (gr).

### **Rendimiento**

Los rendimientos de cada uno de los tratamientos fueron calculados con el área útil del experimento  $144\text{m}^2$  y con los valores obtenidos del peso de la pella transformados a kilogramos (kg), para obtener valores en Kg/Ha.

### **Análisis costo-beneficio**

Se realizó el análisis económico posteriormente con los costos fijos y costos variables de los tratamientos utilizados en la investigación, Se calculó la producción y los costos de cada tratamiento en base al precio oficial del brócoli, utilizando la siguiente fórmula propuesta por Martínez (2020):  $\text{Beneficio/Costo} = \text{Total de ingresos/Total de egresos}$ .

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 11.1. Longitud de raíz

En la tabla 8 y figura 1 se puede observar que a los 15 días el tratamiento más sobresaliente corresponde a la gallinaza obteniendo una longitud de raíz de 8.43 cm, los demás tratamientos mostraron similares resultados, esto se debe a la edad en que se recopilaron los datos de campo que son intervalos muy cortos entre sí.

En los 30 días los mayores resultados se dieron con la aplicación de la gallinaza, con una longitud de 12.27 cm, mientras el humus y el abono químico no mostraron diferencia estadística, el testigo registro el valor más bajo con 7.54 cm. Schmidt, (2017), expone que la longitud de raíz está directamente vinculado al crecimiento de la planta, así como en ciertas clases de hortalizas son en medida proporcionalmente relacionadas con la longitud de su parte aérea.

A los 45 días de estudio se pudo notar que el mayor crecimiento de raíz se dio con la gallinaza, obteniendo una longitud radicular de 23.03 cm, como en la edad anterior entre los tratamientos humus y abono químico no se dieron diferencias estadísticas, mientras para el testigo se vio ampliamente superado, alcanzando un largo de raíz de 12.13 cm.

La longitud de raíz registrada a los 60 días muestra un desarrollo más alto con la gallinaza, obteniendo valores de 28.25 cm, es precisamente en esta edad que autores como Calvache, (2016), aseguran que es cuando la planta de brócoli asimila más nutrientes, por lo que su sistema radicular se encuentra en constante desarrollo. En lo que se refiere al abono químico muestra mayor incremento de raíz frente al humus con 24.84 y 21.85 cm. El testigo obtuvo valores inferiores con 19.37 cm.

Los mayores datos de longitud de la raíz a los 75 días se dieron con el tratamiento a base de gallinaza, con 33.29 cm de largo, seguido por el abono químico, que registró 30.74 cm. Si bien es cierto que el abono químico supero al humus se debe a la rápida asimilación de los elementos presentes en el fertilizante químico por parte de la planta. En cuanto al humus y el testigo el desarrollo de la raíz se vio afectado, consiguiendo valores de 27.40 y 24,86 respectivamente.

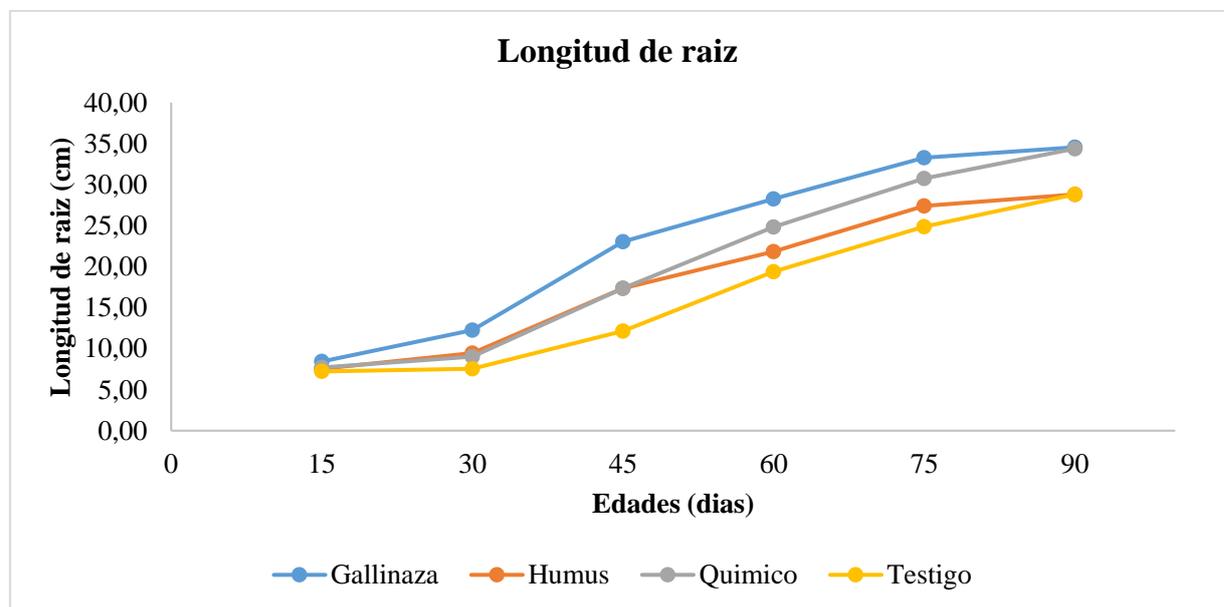
En cuanto a los 90 días la mayor longitud de raíz se presentó con el abono gallinaza, alcanzando los 34.55 cm de largo, resultado similar al humus que obtuvo una longitud de 34.38 cm, mientras el testigo registro menor valor con 28.80 cm de longitud.

**Tabla 8.** Análisis de la longitud de raíz en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos

Trat.	Longitud de raíz (cm)					
	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
<b>Gallinaza</b>	8,43 a	12,27 a	23,03 a	28,25 a	33,29 a	34,55 a
<b>Humus</b>	7,54 b	9,45 b	17,35 b	21,85 c	27,40 c	28,80 a
<b>Químico</b>	7,70 b	9,03 b	17,35 b	24,84 b	30,74 b	34,38 b
<b>Testigo</b>	7,22 b	7,54 c	12,13 c	19,37 d	24,86 d	28,80 b
<b>CV (%)</b>	2,99	5,71	3,14	3,16	2,55	5,08
<b>Media</b>	7,72	9,573	17,47	23,58	29,073	31,63

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ ) según la prueba de Tukey*

**Figura 1.** Longitud de raíz en el transcurso de las edades evaluadas.



Elaborado por: Catota W. & Ramírez J. (2020).

## 11.2. Peso de raíz

En la tabla 9 y figura 2 se presentan los resultados del peso de la raíz en función de los tratamientos y las edades. En los 15 días el mayor peso de raíz se dio con los tratamientos humus

y abono químico, con datos de 0.28 gramos para ambas edades, mientras la gallinaza obtuvo un peso de 0.27 gramos. El peso más bajo se dio con el testigo alcanzando los 0.22 gramos de peso de raíz.

En el peso de la raíz a los 30 días el valor más prominente se dio con el tratamiento gallinaza, registrando 1,59 gr, mientras tanto el abono químico como el humus obtuvieron valores similares con 0.89 y 0.87 gr. Final meten el testigo presento el menor peso con 0.70 gr. En esta variable si se pudieron observar diferencias estadísticas.

El análisis a los 45 días muestra los mayores resultados de peso de raíz con la aplicación del abono gallinaza, con 6.16 gramos, el abono químico se ubica detrás de la gallinaza con un peso promedio de 5,26 gr, mientras el testigo muestra los resultados más bajos con 4.46 gr en el peso de la raíz.

En los datos registrados a los 60 días se observa que el mayor peso de raíz se dio con la gallinaza, 21.26 gr, tanto el abono químico como el humus muestran datos muy similares con 16.64 y 15.80 gr, sin presentar variación estadística. Finalmente, el testigo muestra valores inferiores con 13.83 gr en promedio.

Para los 75 días se puede observar que el tratamiento con aplicación de gallinaza tiene los resultados más prominentes, se ubica con 37.34 gramos, seguido por el abono químico con 32.83 gramos en promedio. En esta edad los tratamientos humus y testigo muestran valores inferiores con 31.80 y 31.03 en ese orden.

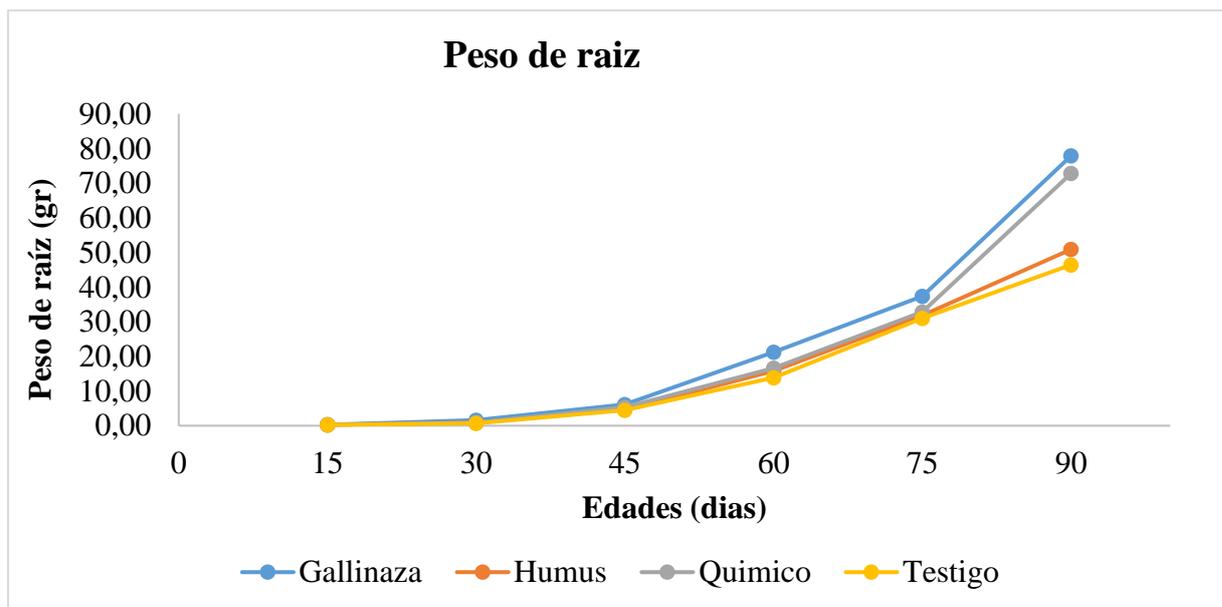
Finalmente se registró el peso de la raíz a los 90 días, en los que el tratamiento gallinaza supero al demás tratamiento, con un peso de raíz promedio de 77.92 gr, mientras el abono químico se situó en segundo lugar, presentando pesos de 72.83 gr. El humus se mostró superior al testigo, los cuales llegaron a tener un peso de 50.90 y 46.43 gr respectivamente. En cuanto al peso de raíz en todos los tratamientos la gallinaza obtuvo mejores resultados, esto se debe especialmente en la abundante materia orgánica presente en este abono orgánico, la cual se convierte en una alternativa frente al abono químico tradicional que se utiliza comúnmente en la producción brocolera.

**Tabla 9.** Peso de raíz en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos.

Trat.	Peso de raíz (gr)					
	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
Gallinaza	0,27 a	1,59 a	6,16 a	21,26 a	37,34 a	77,92 a
Humus	0,28 a	0,87 b	4,69 c	15,80 b	31,80 b c	50,90 b
Químico	0,28 a	0,89 b	5,26 b	16,64 b	32,83 b	72,83 a
Testigo	0,22 b	0,70 c	4,46 c	13,83 c	31,03 c	46,43 b
CV (%)	8,49	4,98	3,13	5,44	1,99	5,54
Media	0,26	1,01	5,14	16,88	33,25	62,02

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ ) según la prueba de Tukey

**Figura 2.** Peso de raíz en el transcurso de las edades evaluadas.



Elaborado por: Catota W. & Ramírez J. (2020).

### 11.3. Volumen de la raíz

En el análisis de esta variable se encontraron diferencias estadísticas solo a los 60 y 90 días. El volumen de la raíz a los 60 días registro un valor superior con el tratamiento a base de abono químico, con 74.60 ml, la gallinaza obtuvo 74.20 ml de volumen, a su vez el humus y testigo mostraron el mismo volumen con 68.95 ml.

A los 90 días se puede observar que los abonos químico y gallinaza muestra un mayor volumen de raíz con 95.10 ml y 95.04ml lo que representa un mayor volumen radicular, el humus de la misma manera registro un volumen de desplazamiento de 92.00 ml.

**Tabla 10.** Volumen de raíz en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos.

Tratamiento	Volumen de raíz (ml)	
	60 días	90 días
<b>Gallinaza</b>	74,20 a	95,04 a
<b>Humus</b>	68,95 b	92,00 b
<b>Químico</b>	74,60 a	95,10 a
<b>Testigo</b>	68,95 b	88,30 c
<b>CV (%)</b>	0,94	0,97
<b>Promedio</b>	71,68	92,61

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ ) según la prueba de Tukey*

#### 11.4. Longitud de planta

En el análisis de la longitud de planta se puede observar a los 15 días el mayor incremento en el tratamiento con la aplicación del abono químico, el cual tuvo un promedio de 13.15 cm, sin presentar diferencias estadísticas entre tratamientos, en esta edad de la planta aun no puede asimilar los nutrientes y minerales presentes en los abonos orgánicos, los cuales tienen mayor duración para ser absorbidos por lo que su desarrollo se ve limitado.

En cuanto al largo de planta a los 30 días se demuestra que el valor más alto corresponde al tratamiento a base de gallinaza, alcanzando una altura promedio de 25.30 cm, con un crecimiento progresivo en comparación con los demás tratamientos, el resultado es inferior en comparación con el humus de lombriz utilizado en investigaciones realizadas aplicando humus de lombriz, en la cual Zamora (2013) obtuvo alturas de 28,73 cm a los 30 días.

Los datos a los 45 días presentan claras diferencias estadísticas, se puede notar que el valor más alto se obtuvo con el T1, correspondiente a la gallinaza con 45.15 cm, los tratamientos con la aplicación de abono químico y humus muestran longitudes de planta similares con 31.10 cm en ambos casos. En los datos obtenidos a esta edad se comprueba que son superiores a los

obtenidos por Ayme (2016), en su investigación, utilizando abono químico, lo que demuestra que no hay una adecuada asimilación de nutrientes por parte de la planta.

Mientras a los 60 días se puede evidenciar que el tratamiento gallinaza continua con un desarrollo de 51.93 cm, en cuanto a la longitud de la planta, el abono químico muestra una longitud de 45.23 cm superando al humus que obtuvo una longitud de 45.20 cm, este desarrollo similar entre los dos tratamientos afirma lo expresado por Molina (2015), quien manifiesta que los abonos son condicionados por la textura y estructura del suelo. En esta variable no se registra diferencia estadística entre tratamientos.

En la misma variable a los 75 días la mayor altura de planta se observa con el tratamiento a base de gallinaza, alcanzando los 46.58 cm de altura, en esta edad se presentan diferencias estadísticas en comparación a los demás tratamientos, afirmando lo expuesto por Molina (2015) que el brócoli empieza a asimilar la materia orgánica a partir de los 60 días de trasplante.

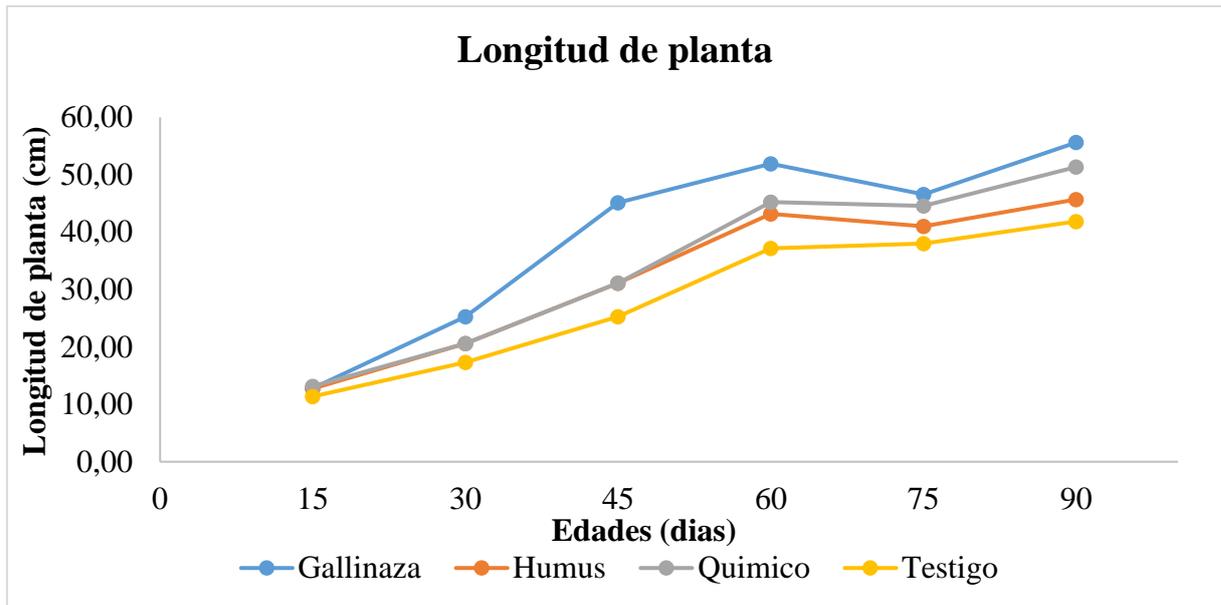
En cuanto a la longitud de planta en los 90 días se mantiene el mayor promedio con el tratamiento gallinaza, presentando 55.62 cm, mientras el abono químico se observa que tiene un crecimiento similar con 51.35 cm. Los tratamientos humus y testigo muestran cambios significativos, presentando promedios de 45.70 y 41.87 cm respectivamente. El abono químico se mantiene por encima del humus lo que demuestra que el humus no tiene los suficientes elementos para que la planta pueda cumplir con su correcto desarrollo.

**Tabla 11.** Longitud de planta en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos.

Trat.	Longitud de planta (cm)					
	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
<b>Gallinaza</b>	12,80 a	25,30 a	45,15 a	51,93 a	46,58 a	55,62 a
<b>Humus</b>	12,75 a	20,60 b	31,10 b	43,20 c	41,00 c	45,70 c
<b>Químico</b>	13,15 a	20,60 b	31,10 b	45,23 b	44,56 b	51,35 b
<b>Testigo</b>	11,37 b	17,30 c	25,30 c	37,16 d	38,04 d	41,87 d
<b>CV (%)</b>	3,59	3,21	7,22	1,84	1,71	8,33
<b>Media</b>	12,52	20,95	33,163	44,38	42,545	48,64

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ ) según la prueba de Tukey*

**Figura 3.** Longitud de planta en el transcurso de las edades evaluadas.



Elaborado por: Catota W. & Ramírez J. (2020).

### 11.5. Numero de hojas

En el número de hojas se registró datos a los 60 y 90 días, que fueron las edades en que se observó variaciones estadísticas entre los tratamientos. Con la aplicación del abono químico a los 60 días se observó el mayor número de hojas, con un promedio de 12.90 hojas por planta, la gallinaza tuvo resultados inferiores con 12.60, mientras el humus y el testigo presentaron valores similares con 12.10 hojas por planta. El número de hojas registrado es superior a los obtenidos por Vargas *et al.* (2019) quien registró 5,83 hojas utilizando una mezcla de gallinaza y algas marinas como abono edáfico. El incremento de hojas en el tratamiento con abono químico es posible que se trate por la alta cantidad de nitrógeno presente en este fertilizante, así lo explica Calvache, (2015).

Los datos de numero de hojas a los 90 días muestran diferencias estadísticas entre todos los tratamientos, en este caso el mayor número de hojas se dio con el tratamiento gallinaza, alcanzando las 21.65 hojas, seguido del abono químico con 20.60 hojas por planta. Los tratamientos humus y testigo presentaron los valores inferiores con 18.85 y 14.40 hojas respectivamente. Está demostrado que el brócoli mantiene el número de hojas con la aplicación del abono gallinaza, mientras que en el caso del abono químico a pesar que inicialmente presento mayor cantidad de hojas, no puede ser asimilado de manera correcta.

**Tabla 12.** Numero de hojas en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos.

Tratamiento	Numero de Hojas	
	60 días	90 días
Gallinaza	12,60 a	21,65 a
Humus	12,10 b	18,85 b
Químico	12,90 a	20,60 a
Testigo	12,10 b	14,40 c
CV (%)	1,72	3,09
Promedio	12,43	18,88

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ ) según la prueba de Tukey*

### 11.6. Peso de planta

El peso de planta obtenido a los 15 días fue superior en el tratamiento gallinaza con 1,90 gr, de igual manera los tratamientos abono químico y humus obtuvieron menor peso, 1,73 y 1,60 gr respectivamente. En el análisis se presentan diferencias estadísticas, siendo el testigo el de menor peso con 1.33 gr por planta.

Los datos recopilados a los 30 días dan como resultado el peso más alto para el tratamiento con gallinaza, con 18.40 gr en promedio. Tanto el abono químico como el humus presentan similares valores con 13,66 y 13.10. El testigo se ubica como el tratamiento de menor peso con 10,78 gramos en promedio.

En los 45 días se puede notar un incremento de peso de planta en el tratamiento gallinaza alcanzando los 72.60 gr, a su vez el abono químico registra un peso de 62.32 gr, el efecto de los fertilizantes químicos, especialmente las combinaciones de N P K son más absorbibles por plantas de corto desarrollo como es el caso del brócoli. Tanto el humus como el testigo mostraron pesos inferiores con 52.95 y 41.12 gr respectivamente.

A los 60 días se empieza a observar que la planta acrecienta su peso considerablemente, en el caso de la gallinaza el peso obtenido fue de 261.28 gr, seguido por el abono químico el cual alcanzo 205.90 gr de peso. El tratamiento con menor peso de planta corresponde al testigo, el cual debido a la poca disponibilidad de nutrientes obtuvo 154.38 gramos. De acuerdo a Cueva (2015) a partir de los 60 días la planta empieza a incrementar su peso considerablemente debido a que empieza a almacenar nutrientes en su interior para producir su fruto o pella.

En esta variable a los 75 días el mayor peso se registró con el tratamiento a base de gallinaza obteniendo 376.29 gr en promedio por planta, el abono químico obtuvo un peso de 358.57 gr. Finalmente, el testigo presentó menores resultados con 321.37 gr.

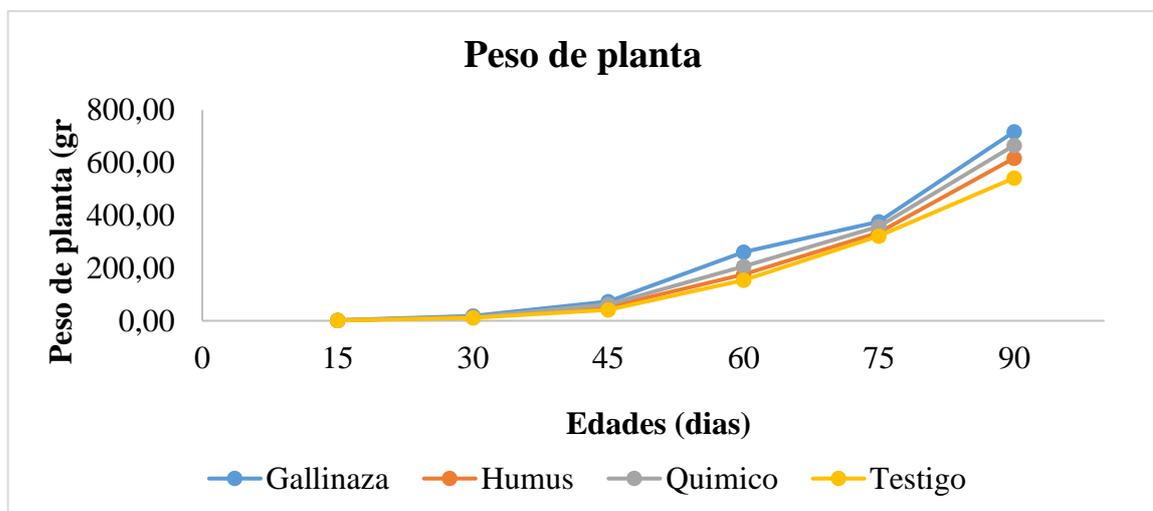
En los 90 días se puede observar un peso de 718.20 gr para el tratamiento gallinaza, mientras el abono químico y el humus mantienen valores cercanos con 666.36 y 617.89 gr respectivamente. El peso de planta en esta edad determinó la eficacia del abono gallinaza en el desarrollo del brócoli, además el abono químico tiene una buena asimilación de nutrientes por la plana, el humus a pesar de tener un efecto más lento de absorción, en los 90 días se ubica casi con el mismo peso del abono químico.

**Tabla 13.** Peso de planta en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos.

Trat.	Peso de planta (gr)					
	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
<b>Gallinaza</b>	1,90 a	18,40 a	72,60 a	261,28 a	376,29 a	718,20 a
<b>Humus</b>	1,60 c	13,10 b	52,95 c	175,66 c	335,50 c	617,89 c
<b>Químico</b>	1,73 b	13,66 b	62,32 b	205,90 b	358,57 b	666,36 b
<b>Testigo</b>	1,33 d	10,78 c	41,12 d	154,38 d	321,37 d	542,29 d
<b>CV (%)</b>	2,41	5,57	4,79	6,24	1,36	2,40
<b>Media</b>	1,64	13,99	57,25	199,31	347,93	636,19

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ ) según la prueba de Tukey*

**Figura 4.** Peso de planta en el transcurso de las edades evaluadas.



Elaborado por: Catota W. & Ramírez J. (2020).

### 11.7. Peso de pella

En la tabla 14 se analiza el peso de la pella a los 90 y 105 días, se puede observar que a los 90 días el mayor peso es con el abono químico, alcanzando un peso de 32.30 gr, resultando inferior a los datos obtenidos por Ayme, (2016), quien en investigaciones realizadas con la aplicación de abonos orgánicos tuvo un peso de 930 gr en la cosecha.

El peso de pella en los 105 días que se efectuó la segunda toma de datos fue superior en el tratamiento gallinaza, obteniendo un peso de 512.49 gr, seguido por el tratamiento con humus, el cual registro un peso de 448.77 gr. En investigaciones realizadas por Ayme, (2016) y Cruz *et al.* (2018), con bioestimulantes se evidencian pesos superiores con 921.59 gr por pella.

En el manejo químico del brócoli se utilizan tres ciclos de fertilización con formulaciones diferentes, esto explica el bajo peso de la pella en el tratamiento con fertilizante químico, al usar una sola formulación la planta no asimila mayor contenido de potasio, por lo que no se incrementa el peso de la pella, tal como lo explica (YARA, 2019).

**Tabla 14.** Peso de pella en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos.

Tratamiento	Peso de pella (gr)	
	90 días	105 días
Gallinaza	26,25 a b	521,49 a
Humus	29,93 a	448,77 c
Químico	32,30 a	178,06 b
Testigo	20,02 b	114,65 d
CV (%)	11,03	1,73
Promedio	27,13	315,74

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ ) según la prueba de Tukey*

### 11.8. Análisis Beneficio-Costo

Para evaluar económicamente la utilización de los cuatro tratamientos se calcularon los costos de producción por tratamiento, razón por la cual, se determinaron los siguientes valores: mano de obra, plántulas, abonos, alquiler de terreno, control fitosanitario y transporte como se muestra en la Tabla 16 los gastos generales de la investigación por tratamiento.

En la Tabla 15 se puede evidenciar el total de los ingresos del ensayo por tratamiento. El cálculo de los ingresos se efectuó mediante una proyección de la venta de las pellas por kilogramos, y el costo aproximado por kilogramo en el mercado de exportación según Ruíz (2016), menciona que es de \$ 1,5 ctvs.

Para determinar el costo/beneficio por tratamiento se aplicó la fórmula al tratamiento a continuación descrita, en la cual se obtuvo un valor de 1,03 (en el tratamiento con gallinaza que fue el mayor peso se obtuvo de la pella con 0,521 Kg) que es >1, lo quiere decir que este tratamiento es el más rentable y según Martínez (2019), menciona que por cada dólar que invierte en el proyecto se recupera el dólar de la inversión más 0.03 ctvs lo que sería la ganancia por unidad monetaria, en comparación de los otros tratamientos gallinaza, químico y testigo (0.92, 0.37, y 0.28 respectivamente) que serían considerados no rentables. Se muestra a continuación el cálculo del mejor tratamiento como referencia con la fórmula Beneficio/costo:

$$\frac{\textit{Beneficio}}{\textit{Costo}} = \frac{125,04}{120,86} = 1.03$$

### 11.9. Rendimiento

En la Tabla 15 se muestran los rendimientos obtenidos por tratamientos, utilizando un área útil de 144m<sup>2</sup>, en la cual se observa claramente que el mejor rendimiento presenta el tratamiento al cual se le aplicó el abono orgánico gallinaza con 23155.32 Kg/Ha confirmado que este es el mejor tratamiento al hablar de producción, mientras que el tratamiento químico con 7911.032 Kg/Ha con una aplicación de dos dosis de NPK (10-30-10) a los 15 y 60 días, pero según YARA (2019), asegura que para una buena producción del cultivo se suele llevar tres ciclos de fertilización con abonos químicos. El primero debe a los 15 a 20 días después de trasplante con una formulación de 27-5-0, donde el contenido de N será siempre en mayor proporción, aunque las dosis requeridas no son tan grandes, se debe llevar un registro de fertilización desde este momento y calcular la fertilización para las posteriores fertilizaciones. La segunda aplicación se la realiza a partir de los 30 días, o cuando la planta entre al ciclo de desarrollo vegetativo, en el que será necesario continuar con la aplicación de dosis de fertilizantes en similares formulaciones, como el 15-9-20, incrementando el contenido de potasio y ajustando al mínimo el porcentaje de fosforo, en algunos casos se reajustan las dosis y fuentes nitrogenadas. El tercer ciclo de fertilización se da en el inicio del ciclo de floración o en edades de 45 a 50 días, donde

la planta llega al punto máximo de extracción de N, se debe disminuir los contenidos de nitrógeno y en menor escala el de fósforo, incrementando las cantidades de potasio con formulaciones de 12-11-18. Razón por la cual se estima que el rendimiento del tratamiento con aplicación de abono químico no tuvo resultados tan apreciables en términos de producción y a la vez que el objetivo fue comprobar la producción de brócoli con abonos orgánicos y al compararlo con los rendimientos a nivel de Nacional según PROECUADOR (2017) con 19.240 Kg/ha se comprueba que este ensayo aporta importante información para la producción orgánica de brócoli.

**Tabla 15.** Rendimientos por tratamientos

<b>Tratamientos</b>	<b>Pellas</b>	<b>kg obtenidos</b>	<b>Pellas/Ha</b>	<b>Rendimiento (Kg/Ha)</b>
Gallinaza	160	0.521	44444	23155,324
Humus	160	0.448	44444	19910,912
Químico	160	0.178	44444	7911,032
Testigo	160	0114	44444	5066,616

**Elaborado por:** Catota W. & Ramírez J. (2020).

### 11.10. Análisis de costos

**Tabla 16.** Costos de producción en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Abonos</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Alquiler de terreno</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Plántulas</b>	<b>Control Fitosanitario</b>	<b>Transporte</b>	<b>Subtotal</b>
Gallinaza	24,00	45,00	5,00	15,00	12,61	4,25	15,00	120,86
Humus	20,00	45,00	5,00	15,00	12,61	4,25	15,00	116,86
Químico	18,00	45,00	5,00	15,00	12,61	4,25	15,00	114,86
Testigo		45,00	5,00	15,00	12,61	4,25	15,00	96,86
<b>Total de costos</b>								<b>\$449,44</b>

Elaborado por: Catota W. & Ramírez J. (2020).

**Tabla 17.** Ingresos en la evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) Var. Avenger sakata con dos abonos orgánicos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Pellas (Unidad)</b>	<b>kg obtenidos (Kg)</b>	<b>Costo/Kg</b>	<b>Subtotal (\$)</b>
Gallinaza	160	0,521	1,5	125,04
Humus	160	0,448	1,5	107,52
Químico	160	0,178	1,5	42,72
Testigo	160	0,114	1,5	27,36
<b>Total de ingresos</b>				<b>\$302,64</b>

**Elaborado por:** Catota W. & Ramírez J. (2020).

## **12. IMPACTOS (Técnicos, sociales, ambientales o económicos)**

- **Técnicos**

Los impactos técnicos del presente proyecto están enfocados en la capacitación hacia los agricultores, específicamente los productores brocoleros, a través de esta investigación se pretende concientizar a los agricultores el uso de los abonos orgánicos.

- **Sociales**

La producción de brócoli en la zona de Latacunga se da en gran escala, es necesario motivar a los agricultores la importancia de la agricultura familiar como un método de generar ingresos que serán para el crecimiento socioeconómico.

- **Ambientales**

La utilización de abonos orgánicos es una práctica que no causa daño al medio ambiente, además su uso es de gran importancia para cuidar el suelo y conservar sus propiedades. Los principales impactos están relacionados directamente con la sostenibilidad y sustentabilidad de la agricultura, logrando una producción duradera y sin efectos adversos.

- **Económicos**

Este proyecto genera importantes impactos económicos, si bien es cierto que muchos de los abonos orgánicos se pueden elaborar en los hogares lo que representa una importante ayuda para los agricultores.

### 13. PRESUPUESTO

Tabla 18. Presupuesto del proyecto

Recursos	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Labores culturales	Jornal	6	\$15,00	\$90,00
Plántulas	Unidad	640	\$0,21	\$134,40
Humus	Libras	2	\$12,00	\$24,00
Gallinaza	Libras	2	\$10,00	\$20,00
NPK	Libras	18	\$1,00	\$18,00
Químicos	Libras	4	\$5,50	\$22,00
Alquiler del Terreno	Meses	4	\$5,00	\$20,00
Azadón	Unidad	2	\$15,00	\$30,00
Rastrillo	Unidad	1	\$15,00	\$15,00
Piola	Unidad	1	\$15,00	\$15,00
Flexómetro	Unidad	1	\$1,04	\$1,04
Vehículo	Día	4	\$15,00	\$60,00
Libreta	Unidad	1	\$0,50	\$0,50
Letreros	Unidad	4	\$1,00	\$4,00
Estiletes	Unidad	4	\$1,00	\$4,00
Esferos	Unidad	2	\$0,25	\$0,50
Balza digital	Unidad	1	\$10,00	\$10,00
<b>Total</b>				<b>\$449,44</b>

Elaborado por: Catota W. & Ramírez J. (2020).

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

La influencia del tiempo en los cambios morfológicos del cultivo de brócoli fue significativamente importante ya que a los 90 días obtuvieron un mejor desarrollo todas las variables agronómicas, con excepción de la pella que a los 105 días fue donde se desarrolló completamente y obtuvo un mayor peso en el tratamiento que se aplicó Gallinaza (521.49gr), seguido por el Humus (448.77gr), en relación al testigo que fue de 178.06gr.

En el desarrollo morfoagronómico de las plantas el abono gallinaza obtuvo los valores más altos en todas las variables medidas peso de la planta (718.20gr), número de hojas (21.65), longitud de la planta (55.62cm), peso de raíz (77.92gr), longitud de raíz (34.55cm), volumen de raíz (95.04 ml), esta última fue el único similar al abono químico (95.10ml) aunque sin diferencias significativas.

El tratamiento Gallinaza fue el más rentable comercialmente según el análisis costo-beneficio, debido a que se obtuvo un valor de 1,03 (en el tratamiento con gallinaza que fue el mayor peso se obtuvo de la pella con 0,521 Kg) que es  $>1$ , lo quiere decir que este tratamiento es el más rentable y que por cada dólar invertido se generará 0.03 ctvs. de ganancia, en comparación con los otros tratamientos humus, químico y testigo (0.92, 0.37, y 0.28 respectivamente) que no serían considerados rentables..

En parámetros de producción el mejor tratamiento fue el T1 (Gallinaza) con 23155.32 Kg/Ha a diferencia del tratamiento químico que fue de 7911,032 Kg/Ha.

### Recomendaciones

Incentivar el uso y aplicación de abonos orgánicos, en el brócoli se recomienda aplicar la gallinaza en dosis de 3 a 5 gramos por planta, siempre y cuando se mantenga las condiciones necesarias para su buen desarrollo.

Promover investigaciones con abonos orgánicos y químicos para demostrar a los productores que los productos orgánicos tienen el mismo beneficio de los fertilizantes sintéticos, con la

ventaja de que con la aplicación de productos orgánicos ayudando con alimentos más seguros, libres de agroquímicos.

Promover el uso de productos orgánico para mantener el suelo en mejores condiciones sin afectar a los microorganismos presentes en estos suelos.

Continuar con investigaciones en el cultivo de brócoli, utilizando diferentes abonos y combinación con dosis variadas, debido a ser un cultivo conocido y ampliamente productivo en el sector,

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J. (2018). Alimentos de la región de Murcia. Emprendimiento en el ambito agroalimentario, 13.
- Altamirano , F., & Cabrera , C. (2006). Estudio comparativo para la elaboración de composta por técnica manual. Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG, 7.
- Ayme, J. (2016). Evaluación de la eficacia del fertilizante orgánico cistefol en el rendimiento del cultivo de Brassica oleracea L., var. Avenger. Tesis de Postgrado, Universidad Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba.
- Bianco, V., & Pimpini, F. (1990). Orticoltura. Scienza e tecniche delle produz vegetali. Roma: Pàtron.
- Bose, T. (2012). Brote de brócoli. Cosechas Vegetales 1, 4248.
- Calvache, A. (2015). Fertilizacion en brócoli. Piura.
- Cañada, F., Martinez, G., Melo, V., & Sanchez, R. (2016). Dificultades del Aprendizaje sobre el principio de Arquimedes en el contexto de la Flotacion. Revista Brasileira de Ensino de Física, 14-16.
- Chacon , T. (2011). Evaluación de diferentes niveles de abono foliar (BIOL) en la producción del forraje del (Medicago sativa) en la estación experimental TUNSHI. Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Ciencias Pecuarias.
- Cordero, I. (2010). Aplicación de biol a partir de residuos: ganaderos, de cuy y gallinaza, en cultivos de (Raphanus sativus l.) para determinar su incidencia en la calidad del suelo para agricultura. Tesis de Ingeniria, Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Cuenca.
- Cruz-Tobar, E., Vega, J., Gutierrez, A., Gonzalea, M., Saltos, R., & Gonzalez, V. (2018). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de brócoli (Brassica oleraceae). Revista de Investigación Talentos, 8-12.
- Cueva, L. (2015). Efecto de la aplicación de tres dosis de humus y microorganismos eficaces en el cultivo del brócoli (Brassica oleracea var. itálica) en Marcará,. Carhuaz.

Tesis de Grado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Facultad de Ciencias Agrarias, Huaráz.

- Dominguez, R. (2011). Evaluación fitoquímica y funcional del brócoli y sus derivados para la elaboración de alimentos funcionales. *Revista Digital DialNet*, 7-9.
- EMISON. (2010). Niveles de fertilización. Recuperado el LUNES de NOVIEMBRE de 2015, de Fertilización organica e inorganica: <http://www.emison.com/5105.htm>
- Estrada, M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza . *Revista Lasallista de Investigación*, 7-12.
- FERMAGRI. (2020). Características del abono 10-30-10. Ficha Técnica, Guayaquil.
- FERTISA. (2019). Abono 10 30 10. Ficha Técnica, Fertilizantes Terinales i Servicios, Guayaquil.
- Galeano , S., Sanchez, J., & Galeano , S. (2013). Efecto de la aplicación de estiércol vacuno y gallinaza en la producción del cultivo de brócolis (*Brassica oleracea* var. *Italica*). Artículo científico, Universidad Nacional del Este, Facultad de Ingeniería Agronómica , Alto Paraná.
- Galeano , S., Sanchez, J., & Galeano , S. (2013). Efecto de la aplicación de estiércol vacuno y gallinaza en la producción del cultivo de brócolis (*Brassicaoleraceavar. Italica*). XXI Jornadas de Jóvenes Investigadores de AUGM, 8-9.
- Gordon, H. (2013). Horticultura. Manual de fertilizantes para horticultura. , 12-19.
- Guzman, V. (2017). Evaluación de de seis híbridos de brócoli (*Brassica oleraceae* var. *Iatalica*, hib. *legacy*), atres densidades de siembra. Machachi-Pichincha. Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas., Quito.
- Herrán , J., Sañudo , R., Rojo , G., Martinez, R., & Olalde, V. (2008). Importancia de los abonos organicos. *Ra Ximhai* , 17-21.
- Hidalgo, L. (2006). El cultivo de brócoli. Riobamba.
- INEC. (2014). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2014. Manua Informativo, Instituto NBacional de Estadísticas y Censos, Quito.

- Keck, A. (2014). cancer protective mechanisms of glucosinolate hydrolysis products and selenium. *Cruciferous vegetables*, 11-18.
- Kher, E., & Diaz, P. (2017). Producción de brócoli para la industria. Sueña, emprende y crece, Santiago de Chile.
- Krizaj, C. (2014). “La producción de brócoli (*Brassica oleraceae* L.) como biofábricas en condiciones de ambientes de estrés. Tesis de Grado, Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias, Santa Fe.
- Kumar, S., & Andy, A. (2012). Health promoting bioactive phytochemicals from Brassica. *Int Food Res* , 141-152.
- Linneo, C. (1758). *Systema Nature*. Laurenti.
- Manaf, L., Jusoh, M., Yusoff, M., Ismail, T., Harun, R., Juahir, H., & Jusoff, K. (2009). Influences of Bedding Material in Vermicomposting Process. *International Journal of Biology*, 6.
- Martinez , L. (2020). Comportamiento agronómico del cultivo de maíz (*Zea mays* l.) Con diferentes dosis de micorrizas. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, La Maná.
- Mena , M. (2014). 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. Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Academica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Latacunga.
- Molina, W. (2015). Rendimiento y calidad del cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) manejado con abonos orgánicos. Tesis de Grado, Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cuenca.
- Montero, I. (2013). Comportamiento agronómico de cinco hortalizas de hojas con tres abonos orgánicos en el Centro Experimental “La Playita”, de la Universidad Técnica de Cotopaxi - La Maná. Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia, Quevedo.

- Mosquera, B. (2018). Abonos orgánicos Protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, Fondo para la Protección del Agua . FONAG.
- Nicolalde, A., & Quintana, D. (2010). Utilización de bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*) y solubilizadoras de fósforo en el cultivo de brócoli. Tesis de Grado, Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Otavalo.
- Pantoja, R. (2014). “Evaluación de diferentes dosis de abonos orgánicos de origen animal en el comportamiento agronómico, del cultivo de brócoli en la zona de Huaca, Provincia del Carchi. Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tulcan.
- Posada, F., Gonzalez, L., & Ulrichs, L. (2010). Crecimiento de plantas de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) afectadas por exceso de zinc . *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 16.
- PROECUADOR. (2017). Análisis Sectorial Brócoli. Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. .
- Ramos, D., & Terry, A. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 6-9.
- Raya, Y., Apáez, P., Guillén, H., & Lara, B. (2019). Producción de brócoli en función del genotipo y dosis de nitrógeno. *Revista fitotecnia mexicana*, 5-9.
- Renaud, E., Lammerts, E., Myers, J., Paulo, M., Van, F., Zhu, N., & Juvik, J. (2017). Variación en el contenido fitoquímico del cultivar de brócoli bajo sistemas de manejo orgánicos y convencionales: implicaciones en la mejora para la nutrición. *Mas Uno*, 16-19.
- Rocha, J., & Garcia, F. (2008). Insecticidas clásicos y biopesticidas modernos: avances en el entendimiento de su mecanismo de acción. *Biotecnología*, 12-18.
- Rodriguez, R., & Sierra, E. (2009). Lombrices de tierra con valor comercial. *Biología y técnicas de cultivo*, 17.

- Romero, M., Trinidad , A., Garcia, R., & Ferrera, R. (2016). Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. *Agrociencia*, 14.
- Ruiz, F. (2016). Estudio economico productivo de un cultivo de brócoli Brassica oleracea, en el sector Cotama, parroqui El Jordan, cantón Otavalo, provincia de Imbabura. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Loja, Ingeniería en en administración y producción agropecuaria, Otavalo.
- Sadeghian , S. (2013). Fertilizacion del suelo y nutricion de cafe. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ "Pedro Uribe Mejía". Medellin: FarmAgro.
- SAKATA. (2020). Generalidades del brocoli Avenger. Sakata Seed Sudamérica Ltda, Lima.
- Salas, N. (2008). Anatomia de las lombrices. Obtenido de AgroBit: [http://www.agrobit.com.ar/Info\\_tecnica/alternativos/horticultura/AL\\_000013ho.htm](http://www.agrobit.com.ar/Info_tecnica/alternativos/horticultura/AL_000013ho.htm)
- Schmidt, M. (2017). Crecimiento y relación del tallo-raíz en plantones de cinco especies forestales durante la fase de vivero en tingo maría. *Revista Agraria de la Selva*, 26.
- SINAGAP. (2015). Brócoli. Boletín Situacional. Sistema de información nacional de Agricultura, Estadísticas, Riobamba.
- Toledo, J. (2003). Cultivo del Brócoli. Instituto Nacional de Investigación Agraria, Direccion General de Investigación Agraria, Lima.
- Torres. (2015). Manual agropecuario tecnologías orgánicas de la granja autosuficiente. Bogotá: Editorial Limerín.
- Torres, L. A. (2013). Fertilización orgánica mineral en el cultivo de Brassica oleraceae var. itálica plenck brócoli Zungarococha - distrito de San Juan Bautista. Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Agronomía, Iquitos.
- Ulloa, J. (2015). Valoración de tres tipos de bioles en la producción de rábano (*Raphanus sativus*). Tesis de Máster en Gestión y Auditorías Ambientales, Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, Piura.
- Valadez, C. (1994). Producción de Hortaliza. Mexico D.F.: Limusa.

- Vargas, P., Vargas, M., & Moya Jhisela. (2019). Efecto de los abonos orgánicos aplicados al suelo y follaje, sobre la fisiología del cultivo de brócoli (*brassica oleracea*). *Revista Caribeña de Ciencias Sociales* , 17.
- Weier, E. (2004). *Botany and introduction To biology*. Mexico D.F.: Limusa.
- YARA. (2019). YaraMila - Fertilizantes complejos NPK. *Boletín Técnico*, Yarecuador Cia. Ltda., Guayaquil.

## 16. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida de la tutora

### *CURRICULUM*

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### **DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE**

---

#### **DATOS PERSONALES**

**APELLIDOS:** GAVILÁNEZ BUÑAY

**NOMBRES:** TATIANA CAROLINA

**ESTADO CIVIL:** SOLTERO

**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 1600398190

**NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES:** NINGUNA

**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** AMBATO 02 DE JULIO DE 1988

**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** LA MANÁ, CALLE 19 DE MAYO Y CARLOS LOZADA

**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 032412769 **TELÉFONO CELULAR:** 0982260819

**EMAIL INSTITUCIONAL:** tatiana.gavilánez@utc.edu.ec

**TIPO DE DISCAPACIDAD:** Ninguna

**# DE CARNET CONADIS:**



#### **ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
TERCER	INGENIERO BIOQUÍMICA	2013-04-22	1010-13-1209163
CUARTO	MAGISTER EN PLANTAS MEDICINALES	2017-04-18	032199664

#### **HISTORIAL PROFESIONAL**

**UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA:**

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:**

Investigación

Ciencias agrarias

**FECHA DE INGRESO A LA UTC:** ABRIL 2017

Anexo 2. Hoja de vida de las estudiantes

# **CURRICULUM VITAE**

## **DATOS PERSONALES:**

---

NOMBRE:	WENDY DEL ROCÍO
APELLIDOS:	CATOTA RAMOS
F/NACIMIENTO:	5 DE SEPTIEMBRE DE 1995
CEDULA N°:	1718301474
LUGAR DE NACIMIENTO:	QUITO
NACIONALIDAD:	ECUATORIANA
ESTADO CIVIL:	SOLTERA
DIRECCIÓN:	E1D S48-162 S48F PB – TURUBAMBA
CELULAR:	0997789736
EMAIL:	wendycatota95@gmail.com



## **ESTUDIOS REALIZADOS:**

---

### ESTUDIOS PRIMARIOS:

- ✓ ESCUELA VIRGINIA LARENAS

### ESTUDIOS SECUNDARIOS:

- ✓ COLEGIO NACIONAL MIXTO “TARQUI”

### ESTUDIOS SUPERIORES:

- ✓ UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI “EXTENSIÓN LA MANÁ”  
INGENIERÍA AGRONÓMICA

## **CURSOS REALIZADOS:**

---

- ✓ COMPUTACIÓN BÁSICA I (UTC)
- ✓ COMPUTACIÓN BÁSICA II (UTC)
- ✓ CURSOS DE INGLES (UTC)
- ✓ SEMINARIO “JORNADAS CIENTÍFICAS AGRONÓMICAS”
- ✓ PARTICIPACIÓN EN SEMINARIO “III JORNADAS AGRONÓMICAS”
- ✓ SEMINARIO II CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICAS UTC-LA MANÁ
- ✓ SEMINARIO “PRIMERA CONFERENCIA CIENTÍFICA INTERNACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA”
- ✓ PARTICIPACIÓN EN SEMINARIO “III CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA UTC- LA MANÁ”
- ✓ TALLER INTERNACIONAL “ESTRATEGIAS DE NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL”

## **REFERENCIA:**

---

- ✓ Lic. Fresia Mogrovejo  
Teléfono: 0997529758
- ✓ Ing. María Elena Trujillo  
Teléfono: 0994510272
- ✓ Sra.: Blanca Gutiérrez  
Teléfono: 0998798061

# CURRICULUM VITAE

## DATOS PERSONALES:

---

NOMBRE:	JOSELIN ESTEFFANI	
APELLIDOS:	RAMÍREZ SABANDO	
F/NACIMIENTO:	5 DE JUNIO DE 1998	
CEDULA N°:	0503526493	
LUGAR DE NACIMIENTO:	LATACUNGA	
NACIONALIDAD:	ECUATORIANA	
ESTADO CIVIL:	SOLTERA	
DIRECCIÓN:	BUENA FE- CARLOS CABRERA Y LUCIA GILCES	
CELULAR:	0990075250	
EMAIL:	joselin13rami@gmail.com	

## ESTUDIOS REALIZADOS:

---

### ESTUDIOS PRIMARIOS:

- ✓ ESCUELA PARTICULAR "7 DE MAYO"

### ESTUDIOS SECUNDARIOS:

- ✓ UNIDAD EDUCATIVA JOSE MARÍA VELASCO IBARRA POLIVALENTE  
CONTABILIDAD Y ADMINISTRACIÓN

### ESTUDIOS SUPERIORES:

- ✓ UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI "EXTENSIÓN LA MANÁ"  
INGENIERÍA AGRONÓMICA

## **CURSOS REALIZADOS:**

---

- ✓ COMPUTACIÓN BÁSICA I (UTC)
- ✓ COMPUTACIÓN BÁSICA II (UTC)
- ✓ CURSOS DE INGLÉS (UTC)
- ✓ SEMINARIO “JORNADAS CIENTÍFICAS AGRONÓMICAS”
- ✓ PARTICIPACIÓN EN SEMINARIO “III JORNADAS AGRONÓMICAS”
- ✓ SEMINARIO II CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICAS UTC-LA MANÁ
- ✓ SEMINARIO “PRIMERA CONFERENCIA CIENTÍFICA INTERNACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA”
- ✓ PARTICIPACIÓN EN SEMINARIO “III CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA UTC- LA MANÁ”
- ✓ TALLER INTERNACIONAL “ESTRATEGIAS DE NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL”

## **REFERENCIAS:**

---

- ✓ Sr. Freddy Ramos  
Teléfono: 0968022099
  
- ✓ Ing. Diana Ramos  
Teléfono: 0980922444
  
- ✓ Ing. Stiven Chanaluisa  
Teléfono: 0980959191

**Anexo 3. Fotografías**

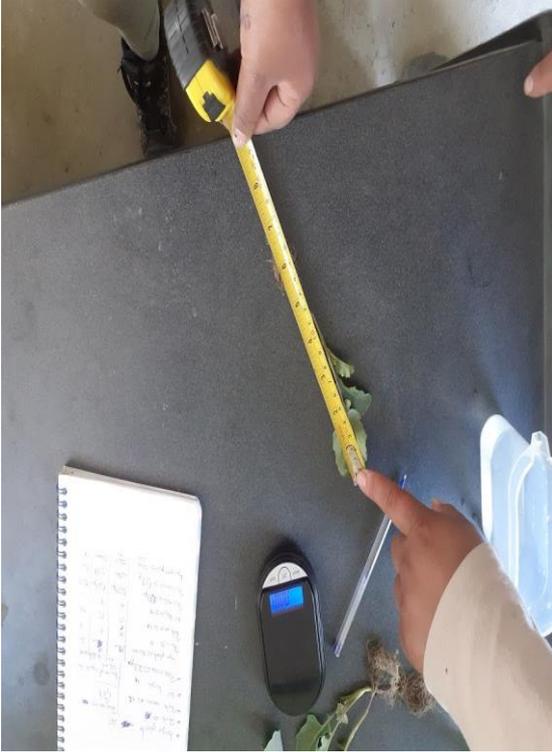
**Fotografía 1: Preparación del terreno y elaboración de parcelas.**



**Fotografía 2: Aplicación de abonos y trasplante.**



**Fotografía 3:** Toma de datos a los 15 días.



**Fotografía 4:** Toma de datos a los 30 días.



**Fotografía 5:** Aplicación de abonos.



**Fotografía 6:** Toma de datos a los 45 días.



**Fotografía 7:** Toma de datos a los 60 días.



**Fotografía 8:** Toma de datos a los 75 días.



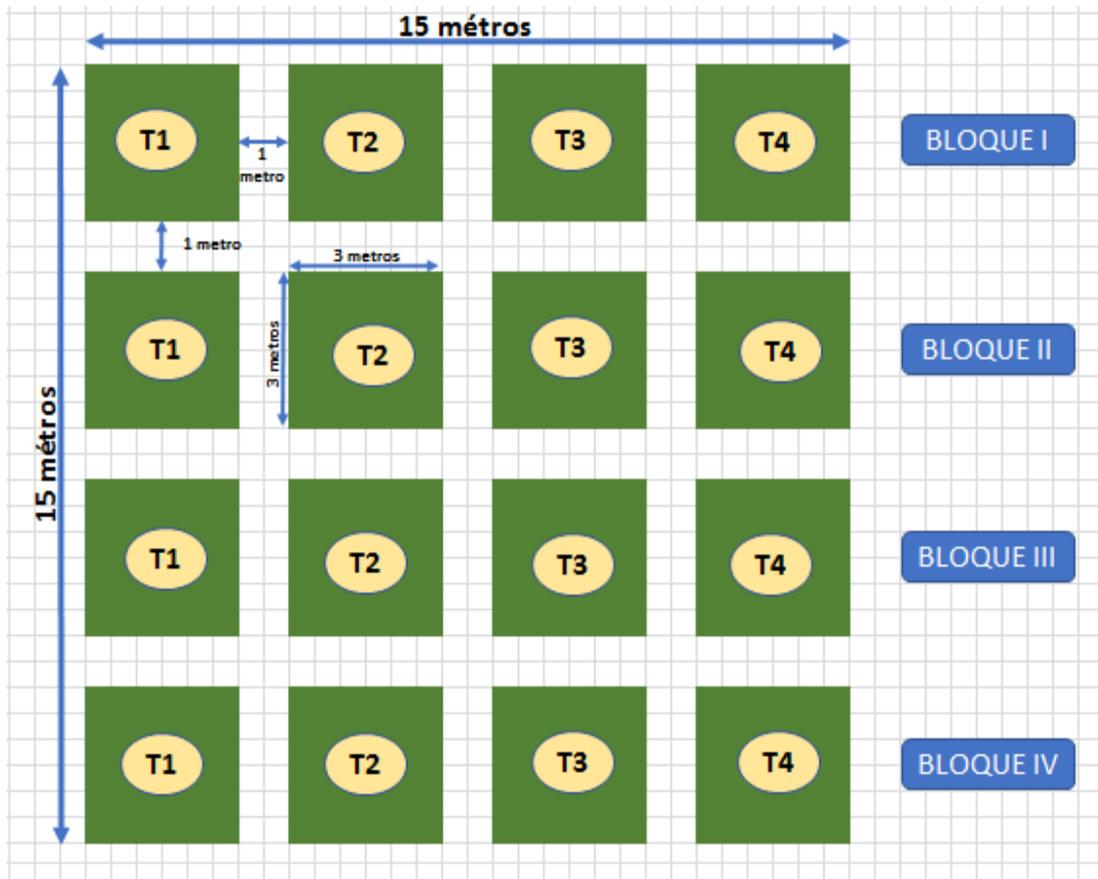
**Fotografía 9:** Toma de datos a los 90 días.



**Fotografía 10:** Tomas de datos a los 105 días.



## Anexo 4. Diseño del ensayo



DATOS DEL ENSAYO		
DISEÑO EXPERIMENTAL	BCA	
LONGITUD DEL ENSAYO	15	METROS
ANCHO DEL ENSAYO	15	METROS
ÁREA DEL ENSAYO	225	METROS CUADRADOS
ÁREA ÚTIL DEL ENSAYO	144	METROS CUADRADOS
TRATAMIENTOS	4	
REPETICIONES O BLOQUES	4	
TOTAL DE PARCELAS	16	
LONGITUD DE PARCELA	3	METROS
ANCHO DE PARCELA	3	METROS
ÁREA DE LA PARCELA	9	METROS CUADRADOS
DISTANCIA ENTRE PARCELAS	1	METROS
DISTANCIA ENTRE BLOQUES	1	METROS

## Anexo 5. Certificado de reporte de Urkund



### Document Information

---

<b>Analyzed document</b>	Tesis Predefensa Catota y Ramirez-Abonos orgánicos en brocoli 2.docx (D78237224)
<b>Submitted</b>	8/27/2020 2:42:00 PM
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	kleber.espinosa@utc.edu.ec
<b>Similarity</b>	3%
<b>Analysis address</b>	kleber.espinosa.utc@analysis.orkund.com

### Sources included in the report

---

<b>W</b>	URL: <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/287336207.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/287336207.pdf</a> Fetched: 7/5/2020 4:35:41 AM	 2
<b>W</b>	URL: <a href="https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12980/1/FREDY%20RUIZ%20(BIBLIO...">https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12980/1/FREDY%20RUIZ%20(BIBLIO ...</a> Fetched: 7/29/2020 11:07:22 PM	 3
<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10941/1/tesis-039%20Maestr%C3%A...">https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10941/1/tesis-039%20Maestr%C3%A ...</a> Fetched: 7/5/2020 4:04:20 AM	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://docplayer.es/93174398-Universidad-de-cuenca.html">https://docplayer.es/93174398-Universidad-de-cuenca.html</a> Fetched: 7/28/2020 3:30:45 PM	 2
<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Tesis_Borrador_Yucailla.docx</b> Document Tesis_Borrador_Yucailla.docx (D78213005) Submitted by: kleber.espinosa@utc.edu.ec Receiver: kleber.espinosa.utc@analysis.orkund.com	 4
<b>SA</b>	<b>tesis JUANAZO PARA URKUND.docx</b> Document tesis JUANAZO PARA URKUND.docx (D77902616)	 2
<b>SA</b>	<b>tesis revisada eduardou.docx</b> Document tesis revisada eduardou.docx (D74320519)	 1