



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

### **CARRERA AGRONOMÍA**

# **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O DE CUATRO FORMULADOS INORGÁNICOS EN EL RENDIMIENTO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.) var. Avenger, CANTÓN CHILLA, PROVINCIA EL ORO.”**

## **Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

## **INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR:** KEVIN GEOVANNY AJILA SÁNCHEZ

**DIRECTOR:** Ing. Franklin José Arcos Torres

Riobamba – Ecuador

2021

**©2021, Kevin Geovanny Ajila Sánchez**

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

Yo, **KEVIN GEOVANNY AJILA SÁNCHEZ**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 30 de noviembre de 2021

Digitally signed by KEVIN  
GEOVANNY AJILA SANCHEZ  
Date: 2021.11.30 17:03:29 ECT  
Reason: ESPOCH  
Location: Riobamba - Ecuador




The logo of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) is located to the right of the digital signature text. It features a stylized red and white graphic of a bird or a flame, with the text 'ESPOCH DTC' below it.

**Kevin Geovanny Ajila Sánchez**

**070612786-7**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

El Tribunal de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación, tipo: Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O DE CUATRO FORMULADOS INORGÁNICOS EN EL RENDIMIENTO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.) var. Avenger, CANTÓN CHILLA, PROVINCIA EL ORO”** realizado por el señor KEVIN GEOVANNY AJILA SÁNCHEZ, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Armando Esteban Espinoza Espinoza <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>ARMANDO ESTEBAN ESPINOZA ESPINOZA</b>	2021-11-30
Ing. Franklin José Arcos Torres <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>JOSE FRANKLIN ARCOS TORRES</b>	2021-11-30
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>VICTOR ALBERTO LINDAO CORDOVA</b>	2021-11-30

## **DEDICATORIA**

A Dios por otorgarme sabiduría en el transcurso de mi vida estudiantil y guiarme hasta alcanzar este logro tan importante.

A mi familia por su entera confianza en todo momento y circunstancia especialmente a mi madre cuyo respaldo es fundamental en el cumplimiento de esta meta.

A mis docentes que con gran destreza compartieron sus conocimientos y experiencias formando un profesional apto para servir a la sociedad.

Kevin

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que en aulas de la Escuela de Ingeniería Agronómica me dieron la oportunidad de recibir conocimientos esenciales para la vida profesional.

Al Ing. José Franklin Arcos Torres quien fungió como director de mi Trabajo de Integración Curricular por su experticia durante el desarrollo, su paciencia, voluntad y amistad.

Al Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova quien desempeñó el cargo de asesor en proyecto de investigación por guiarme sabiamente en la parte estadística de esta investigación, por su buena voluntad y paciencia en cada tutoría.

Por último, agradecer a todos los docentes que día tras día en las aulas me otorgaron sus conocimientos, a todos mis amigos/as que me brindaron su apoyo en momentos críticos hasta alcanzar la meta.

Kevin

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xv
RESUMEN .....	xvi
SUMMARY .....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	1

## CAPITULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Fertilidad de suelos.....</b>	<b>4</b>
1.1.1. <i>Calidad del suelo.....</i>	5
1.1.2. <i>Nutrientes en el suelo.....</i>	5
1.1.3. <i>Fertilización inorgánica.....</i>	9
1.1.4. <i>Fuentes comerciales de fertilización.....</i>	10
<b>1.2. Cultivo de brócoli.....</b>	<b>13</b>
1.2.1. <i>Situación del brócoli en el Ecuador.....</i>	13
1.2.2. <i>Clasificación taxonómica.....</i>	14
1.2.3. <i>Requerimientos agroecológicos, edáficos y nutricionales.....</i>	14
1.2.4. <i>Fenología.....</i>	16
1.2.5. <i>Manejo del cultivo.....</i>	17
1.2.6. <i>Principales plagas y enfermedades.....</i>	19
1.2.6.1. <i>Plagas.....</i>	19
1.2.6.1.1. <i>Palomilla o Plutella (Plutella xylostella).....</i>	19
1.2.6.1.2. <i>Cutzo (Barotheus castaneus).....</i>	20
1.2.6.1.3. <i>Gusano de alambre (Agriotes sp.).....</i>	21
1.2.6.2. <i>Enfermedades.....</i>	22
1.2.6.2.1. <i>Pudrición de la pella (Botrytis cynerea).....</i>	22
1.2.6.2.2. <i>Mancha negra. (Alternaria brassicae).....</i>	22
1.2.6.2.3. <i>Pudrición de la base del tallo (Rhizoctonia sp.).....</i>	23
1.2.7. <i>Cosecha.....</i>	24
1.2.8. <i>Comercialización.....</i>	24

1.2.9.	<i>Residuos de cosecha como abono verde</i> .....	25
--------	---	----

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	26
2.1.	<b>Características del lugar</b> .....	26
2.1.1.	<i>Localización</i> .....	26
2.1.2.	<i>Características agroclimáticas</i> .....	28
2.2.	<b>Materiales</b> .....	29
2.2.1.	<i>Material biológico</i> .....	29
2.2.2.	<i>Materiales de campo</i> .....	29
2.2.3.	<i>Materiales de oficina</i> .....	30
2.3.	<b>Metodología</b> .....	30
2.3.1.	<i>Especificaciones del campo experimental</i> .....	30
2.3.2.	<i>Tratamientos por evaluar</i> .....	30
2.3.3.	<i>Tipo de diseño</i> .....	31
2.3.4.	<i>Esquema de análisis de varianza</i> .....	31
2.3.5	<i>Parámetros a evaluar</i> .....	31
2.3.6.	<i>Manejo del ensayo</i> .....	35
2.3.6.1.	<b>Muestreo de suelo</b> .....	35
2.3.6.2.	<i>Trazado de parcelas</i> .....	35
2.3.6.3.	<i>Instalación de sistema de riego por aspersión</i> .....	36
2.3.6.4.	<i>Labores de encalado</i> .....	37
2.3.6.5.	<i>Trasplante</i> .....	37
2.3.6.6.	<i>Fertilización</i> .....	38
2.3.6.7.	<i>Control de malezas</i> .....	39
2.3.6.8.	<i>Control fitosanitario</i> .....	39
2.3.6.9.	<i>Riego</i> .....	40
2.3.6.10.	<i>Cosecha</i> .....	40
2.3.6.11.	<i>Comercialización</i> .....	41
2.3.6.12.	<i>Incorporación de residuos de cultivo como abono verde</i> .....	41

## CAPITULO III

3.	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DUSCUSIÓN</b> .....	43
3.1.	<b>Porcentaje de prendimiento</b> .....	43



3.2.	<b>Altura de la planta</b> .....	44
3.2.1.	<i>Altura de la planta a los 15 días después del trasplante (ddt).</i> .....	44
3.2.2.	<i>Altura de la planta a los 30 días después del trasplante (ddt).</i> .....	45
3.2.3.	<i>Altura de la planta a los 45 días después del trasplante (ddt).</i> .....	46
3.2.4.	<i>Altura de la planta a los 60 días después del trasplante (ddt).</i> .....	48
3.3.	<b>Número de hojas</b> .....	50
3.3.1.	<i>Número de hojas a los 15 días después del trasplante (ddt).</i> .....	50
3.3.2.	<i>Número de hojas a los 30 días después del trasplante (ddt).</i> .....	50
3.3.3.	<i>Número de hojas a los 45 días después del trasplante (ddt).</i> .....	52
3.3.4.	<i>Número de hojas a los 60 días después del trasplante (ddt).</i> .....	53
3.4.	<b>Diámetro de tallo</b> .....	55
3.4.1.	<i>Diámetro de tallo a los 15 días después del trasplante (ddt).</i> .....	55
3.4.2.	<i>Diámetro de tallo a los 30 días después del trasplante (ddt).</i> .....	56
3.4.3.	<i>Diámetro de tallo a los 45 días después del trasplante (ddt).</i> .....	57
3.4.4.	<i>Diámetro de tallo a los 60 días después del trasplante (ddt).</i> .....	59
3.5.	<b>Días a la aparición de la pella</b> .....	61
3.6.	<b>Días a la cosecha</b> .....	63
3.7.	<b>Peso de la pella</b> .....	65
3.8.	<b>Peso de la planta</b> .....	67
3.9.	<b>Rendimiento de pellas por parcela neta</b> .....	69
3.10.	<b>Rendimiento de residuos de cosecha por parcela neta</b> .....	71
3.11.	<b>Rendimiento de pellas por hectárea</b> .....	73
3.12.	<b>Rendimiento de residuos de cosecha por hectárea</b> .....	75
3.13.	<b>Estimación de reciclaje de nutrientes</b> .....	78
3.13.1.	<i>Incorporación de N, P, K en los residuos de cosecha</i> .....	78
3.13.2.	<i>Restitución al suelo en N, P, K por los formulados utilizados en la investigación</i> ..	79
3.14.	<b>Análisis económico</b> .....	80
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	82
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	83
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Requerimientos edafoclimáticos del brócoli.....	15
<b>Tabla 2-1:</b>	Requerimientos nutricionales del brócoli.....	18
<b>Tabla 3-1:</b>	Precios de venta promedio de mercados mayoristas de brócoli en Ecuador de acuerdo con la provincia USD/Kg.....	24
<b>Tabla 4-1:</b>	Macronutrientes presentes en residuos de cosecha.....	25
<b>Tabla 1-2:</b>	Ubicación geográfica del área de investigación.....	27
<b>Tabla 2-2:</b>	Características climáticas.....	28
<b>Tabla 3-2:</b>	Taxonomía y características generales del suelo.....	28
<b>Tabla 4-2:</b>	Características del área de investigación.....	30
<b>Tabla 5-2:</b>	Tratamientos de estudio.....	30
<b>Tabla 6-2:</b>	Análisis de varianza.....	31
<b>Tabla 7-2:</b>	Cantidad de fertilizantes a aplicar por tratamientos.....	39
<b>Tabla 1-3:</b>	Análisis de la Varianza para la variable porcentaje de prendimiento.....	43
<b>Tabla 2-3:</b>	Análisis de la Varianza para altura de planta a los 15 días después del trasplante .....	44
<b>Tabla 3-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% para altura de planta a los 15 días después del trasplante.....	44
<b>Tabla 4-3:</b>	Análisis de la Varianza para altura de planta a los 30 días después del trasplante .....	45
<b>Tabla 5-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% para altura de planta a los 30 días después del trasplante.....	46
<b>Tabla 6-3:</b>	Análisis de la Varianza para altura de planta a los 45 días después del trasplante .....	47
<b>Tabla 7-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% para altura de planta a los 45 días después del trasplante .....	47
<b>Tabla 8-3:</b>	Análisis de la Varianza para altura de planta a los 60 días después del trasplante .....	48
<b>Tabla 9-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% para altura de planta a los 60 días después del trasplante .....	48
<b>Tabla 10-3:</b>	Análisis de la Varianza para número de hojas a los 15 días después del trasplante .....	50
<b>Tabla 11-3:</b>	Análisis de la Varianza para número de hojas a los 30 días después	

	del trasplante .....	51
<b>Tabla 12-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% para número de hojas a los 30 días después del trasplante .....	51
<b>Tabla 13-3:</b>	Análisis de la Varianza para número de hojas a los 45 días después del trasplante .....	52
<b>Tabla 14-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% para número de hojas a los 45 días después del trasplante .....	52
<b>Tabla 15-3:</b>	Análisis de la Varianza para número de hojas a los 60 días después del trasplante .....	53
<b>Tabla 16-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% para número de hojas a los 60 días después del trasplante .....	54
<b>Tabla 17-3:</b>	Análisis de la Varianza para diámetro de tallo a los 15 días después del trasplante .....	55
<b>Tabla 18-3:</b>	Análisis de la Varianza para diámetro de tallo a los 30 días después del trasplante .....	56
<b>Tabla 19-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% para diámetro de tallo a los 30 días después del trasplante .....	57
<b>Tabla 20-3:</b>	Análisis de la Varianza para diámetro de tallo a los 45 días después del trasplante .....	57
<b>Tabla 21-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% para diámetro de tallo a los 45 días después del trasplante .....	58
<b>Tabla 22-3:</b>	Análisis de la Varianza para diámetro de tallo a los 60 días después del trasplante .....	59
<b>Tabla 23-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% para diámetro de tallo a los 60 días después del trasplante .....	59
<b>Tabla 24-3:</b>	Análisis de la Varianza para la variable días a la aparición de la pella.....	61
<b>Tabla 25-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% para la variable tratamientos en días a la aparición de la pella.....	62
<b>Tabla 26-3:</b>	Análisis de la Varianza para la variable días a la cosecha.....	63
<b>Tabla 27-3:</b>	.Prueba de TUKEY al 5% para la variable tratamientos en días a la cosecha .....	64
<b>Tabla 28-3:</b>	Análisis de la Varianza para la variable peso de pella.....	65
<b>Tabla 29-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% para la variable tratamientos en peso de pella.....	66

<b>Tabla 30-3:</b>	Análisis de la Varianza para la variable peso de planta.....	67
<b>Tabla 31-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% para la variable tratamientos en peso de planta.....	68
<b>Tabla 32-3:</b>	Análisis de la Varianza para la variable rendimiento por parcela neta	69
<b>Tabla 33-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% para la variable en rendimiento de pellas por parcela neta.....	70
<b>Tabla 34-3:</b>	Análisis de la Varianza del rendimiento por parcela neta de residuos de cosecha.....	71
<b>Tabla 35-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% del rendimiento de residuos de cosecha por parcela neta.....	72
<b>Tabla 36-3:</b>	Análisis de la Varianza del rendimiento por rendimiento de pellas por hectárea.....	73
<b>Tabla 37-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% para la variable rendimiento de pellas por hectárea.....	74
<b>Tabla 38-3:</b>	Análisis de la Varianza del rendimiento de residuos de cosecha por hectárea.....	75
<b>Tabla 39-3:</b>	Prueba de TUKEY al 5% del rendimiento de residuos de cosecha por hectárea.....	76
<b>Tabla 40-3:</b>	Restitución de nutrientes según los diferentes tratamientos.....	78
<b>Tabla 41-3:</b>	Análisis económico según beneficio/costo.....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Componentes de la fertilidad del suelo .....	4
<b>Figura 2-1:</b>	Composición ideal del suelo agrícola .....	5
<b>Figura 3-1:</b>	Nutrientes en el suelo .....	6
<b>Figura 4-1:</b>	Fertilizante – Nitrato de amonio .....	10
<b>Figura 5-1:</b>	Fertilizante – Fosfato di amónico .....	11
<b>Figura 6-1:</b>	Fertilizante – Cloruro de Potasio .....	12
<b>Figura 7-1:</b>	Rendimiento por provincias de brócoli en Ecuador .....	14
<b>Figura 8-1:</b>	Ciclo de vida de <i>Plutella xylostella</i> .....	19
<b>Figura 9-1:</b>	Ciclo de vida de <i>Phyllophaga sp</i> .....	20
<b>Figura 10-1:</b>	Ciclo de vida de <i>Agriotes sp</i> .....	21
<b>Figura 11-1:</b>	Pella afectada por <i>Botrytis cynerea</i> .....	22
<b>Figura 12-1:</b>	Pella afectada por <i>Alternaria brassicae</i> .....	23
<b>Figura 13-1:</b>	Pella afectada por mal de talluelo .....	23
<b>Figura 1-2:</b>	Macro localización del Cantón Chilla en la provincia de El Oro .....	26
<b>Figura 2-2:</b>	Micro localización del sector Shigüil en el cantón Chilla .....	27
<b>Figura 3-2:</b>	Micro localización área de la investigación .....	27
<b>Figura 4-2:</b>	Zonas de vida del cantón Chilla.....	29
<b>Figura 5-2:</b>	Evaluación de altura de planta .....	32
<b>Figura 6-2:</b>	Evaluación de diámetro de tallo .....	33
<b>Figura 7-2:</b>	Evaluación de peso de pella .....	34
<b>Figura 8-2:</b>	Homogenización de submuestras de suelo .....	35
<b>Figura 9-2:</b>	Delimitación de unidades experimentales (parcelas) .....	36
<b>Figura 10-2:</b>	Sistema de riego por aspersion .....	36
<b>Figura 11-2:</b>	Incorporación de cal agrícola .....	37
<b>Figura 12-2:</b>	Trasplante de plántulas de brócoli .....	38
<b>Figura 13-2:</b>	Segunda fertilización (30 ddt ) .....	38
<b>Figura 14-2:</b>	Control manual de malezas con un medio aporque (30 ddt ) .....	39
<b>Figura 15-2:</b>	Productos utilizados para el control fitosanitario .....	40
<b>Figura 16-2:</b>	Cosecha de brócoli .....	41
<b>Figura 17-2:</b>	Venta del producto.....	41

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Porcentaje de prendimiento evaluado a los 15 días después del trasplante .....	43
<b>Gráfico 2-3:</b>	Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 15 después del trasplante .....	45
<b>Gráfico 3-3:</b>	Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 30 después del trasplante .....	46
<b>Gráfico 4-3:</b>	Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 45 después del trasplante .....	47
<b>Gráfico 5-3:</b>	Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 60 después del trasplante .....	49
<b>Gráfico 6-3:</b>	Incremento de altura ocasionado por los diferentes tratamientos (T4 y T3) a lo largo del ciclo productivo .....	50
<b>Gráfico 7-3:</b>	Efecto de los tratamientos en número de hojas a los 30 después del trasplante .....	51
<b>Gráfico 8-3:</b>	Efecto de los tratamientos en número de hojas a los 45 después del trasplante .....	53
<b>Gráfico 9-3:</b>	Efecto de los tratamientos en número de hojas a los 60 después del trasplante .....	54
<b>Gráfico 10-3:</b>	Incremento de número de hojas ocasionado por los tratamientos a lo largo del ciclo productivo .....	55
<b>Gráfico 11-3:</b>	Efecto de los tratamientos en diámetro de tallo a los 15 después del trasplante .....	56
<b>Gráfico 12-3:</b>	Efecto de los tratamientos en diámetro de tallo a los 30 después del trasplante .....	57
<b>Gráfico 13-3:</b>	Efecto de los tratamientos en diámetro de tallo a los 45 después del trasplante .....	58
<b>Gráfico 14-3:</b>	Efecto de los tratamientos en diámetro de tallo a los 60 después del trasplante .....	60
<b>Gráfico 15-3:</b>	Incremento de diámetro de tallo ocasionado por los tratamientos a lo largo del ciclo productivo .....	61
<b>Gráfico 16-3:</b>	Efecto de los tratamientos en días a la aparición de la pella.....	62
<b>Gráfico 17-3:</b>	Precocidad en la aparición de la pella causada por los tratamientos...	63
<b>Gráfico 18-3:</b>	Efecto de los tratamientos en días a la cosecha.....	64
<b>Gráfico 19-3:</b>	Precocidad en la cosecha causada por los tratamientos.....	65

<b>Gráfico 20-3:</b>	Efecto de los tratamientos en el peso de la pella.....	66
<b>Gráfico 21-3:</b>	Incremento en peso de pella causado por los tratamientos.....	67
<b>Gráfico 22-3:</b>	Efecto de los tratamientos en el peso de la planta.....	68
<b>Gráfico 23-3:</b>	Incremento en peso de planta causado por los tratamientos.....	69
<b>Gráfico 24-3:</b>	Efecto de los tratamientos en el rendimiento por parcela neta.....	70
<b>Gráfico 25-3:</b>	Incremento en el rendimiento por parcela neta causado por los tratamientos.....	71
<b>Gráfico 26-3:</b>	Efecto de los tratamientos en el rendimiento de residuos de cosecha por parcela neta.....	72
<b>Gráfico 27-3:</b>	Incremento en el rendimiento por parcela neta de residuos de cosecha causado por los tratamientos.....	73
<b>Gráfico 28-3:</b>	Efecto de los tratamientos en el rendimiento por hectárea.....	74
<b>Gráfico 29-3:</b>	Incremento en el rendimiento por hectárea causado por los tratamientos.....	75
<b>Gráfico 30-3:</b>	Efecto de los tratamientos en el rendimiento de residuos de cosecha por hectárea.....	76
<b>Gráfico 31-3:</b>	Incremento en el rendimiento por hectárea de residuos de cosecha causado por los tratamientos.....	77
<b>Gráfico 32-3:</b>	Relación entre el rendimiento de pellas y el rendimiento de residuos de cosecha causado por los tratamientos.....	77
<b>Gráfico 33-3:</b>	Aporte nutricional de la incorporación de residuos de cosecha.....	78
<b>Gráfico 34-3:</b>	Aporte y extracción de nutrientes causado por los diferentes tratamientos.....	79
<b>Gráfico 35-3:</b>	Relación beneficio/costo.....	80

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO A:</b>	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES
<b>ANEXO B:</b>	DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO
<b>ANEXO C:</b>	COSTO DE PRODUCCIÓN PARA EL FORMULADO 120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O (T1)
<b>ANEXO D:</b>	COSTO DE PRODUCCIÓN PARA EL FORMULADO 197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O (T2)
<b>ANEXO E:</b>	COSTO DE PRODUCCIÓN PARA EL FORMULADO 250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O (T3)
<b>ANEXO F:</b>	COSTO DE PRODUCCIÓN PARA EL FORMULADO 280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O (T4)
<b>ANEXO G:</b>	COSTO DE PRODUCCIÓN PARA EL FORMULADO 00 N, 00 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 00 K <sub>2</sub> O (T5)
<b>ANEXO H:</b>	ANÁLISIS DE SUELO PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
<b>ANEXO I:</b>	ANÁLISIS DE SUELO DESPUÉS DE LA INVESTIGACIÓN
<b>ANEXO J:</b>	PRECIPITACIÓN DURANTE EL PROYECTO



## RESUMEN

La presente investigación planteó: evaluar el efecto de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O de cuatro formulados inorgánicos en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea* L.) var. Avenger, cantón Chilla, provincia El Oro. Los tratamientos a evaluados fueron: T1 (120 N, 150 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 180 K<sub>2</sub>O kg/ha), T2 (197 N, 135 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 217 K<sub>2</sub>O kg/ha), T3 (250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O kg/ha), T4 (280 N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 370 K<sub>2</sub>O kg/ha) y T5 (0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O kg/ha) para ello se empleó un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones distribuidas en unidades experimentales de 18 m<sup>2</sup> que en su interior se delimitó una parcela neta de 8 m<sup>2</sup> en la cual 10 plantas de brócoli (*Brassica oleracea* L.) var. Avenger fueron seleccionadas al azar para el registro de datos; se evaluó parámetros como: altura de la planta, diámetro de tallo, número de hojas, días a la aparición la pella y cosecha, peso de pella y planta, rendimiento de pellas y residuos de cosecha en kg/8m<sup>2</sup> y ton/ha, se realizó un análisis económico utilizando la relación beneficio/costo. El mejor resultado se obtuvo por la aplicación de T3 (250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O kg/ha) que produjo 16.99 ton/ha de pellas y una rentabilidad del 138,46%. Se concluyó que la aplicación de T3 (250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O kg/ha) influye significativamente en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea* L.) var. Avenger por lo cual se recomienda su uso.

**Palabras clave:** <EVALUACIÓN AGRONÓMICA>, <PARÁMETROS AGRONÓMICOS>, <RELACIÓN BENEFICIO/COSTO>, <FORMULADOS INORGÁNICOS>, <BRÓCOLI VAR. AVENGER>

CRISTHIAN  
FERNANDO  
CASTILLO  
RUIZ

Firmado  
digitalmente por  
CRISTHIAN  
FERNANDO  
CASTILLO RUIZ  
Fecha: 2021.12.10  
18:18:59 -05'00'



2234-DBRA-UTP-2021

## SUMMARY

This present investigation aimed to evaluate the effect of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O of four inorganic formulations on the yield of broccoli (*Brassica oleracea* L.) var. Avenger, Chilla cantón, El Oro province. The treatments evaluated were T1 (120 N, 150 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 180 K<sub>2</sub>O kg/ha), T2 (197 N, 135 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 217 K<sub>2</sub>O kg/ha), T3 (250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O kg/ha), T4 (280 N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 370 K<sub>2</sub>O kg/ha) and T5 (0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O kg/ha). A randomized complete block design (RCBD) with five treatments and four replications distributed in experimental units of 18m<sup>2</sup> that in its interior was delimited a net area of 8m<sup>2</sup> in which 10 broccoli plants (*Brassica oleracea* L.) var. Avenger were randomly selected for data recording; parameters such as: plant height, stem diameter, number of leaves, days to the appearance of the skin and harvest, weight of skin and plant, yield of pellets and harvest residues in kg/8m<sup>2</sup> and ton/ha were evaluated, an economic analysis was made using the benefit/cost ratio. The best result was obtained by the application of T3 (250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O kg/ha) that produced 16.99 ton/ha of pellets and a yield of 138.46%. It was concluded that the application of T3 (250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O kg/ha) significantly influences the yield of broccoli (*Brassica oleracea* L.) var. Avenger so its use is recommended.

**Key words:** <AGRONOMIC ASSESSMENT>, <AGRONOMIC PARAMETERS>, <BENEFIT/COST RATIO>, <INORGANIC FORMULATIONS>, <BROCCOLI VAR. AVENGER>.



Firmado electrónicamente por:  
**ESTHELA ISABEL**  
**COLCHA GUASHPA**

## **INTRODUCCIÓN**

### **Importancia**

Los agricultores son tan indispensables para la humanidad como el agua o el sol pues son los encargados de suministrar productos de calidad para una alimentación nutritiva, adicionalmente también cultivan productos destinados a la exportación constituyéndose como una fuente de ingreso económicos que fortalecen la economía ecuatoriana.

Los pequeños agricultores aportan con el 10 % del volumen de brócoli producido a nivel nacional, por lo tanto, el brócoli forma parte en la economía familiar pues comercializan aproximadamente entre el 90-95 % de su producción que posteriormente será destinada a exportación hacia mercados internacionales (Le Gall, 2009. p. 263).

En nuestro país, a partir de la década de 1990 en que apareció el brócoli como un cultivo viable de sembrar que con una creciente demanda de exportación logró rápidamente posesionarse como la segunda opción de exportación agrícola no tradicional proveniente de la Sierra, además contribuyendo con alrededor de 11500 empleos (Le Gall, 2009. p. 264).

Ya para el año 2020, el brócoli ocupó el 8º puesto entre los productos exportables de origen no petrolero. Durante el primer semestre de este año, las exportaciones de brócoli representaron USD 83 millones (Coba, G. 2020. p. 1).

Sin embargo, muy poco se toma en cuenta los riesgos para los pequeños agricultores y posteriores impactos en la naturaleza que pueda ocasionar el cultivo de brócoli de manera inadecuada. Se corre el riesgo de una incorrecta manipulación en las dosis de fertilizantes pudiendo desencadenar enfermedades en los pequeños agricultores como también producir la degradación de la calidad de los suelos perdiéndose áreas agrícolas para posterior irrupción en la frontera agrícola afectando al ambiente irreversiblemente (Le Gall, 2009. p. 269).

Algunos agricultores se encuentran alarmados por la gran cantidad de fertilizantes químicos empleados en este cultivo, optando por no usar estos insumos notando que al culminar la producción el rendimiento disminuye (Le Gall, 2009. p. 280).

En consecuencia, el uso de fertilizantes químicos u orgánicos es un factor que juega un rol fundamental para la obtención de altos rendimientos que acompañado de una correcta

manipulación contribuye a mantener una agricultura sostenible, no obstante, su uso incorrecto puede acarrear consecuencias negativas para el ser humano como para el ambiente.

## **Problema**

Los minerales que necesitan las plantas para su crecimiento y desarrollo son tomados del aire y del suelo. Si existe abundancia de minerales en el suelo, las plantas posiblemente crecerán produciendo buenos rendimientos. Pero, la escases o ausencia de un mineral influirían disminuyendo el crecimiento de las plantas y el rendimiento esperado.

Por medio de estudios de “Mapificación del grado de fertilidad de suelos mediante los sistemas de información geográfica” (Caiminagua, 2014. pp. 46-50) se logró determinar que los contenidos de nutrientes en el suelo del cantón Chilla oscilan entre muy bajos y bajos específicamente en formas de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O mientras que los micronutrientes se encuentran distribuidos de forma irregular y en variadas concentraciones limitando el crecimiento y desarrollo óptimo que posteriormente en la cosecha se verá reflejado en bajos rendimientos de brócoli.

Adicionalmente, el desconocimiento parcial o total por parte de los agricultores a cerca del manejo del cultivo haciendo énfasis en la dosificación de fertilizantes pone en riesgo el abuso de estos insumos arriesgando su salud y la del ambiente.

## **Justificación**

En la cabecera cantonal de Chilla oscilan temperatura media anual de 8 – 12 °C por ello y gracias a sus características climatológicas podemos encontrar cultivos de tipo serrano como maíz, papa, cebaba, arveja, haba, melloco, oca, hortalizas, árboles maderables y principalmente pastizales.

Según (Caiminagua, 2014. pp. 46-50) manifiesta que el 63,64% y 28,79% de los suelos de Chilla presentan contenidos muy bajos y bajos respectivamente de nitrógeno; el 6,06% y 45,45% presentan contenidos muy bajos y bajos respectivamente de Fósforo; el 22,73% y 63,64% presentan contenidos muy bajos y bajos respectivamente de Potasio, lo cual pone en evidencia la baja aptitud de los suelos de Chilla para el establecimiento de brócoli haciéndose necesaria la aplicación de formulados inorgánicos como una alternativa que contribuya incrementar el rendimiento de brócoli y con ella elevar la rentabilidad del mismo para el productor.

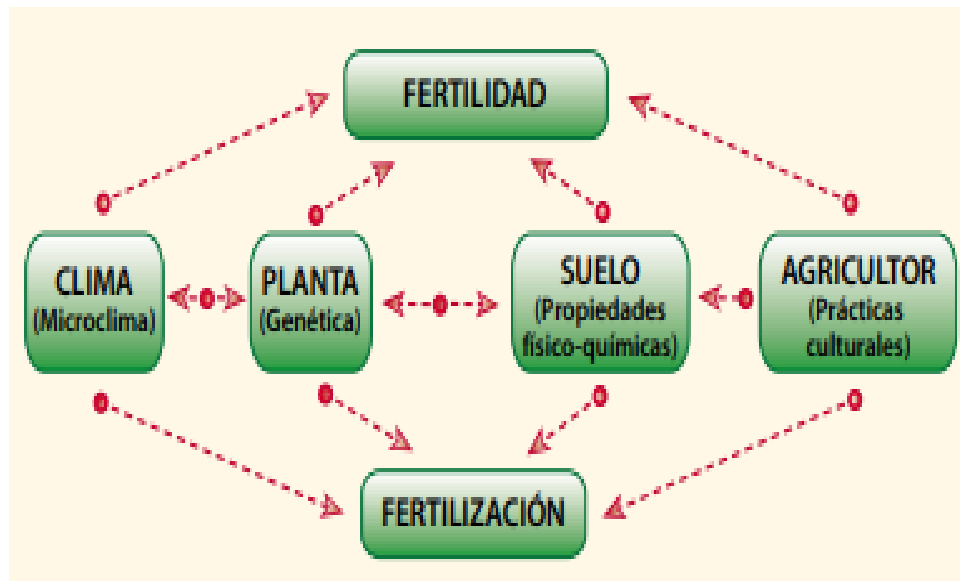
Con la finalidad de mejorar los rendimientos, se hace necesario el uso adecuado de fertilizantes inorgánicos para suplir los nutrientes que se encuentran en déficit en el suelo previo a la realización de análisis de suelos para conocer el estado nutricional y concorde a los resultados aplicar la dosis correcta de fertilizantes junto a un manejo responsable de plaguicidas para el manejo de plagas y arvenses.

Con en el presente proyecto de investigación se pretende aportar un formulado inorgánico nutricional apropiado que potencie el desarrollo del cultivo permitiendo la obtención de rendimientos aceptables que al momento de evaluar la plantación con fines económicos sea rentable para el bolsillo del agricultor fomentando la continuidad del cultivo de brócoli como una nueva alternativa de ingresos económicos sin perjudicar al ambiente.

## 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1. Fertilidad de suelos

La fertilidad del suelo se traduce como la capacidad de este que facilita el desarrollo de plantas sobre su superficie debido a la existencia de ciertos componentes químicos, biológicos y físicos (Arcos, 2013. p. 12).



**Figura 1-1.** Componentes de la fertilidad del suelo.

Fuente: (Fertiberia S.A., 2009. p. 23).

La fertilidad se encuentra representada de acuerdo con la cantidad de nutrientes minerales, aire y agua disponibles para las plantas que le permitan un adecuado crecimiento y conseguir la producción en abundancia de alimentos sanos para los habitantes de que viven sobre él. Una cosecha está en dependencia de la fertilidad existente en el suelo. Se cataloga como un suelo fértil a aquel suelo libre de organismos y microorganismo patógenos que cuya ausencia favorece la obtención de alimentos saludables. Según investigaciones científicas actualizadas, los suelos contaminados producen plantas enfermas. Una comparación aceptable es aquella en la cual las personas enfermas se hallan más expuestas ante patógenos naturales; todo lo contrario, en una planta sana cuyo crecimiento esta favorecido por una nutrición equilibrada acompañado de un suelo fértil incrementando sus posibilidades de resistir a enfermedades producto de ataques de hongos y bacterias para al final del ciclo fenológico producir una producción de calidad (Suquilanda, 2017. p. 61).

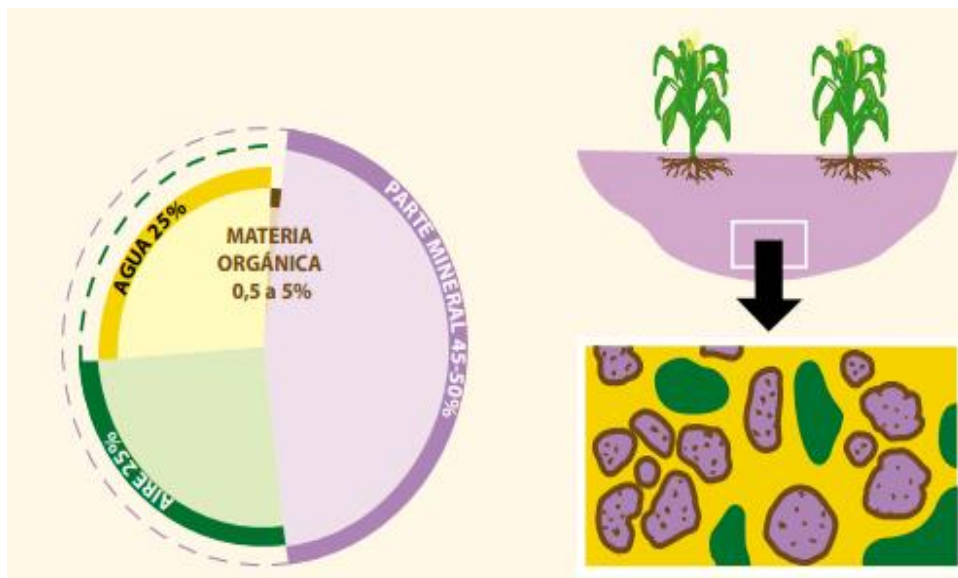
### 1.1.1. Calidad del suelo

La calidad es la capacidad en mantener la concordancia entre el ambiente con la utilización que se le da al suelo con la finalidad de conservar la productividad biológica, cuidar el ambiente evitando causar su alteración promoviendo el crecimiento de plantas, animales y del hombre de manera saludable. Entonces un suelo de calidad garantiza cultivos sanos y buenos rendimientos con productos saludables altos en contenidos nutricionales idóneos para la alimentación humana (Suquilanda, 1998. p. 55).

Además, la calidad se considera como dinámica sujeta a cambios a corto tiempo dependiendo del uso y de las prácticas de manejo a las cuales está sometido y que para su conservación se hace imprescindible la implementación de prácticas sustentables a lo largo del tiempo. (Arcos, 2013. p. 50).

### 1.1.2. Nutrientes en el suelo

Para un suelo optimo se sugiere estar constituido en las siguientes proporciones: entre el 0,5%-5% por materia orgánica, 25% agua, 25% aire y alrededor de 45%-50% por una parte mineral dentro de la cual se engloba los nutrientes. Esta composición ideal representa un suelo idóneo para el crecimiento de los cultivos (Suquilanda, 2017. p. 34).

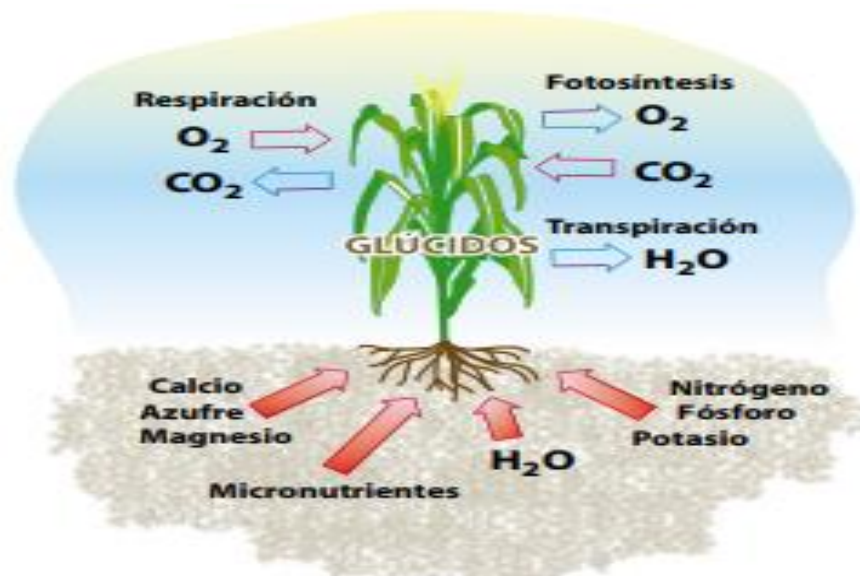


**Figura 2-1.** Composición ideal del suelo agrícola.

**Fuente:** (Fertiberia S.A., 2009. p. 26).

En nuestro planeta se han identificado alrededor de 92 elementos químicos pero tan solo 60 se encuentran en las plantas, como elementos o nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo normal intervienen solo 16 elementos, de los cuales 9 son catalogados bajo la denominación de macronutrientes por encontrarse en cantidades superiores al 0,05% en peso seco y corresponden al carbono, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre; los 7 restantes se hallan en valores menores al 0,05% en peso seco y son llamados como micronutrientes: hierro, boro, manganeso, cobre, molibdeno, cloro y zinc (Suquilanda, 2017. p. 34).

Estas sustancias denominadas como nutrientes son ciertos elementos químicos que son útiles en ciertas funciones concretas y esenciales para el funcionamiento de la planta. estos nutrientes son invisibles a simple vista pues algunos tienen forma gaseosa incolora o con apariencia de polvo disuelto en agua, muchos se encuentran pegados a las partículas del del suelo (León, 2011. p. 18).



**Figura 3-1.** Nutrientes en el suelo.

Fuente: (García, et al. 2009. p. 19)

### 1.1.2.1. Nitrógeno

El Nitrógeno es considerado como el motor de crecimiento de la planta pues participa durante multiplicación celular; además, es necesario en la formación de compuesto como aminoácidos, proteínas, enzimas. Su absorción se produce en formas de nitrato (NO<sup>3-</sup>) o de amonio (NH<sup>4+</sup>) (IFA, 2002. p. 8).

Su disponibilidad en el suelo es muy baja desde pequeñas cantidades hasta 0,5% en los superficialmente, a medida que aumenta la profundidad la concentración de nitrógeno disminuye contrario al alto consumo por parte de las plantas (León et al. 2011. p. 23).



Una escasa nutrición de nitrógeno se ve marcada por una vegetación débil con hojas pequeñas acompañada de clorosis. Además, el contenido proteico es bajo mientras que los de los azúcares es elevado debido al déficit en nitrógeno necesario como parte estructural de las proteínas dentro de las cadenas de carbono. Considerando la alta movilidad del nitrógeno en la planta y si el a esto se suma un deficiente aporte de este elemento produce hojas viejas con clorosis que rápidamente envejecen y caen. Frecuentemente, las plantas con deficiencia de nitrógeno muestran un desarrollo radicular bajo acompañado por una acelerada maduración y rendimientos mermados (Benimeli et al. 2019. p. 2).

Con altos aportes de nitrógeno sucede un abundado crecimiento vegetativo produciéndose hojas con tonalidades verde oscuro, un crecimiento longitudinal excesivo con tallos débiles lo cual ocasiona ruptura de tallos inclusive llegando al acame si se produce vientos o lluvias durante el ciclo de cultivo. Adicionalmente, las elevadas cantidades de nitrógeno en la planta pueden demorar la maduración, producen vulnerabilidad al ataque de hongos e insectos debido a la presencia de tejidos tiernos y verdes constantemente. Las grandes concentraciones de nitrógeno en las plantas pueden conllevar a la existencia de sabor no deseable en frutas y bajos niveles de azúcares y vitaminas en cultivos cuya parte cosechable es la raíz. En el suelo, puede conducir a una situación de degradación ambiental por la acumulación de aguas subterráneas y superficiales resultantes del lavado del exceso de nitrato provenientes de la una desmedida fertilización nitrogenada (Benimeli et al. 2019. p. 2).

La aplicación adecuada de la cantidad de fertilizante nitrogenado a suministrar a un cultivo debe evitar la sobredosis de fertilizantes para sortear el lavado. Esto se logra tomando en consideración el balance entre las necesidades del cultivo, el suministro que aporta el suelo y adecuada dosis de fertilización (Andreu et al. 2006. p. 185).

#### *1.1.2.2. Fósforo*

Este mineral en el suelo se encuentra casi exclusivamente como ortofosfatos. El fósforo que usualmente se encuentra en forma de sólido céreo, sin color, casi transparente, blando, con brillo propio en la oscuridad. Ocupa el doceavo lugar en abundancia en la corteza terrestre siendo muy importante tanto en plantas y animales pues alcanza valores entre 17-58% en la estructura de los ácidos nucleicos, adenosin trifosfato (ATP), coenzimas y fosfolípidos (León, 2011. p. 24).

El fósforo en forma orgánica debe ser mineralizada previo a ser absorbido y asimilado en forma aniónica como mono ortofosfato  $\text{HPO}_4$  y di ortofosfato  $\text{HPO}_4^{-2}$ ; este mineral es un factor limitante

en la producción además de ser poco móvil en el suelo. La disponibilidad de fósforo inorgánico está ligada muy estrechamente con el pH del suelo pues a valores superiores a 7 ó 9 sucede que los fosfatos tricálcicos no se encuentran disponibles, cuando el pH oscila entre 5,5-7 se logra una elevada disponibilidad de los fosfatos mono y dicálcicos mientras que con valores de pH inferiores a 5,5 los fosfatos de aluminio y hierro no están disponibles (León, 2011. p. 24).

Sintomatologías como el crecimiento lento y una baja relación de peso seco entre la parte aérea/raíz obedece a la deficiencia de fósforo. Síntomas más característicos de la carencia de este elemento se presentan en las hojas más maduras denotados a menudo por una coloración verde oscuro que pueden finalizar con la caída prematura de hojas mientras que en los tallos se presenta una coloración rojiza debido al incremento de la cantidad de antocianinas. De esta manera la deficiencia de este mineral lleva a lograr cosechas con bajos rendimientos tanto en calidad como en cantidad de los frutos (Mengel y Kirkby. 2000. p. 369).

Excesivos contenidos de fósforo pueden provocar la deficiencia de micronutrientes como manganeso y zinc. En el caso del zinc, causa una deficiencia en la parte aérea de la planta hasta causar la deficiencia de este mineral, interfiere en el desarrollo de micorrizas tipo vesículas arbusculares que posteriormente influyen negativamente en la absorción por las raíces del zinc (Fernández, 2007. p. 54).

### *1.1.2.3. Potasio*

En el suelo, el potasio se sitúa en diferentes silicatos que estructuran las rocas originadas del magma. Algunas formas iónicas libres en la solución del suelo están fijadas en arcillas. Este mineral es absorbido sin dificultad mediante difusión en grandes cantidades sin causar efectos nocivos en la planta. El potasio puede encontrarse en el suelo en diferentes formas: puede formar parte en la solución del suelo volviéndolo muy asimilable, también suele localizarse de manera interlaminar separando láminas de arcilla haciéndolo poco disponible, existe una pequeña porción mineral de potasio la cual no es utilizada por las plantas y finalmente se halla como producto de la lenta meteorización de rocas por el clima (García et al. 2009. p. 81).

El potasio presenta una coloración blanca, suave al tacto y con brillo plata. Es esencial dentro de la nutrición de los vegetales pues se requiere para la activación de las enzimas que posteriormente participan dentro del metabolismo. En cantidades mayores, neutraliza los aniones solubles y macromoleculares en el citoplasma con ello contribuye con el potencial osmótico celular (León et al. 2011. p. 24). Además, interviene en la fotosíntesis y favorece la translocación de los fotosintatos,

regula el cierre y apertura de los estomas, favorece la absorción de nitrógeno y participa en la síntesis de proteínas (León, 2011. p. 24).

La sintomatología por deficiencia de potasio no suele presentarse de forma inmediata pues al inicio solo se aparece como un crecimiento reducido y posterior se presenta como una clorosis que en ocasiones eventuales termina como necrosis. Dichos síntomas inician en hojas maduras. Además, las plantas con deficiencia de potasio denotan menor turgencia, muy susceptibles ante condiciones de estrés hídrico como sequias y vulnerables ante heladas agrícolas, ataques de agentes fúngicos y condiciones de elevada salinidad (Mengel y Kirkby. 2000. p. 391).

La aplicación de potasio en exceso puede ocasionar deficiencias de Calcio o Magnesio, puede presentarse una clorosis leve que inicia por el ápice o en la base de la hoja avanzando hacia los bordes a través del haz de la hoja lo cual sugiere deficiencia magnesio (Novoa et al. 2018. p. 302).

### ***1.1.3. Fertilización inorgánica***

Ninguna planta pueda desarrollarse únicamente con aire y agua pues es necesario la presencia de ciertos elementos químicos disueltos en la solución del suelo y absorbidos mediante el sistema radicular lo cual explica que dichos elementos sean categorizados como elementos esenciales para el desarrollo y crecimiento de la planta (Pérez, 2017. p. 5).

La fertilización inorgánica hace referencia a la nutrición vegetal mediante los elementos esenciales incorporados en compuestos cuyo origen es químico-sintético, de alta solubilidad en agua vía osmosis forzosa. La fertilización inorgánica se realiza con la incorporación directa al suelo de compuestos químicos, vía foliar sobre las plantas una vez disueltos dichos compuestos en la solución nutritiva o a través de fertirriego aumentando su eficiencia. Una vez presentes en el suelo estos compuestos se disuelven en la solución del suelo siendo retenidos por materia orgánica y arcilla, pero también estos compuestos pueden filtrarse a capas más profundas del suelo pudiendo llegar a ponerse en contacto con aguas subterráneas (Suquilanda, 2017. p. 64).

Estos compuestos químico-sintéticos portadores de los elementos esenciales son denominados como fertilizantes cuya principal función es la de aportar los nutrientes que en el suelo se encuentran deficitarios propiciando un mejor desarrollo y crecimiento de la planta y consigo mayores rendimientos (IFA, 2002. p. 3).

#### 1.1.4. Fuentes comerciales de fertilización


Ya detectada y determinada la deficiencia nutricional de algún elemento se puede complementar dicha carencia mediante la aplicación de fertilizantes que genéricamente son llamados “fuentes” ya que son los compuestos que dentro de su composición llevan el elemento mineral ausente o presente en cantidades pequeñas en el suelo que limita el crecimiento y desarrollo del cultivo (Rodríguez, 2016. p. 29).

##### 1.1.4.1. Nitrato de amonio ( $NH_4NO_3$ )

Conocido también bajo el nombre de salitre amónico. Posee concentración de entre 33.5 - 34.6 % de nitrógeno como nitrato y amonio. Su obtención se da mediante un proceso de neutralización en el cual interviene el ácido nítrico al 56 - 60 % combinado con amoníaco gaseoso (Arcos, 2013. p. 77).

Este compuesto es un fertilizante muy conocido, es fuente de nitrógeno como nitrato y amonio en concentraciones iguales. Como nitrato se destaca por su facilidad para moverse en solución con el agua del suelo en dirección de las raíces quedando disponible para la absorción por la planta mientras que como amonio puede ser absorbida por la raíz o puede ser transformada en forma de nitrato por el microbiota del suelo. El nitrato de amonio es preferido por muchos agricultores por proveer nitratos que una vez en solución del suelo están disponibles inmediatamente para la absorción especialmente en cultivos hortícolas, por su bajo riesgo a pérdidas causadas por volatilización es aplicado superficialmente en pastos (Instituto Vegetal Internacional de Nutrición, 2013. p. 22).

Propiedades químicas	
Fórmula química:	$NH_4NO_3$
Contenido de N:	33 a 34%
Solubilidad en agua (20 °C):	1900 g/L



**Figura 4-1.** Fertilizante – Nitrato de amonio

Fuente: (Instituto Vegetal Internacional de Nutrición, 2013 p. 22)

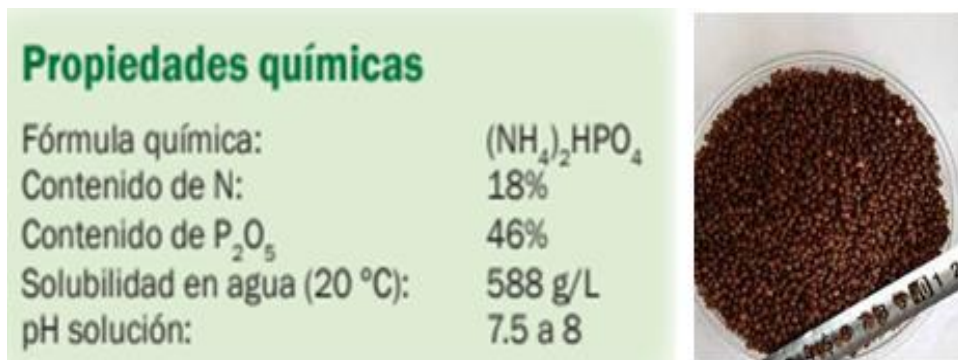
A menudo es combinado con otros fertilizantes con la desventaja de su poca duración de almacenamiento causado por la alta tendencia a la absorción de humedad proveniente del aire, para contrarrestar esto se añade sustancias como harina fina de fosforita o de huesos, yeso,

caolinita que protegen al salitre amónico absorbiendo el exceso de humedad confiriéndole al nitrato de amonio una coloración algo amarilla (Arcos, 2013. p. 77). Posee una elevada solubilidad que lo vuelve idóneo en la preparación de soluciones nutritivas destinadas para fertirriego y aspersiones foliares (Instituto Vegetal Internacional de Nutrición, 2013. p. 22).

Industrialmente, se produce nitrato de amonio en forma de gránulos con diámetro de entre 1 a 3 mm. Bajo esta presentación granulada este fertilizante presenta propiedades físicas superiores que la presentación cristalina de este mismo fertilizante (Arcos, 2013. p. 77).

#### 1.1.4.2. Fosfato diamónico ( $(NH_4)_2HPO_4$ )

El fosfato diamónico apareció en el año 1960 y rápidamente se posicionó como el más utilizado entre los fertilizantes que aportan fósforo. Formulado a base de una reacción vigilada de ácido fosfórico más amoníaco, en la cual la mezcla se enfría, se granula, y finalmente es tamizada. Posee buenas características de almacenamiento y manejo. Su grado estándar es de 18-46-0 y ningún otro compuesto que difiera de este grado puede ser catalogado como fosfato diamónico (Instituto Vegetal Internacional de Nutrición, 2013. p. 17).



**Figura 5-1.** Fertilizante – Fosfato di amónico

**Fuente:** (Instituto Vegetal Internacional de Nutrición, 2013. p. 17)

Es un fertilizante con buenas características físicas que aporta una gran cantidad de fósforo y en menor grado nitrógeno. Una vez en el suelo se disuelve muy rápido liberando fosfato y amonio para ser absorbidos por las raíces de las plantas. Genera una reacción alcalina alrededor de la zona de aplicación de los gránulos de este fertilizante (Instituto Vegetal Internacional de Nutrición, 2013. p. 17).

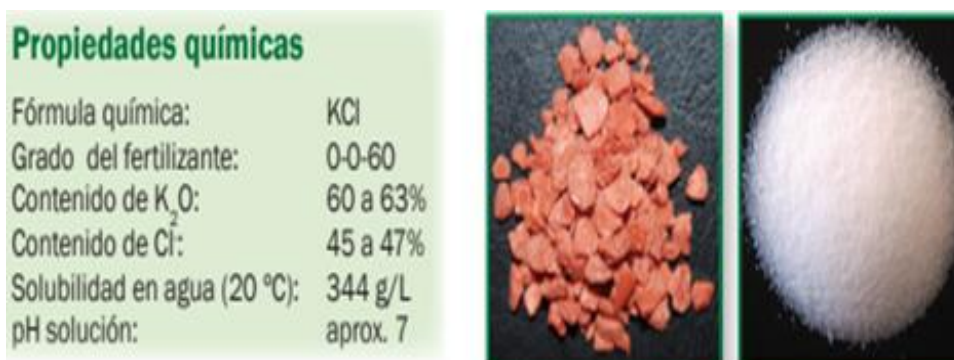
Está compuesto entre el 18 - 21 % por nitrógeno en forma de amonio y 46 - 54 % por fósforo expresado como pentóxido de fósforo. Comercialmente, su presentación es granulada, no es higroscópico y neutro fisiológicamente, es utilizado en combinación con fertilizantes potásicos en la formulación de mezclas físicas (Arcos, 2013. p. 94).

### 1.1.4.3. Cloruro de Potasio (KCl)

Entre el 80 - 90% de la producción industrial de fertilizantes corresponde al cloruro de potasio, posee alrededor del 53.7 - 60 % de  $K_2O$  y aproximadamente 47 % de cloro, con humedad menor al 1 % (Arcos, 2013 p. 103). También conocido como muriato de potasio (muriato: termino antigua utilizado para señalar sales que contienen cloruro), su tonalidad tradicional es rojo la cual procede del óxido de hierro presente en cantidades menores pero también puede adquirir una tonalidad blanca sin haber agrónomicamente alguna diferencia, en su presentación comercial contiene el 60% de óxido de potasio ( $K_2O$ ) y es utilizado para suplir la deficiencia de potasio (K) en los cultivos en los cuales el suelo no puede satisfacer la demanda nutricional de este elemento (Instituto Vegetal Internacional de Nutrición, 2013. p. 3).

Participa activamente en el proceso de multiplicación celular, regula el contenido de agua dentro de la planta y con ello interviene en su crecimiento y desarrollo, participa activamente en el cuajado de frutos interviniendo en el metabolismo de carbohidratos favoreciendo la producción de azúcares (Unidad Nacional de Almacenamiento EP, 2017. p. 1).

Comúnmente es esparcido sobre el suelo antes de las labores cultura para la siembra, pero también se aplica en bandas alrededor de la semilla. El cloruro de potasio al ponerse en contacto con la humedad del suelo se disuelve muy rápido liberando el  $K^+$  que será retenido por la materia orgánica del suelo y las arcillas con carga negativa mientras que  $Cl^-$  se desplazará rápidamente junto al agua del suelo (Instituto Vegetal Internacional de Nutrición, 2013. p. 3).



**Figura 6-1.** Fertilizante – Cloruro de Potasio

**Fuente:** (Instituto Vegetal Internacional de Nutrición, 2013. p. 3)

## **1.2. Cultivo de brócoli**

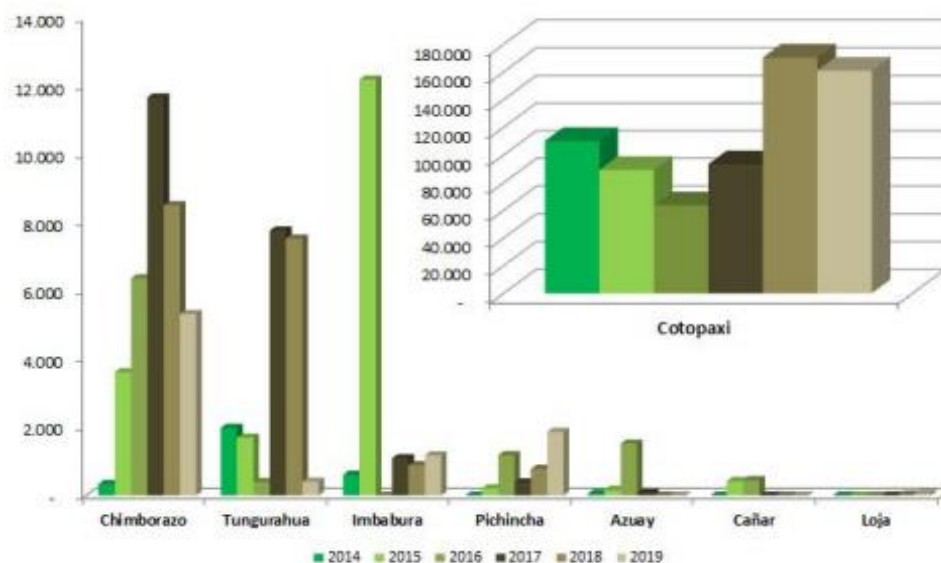
El brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Avenger) se enmara dentro de un selecto conjunto de vegetales importantes como el repollo, coliflor, rábano, nabo, entre otros. Se cosecha y consume la pella que es la inflorescencia del brócoli la cual tiene que ser uniforme en color, en forma de domo compacto para poder ser comercializada (Theodoracopoulos et al. 2008. p. 2).

### ***1.2.1. Situación del brócoli en el Ecuador***

En nuestro país, el brócoli tiene un doble efecto: 1) la oportunidad de cultivarlo por todos los agricultores que intervienen en el proceso de expansión de esta hortaliza y 2) asombrados observan dicho fenómeno como se produce aceleradamente proceso que nunca antes se había visto dado en la sierra ecuatoriana con todos los impactos sean positivos y negativos que esto implica. En la Sierra ecuatoriana se produce el 99 % de brócoli destacándose las provincias de Imbabura, Pichincha y Cotopaxi que constituyen alrededor del 95 % de la producción nacional con rendimientos que bordean las 23,5 toneladas por hectárea (Le Gall, 2009. p. 265).

La producción de brócoli trae beneficios principalmente a poblaciones indígenas en Cotopaxi y más de 3300 familias que participan en la cadena productiva de este cultivo. Es así como las exportaciones constituyen una importante fuente de ingreso de divisas para nuestro país. Para finales del 2018, alrededor de USD 119 millones ingresaron por concepto de exportación de esta hortaliza (Orozo, M. 2019. p. 1).

El cultivo de brócoli es transitorio, para el año 2017 hasta el 2019 se sembró un promedio de 9000 hectáreas con un 99.8% de cosecha. El ciclo del cultivo fluctúa entre los 90-100 días. En el 2019 la producción total a nivel nacional sufrió un decrecimiento del 10%, situación atípica pues en anteriores años había aumentado más del 55%. En cuanto a ventas, en el año 2019 se vendió 5676 toneladas métricas menos que el año 2018. A partir del 2015, el rendimiento de las cosechas de brócoli va a la baja -0,02% anual (Sánchez et al. 2020. p. 2).



**Figura 7-1.** Rendimiento por provincias de brócoli en Ecuador

Fuente: (Sánchez et al. 2020. p. 2)

Cotopaxi aporta aproximadamente 90% de brócoli producido en el país, el 4,7% proviene de Chimborazo y el 2,6% Tungurahua, luego se suman las provincias de Azuay, Pichincha Loja. En el año 2015 la provincia de Cañar inicio la producción de brócoli durante un año finalizando en el 2016 mientras que más al sur en la provincia de Loja inicio su producción en 2018 logrando obtener 28.09 toneladas métricas que para el 2019 aumento a 61.95 toneladas métricas (Sánchez et al. 2020. p. 3).

### 1.2.2. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del brócoli es la siguiente:

**Reino:** Vegetal; **Sub-reino:** Fanerógamas; **División:** Spermatophita; **Clase:** Dicotiledóneas; **Sub-clase:** Archiclamydeas; **Orden:** Rhoeadales; **Familia:** *Brassicaceae*; **Género:** *Brassica*; **Especie:** *oleracea*. (MR Broko, 2014. p. 1)

### 1.2.3. Requerimientos agroecológicos, edáficos y nutricionales

#### 1.2.3.1. Suelo

Demanda de suelos francos que gocen de buen drenaje debido a que su sistema radicular es sensible al exceso de agua. El pH óptimo debe fluctuar entre 5.5 - 6.5, en caso de necesitar regular el pH se recomienda la aplicación de enmiendas como el encalado (Theodoracopoulos et al. 2008. p. 4).



La profundidad media necesaria para el cultivo de brócoli debe ser por lo menos 60cm. Requiere suelos de mediana profundidad, con por lo menos 60 cm de espesor. Puede soportar una conductividad eléctrica de 2.8 dS<sup>m-1</sup> sin producirse ninguna afectación al rendimiento; con valores de 3.9, 5.5, 8.2 y 14 dS<sup>m-1</sup> causa disminución de rendimientos en 10, 25, 50 y 100% respectivamente (Ruíz et al. 2020. p. 74).

### 1.2.3.2. Temperatura

Para el desarrollo la temperatura mínima es de 6°C, la temperatura optima es de 20°C y la temperatura máxima se sitúa en 30°C. La temperatura de congelación se sitúa en los -10°C mientras que la temperatura de crecimiento nulo oscila entre 3-5°C (Ruíz et al. 2020. p. 75).

### 1.2.3.3 Precipitación

Por lo general se desarrolla bajo riego manteniendo el 50% de la capacidad de campo según la textura del suelo. Se necesita entre 800 - 1200 mm de agua durante su ciclo. El coeficiente de cultivo para la etapa inicial es de 0.7, para la etapa intermedia es de 1.05 y finalmente en la etapa final es de 0.95 (Ruíz et al. 2020. p. 75)

Además de los requerimientos ya mencionados, es necesario algunos otros que se detallan a continuación:

**Tabla 1-1:** Requerimientos edafoclimáticos del brócoli

Aspectos Climáticos	
Sensibilidad a las heladas	Moderadamente tolerante
Etapas o partes más sensibles a las heladas	Temperaturas bajas en primera fase inducen a la floración
Temperatura crítica o de daño por heladas	< 3°C
Temperatura base o mínima de crecimiento	4.5°C
Rango de temperatura óptima de crecimiento	Primera fase (70 días después del trasplante): 20 - 25°C y en Segunda fase (hasta cosecha): 10 - 18°C
Límite máximo de temperatura de crecimiento	30°C
Temperatura mínima, óptima y máxima de germinación	4,5°C; 29,4°C; 35°C

Aspectos del suelo		
Profundidad de suelo	Rango óptimo	0,8 m
	Valor mínimo	0,6 m
Acidez (pH)	Mínimo tolerado	5,8
	óptimo	6,6 - 7,5
Salinidad	Valor tolerado de conductividad eléctrica	2,7 dS/m
	Valor crítico de conductividad eléctrica	5,5 dS/m
Textura	Fina	Limitación leve
	Franca	Sin límite, pero con alto contenido de materia orgánica
Drenaje	Bueno, Sin nivel freático	Sin límite
	Imperfecto, Nivel Freático a 110 cm	Limitación leve
Pedregosidad	No pedregoso < 15% piedras	Limitación leve
Pendiente	Suave, 2 - 6 %	Limitación leve
	Inclinada, 6 - 10%	Limitación severa

Fuente: (Centro de Información de Recursos Naturales, 2017. p. 1)

#### 1.2.4. Fenología

##### 1.2.4.1. Vegetativo inicial (VI)

Durante esta etapa se dan los procesos de producción de biomasa foliar caracterizados por la formación de gran número de hojas, altos índices fotosintéticos y respiración celular. Fisiológicamente, de la consolidación de esta etapa depende que la planta continúe su desarrollo y crecimiento sin presencia de producto o metabolismo carencial (Orellana et al. 2008. p. 2).

##### 1.2.4.2. Vegetativo medio (VM):

En esta etapa se producen procesos de formación de biomasa más cualitativos que cuantitativos. La biomasa foliar posee proyecciones inductivas destinadas a la formación de bases florales y la

formación de los primeros primordios foliares. Los fotosintatos producto de la fotosíntesis participan en la consolidación y formación de la pella (Orellana et al. 2008. p. 2).

#### *1.2.4.3. Inducción floral (IF):*

Durante esta etapa se consolida la aparición de la pella, se inicia con la abundante formación de yemas apicales en puntos de crecimiento de dominancia apical como dominancia lateral. Además, los fotosintatos se dirigen en su totalidad hacia los primordios florales (Orellana et al. 2008. p. 2).

### **1.2.5. Manejo del cultivo**

#### *1.2.5.1. Preparación del suelo*

Para la realización de esta actividad se debe considerar el grado de compactación del suelo y con ello decidir si es necesario emplear el subsolador. La adecuada preparación del suelo proporciona la base para un buen desarrollo radícula que respalda la productividad del cultivo. Se usa el arado con una profundidad que oscila entre 20-30cm finalmente el número de pases de rastra varía de acuerdo con el tipo de suelo (Theodoracopoulos et al. 2008. p. 6).

#### *1.2.5.2. Distancia de siembra*

Es muy variada el número de brócoli planta que puede ser cultivada en una hectárea: oscila entre 30000 hasta 80000 dependiendo de las condiciones climáticas que predominen en la zona además del mercado al cual está destinada la producción. Es así como para 80000 plantas por hectárea se diseña surcos cada metro utilizando el sistema de doble hilera con separación de 22 centímetros entre plantas mientras que en hilera sencilla se respeta una distancia de 33 centímetros para cultivar 30000 plantas por hectárea (Martínez y Santoyo. 2011. p. 9).

Se recomienda el trasplante en forma triangular para plantaciones de altas densidades con la finalidad de aprovechar el espacio favoreciendo la circulación del aire propiciando la baja aparición de enfermedades (Martínez y Santoyo. 2011. p. 9).

#### *1.2.5.3. Trasplante*

Una vez que las plantas posean entre 15 - 20 cm de altura y de 6 a 8 hojas verdaderas se encuentran

listas para el trasplante, esto suele ocurrir aproximadamente 35 días después de la germinación de las semillas. Previo al trasplante es necesario la desinfección de las plántulas mediante la inmersión de la raíz en soluciones que contengan insecticidas y fungicidas (Martínez y Santoyo. 2011. p. 14).

#### 1.2.5.4. Fertilización

Previo a cualquier actividad de fertilización es necesario conocer el contenido nutricional del suelo mediante un análisis de suelos. Se estima que para obtener 36,000 lbs/Ha se requieren:

**Tabla 2-1:** Requerimientos nutricionales del brócoli

<b>N</b> (kg/ha)	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> (kg/ha)	<b>K<sub>2</sub>O</b> (kg/ha)	<b>Ca</b> (kg/ha)	<b>Mg</b> (kg/ha)	<b>B</b> (kg/ha)
145	57	225	80	29	0.61

Fuente: (Theodoracopoulos et al. 2008. p. 13)

#### 1.2.5.5. Deshierba

Las malezas pueden causar competencia con el cultivo por recursos como nutrientes y agua durante el desarrollo temprano de la planta. El inadecuado manejo de malas hiervas ocasiona un deficiente crecimiento que al final del ciclo productivo tendrá repercusiones en el rendimiento esperado. Dicho control se realiza de manera manual y mecánica mediante el aporque (Martínez y Santoyo. 2011. p. 17).

#### 1.2.5.6. Riego

A medida que se desarrolla el cultivo la demanda de agua es mayor presentando el máximo requerimiento durante la etapa de formación de las pellas. Se estima el gasto total de agua a través de riego por gravedad oscila entre 3500 - 4000 m<sup>3</sup> /ha. Durante los primeros días, la frecuencia de riego es corta con láminas ligeras para luego optar por una frecuencia larga con láminas pesadas. Ya en la práctica, se recomienda riegos cada 5 – 12 días (Toledo, 2003. p. 29).

El riego es recomendado realizarlo con una frecuencia 2 veces por semana. En la primera semana posterior al trasplante se aplicará riego durante 3 horas, para la segunda semana y tercera semana la duración decrece a 2 horas, desde la cuarta semana el riego se lo realizará con el único fin de refrescar a las plantas con una duración de 400 – 60 minutos (Martínez y Santoyo. 2011. p. 14).

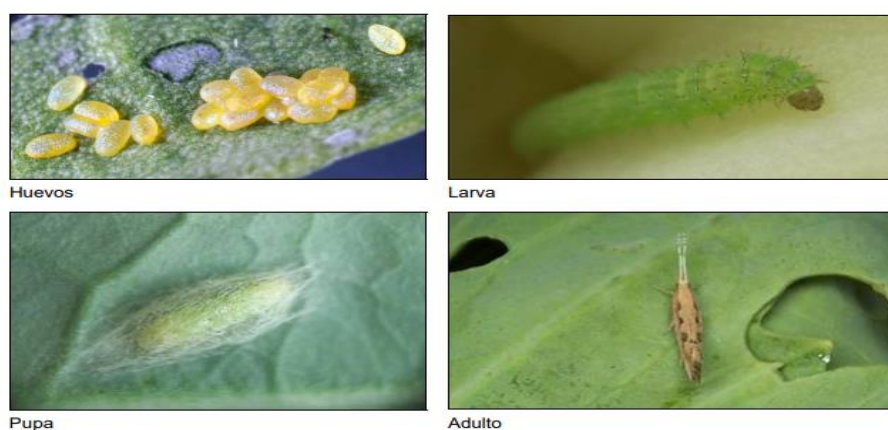
Se recomienda mantener el suelo con constante humedad preferible a capacidad de campo o hasta un 30% de consumo. Se debe evitar las fluctuaciones de agua pues pueden causar daños a raíces afectando el rendimiento esperado (Theodoracopoulos et al. 2008. p. 12).

### **1.2.6. Principales plagas y enfermedades**

#### **1.2.6.1. Plagas**

##### **1.2.6.1.1. Palomilla o Plutella (*Plutella xylostella*)**

Es un pequeño lepidóptero con envergadura alar en estado de adulto de 15 mm. Posee la cabeza de un tono rojizo. Cuando se encuentra en reposo se puede diferenciar sus antenas las cuales apuntan hacia adelante. En su dorso muestra una banda longitudinal blanca. Presenta alas anteriores estrechas, de una coloración amarillo pálido con bordes redondeados con flecos que sobresalen a diferencia de las alas posteriores que son puntiagudas, cortas y con abundantes flecos. El resultado de la oviposición de las hembras adultas es hasta 100 huevos con forma oval algo alargados con medidas de 0,5-0,25 mm que en la parte basal son anchos de tonalidad amarilla pálida. Las larvas son de alrededor de 15 mm con manchas negras situadas en el protórax, un cuerpo de forma cilíndrica verdoso muy ágil y cabeza de coloración pardo-negruzca. El estadio de pupa dura aproximadamente 8 días, mide 8 mm de longitud con una tonalidad amarilla o verde clara que posteriormente se oscurece. Las larvas recién nacidas crean galerías en las hojas durante la primera semana, luego salen, mudan y se alimentan del parénquima foliar evadiendo la epidermis del haz y las nerviaciones (AGROintegra, 2017. pp. 3-4)



**Figura 8-1.** Ciclo de vida de *Plutella xylostella*

**Fuente:** (Theodoracopoulos et al. 2008. p. 17)

La larva es considerada como una plaga masticadora que ataca a las hojas de brócoli que puede ocasionar grandes pérdidas si no es controlada oportunamente. Se recomienda evitar rastrojos de

cultivos de brócoli anteriores pues esto permite la reproducción de los adultos (Theodoropoulos et al. 2008. p. 17).

Para el control químico se pueden utilizar insecticidas a base de Novaluron, Spinosad, Chlorantraniliprole o Rynaxypyr, Azadirachtin, *Bacillus thuringiensis* var *Aizawai*, *Bacillus thuringiensis* var *Kurstaki*, Tebufenozide, Carbaryl, Heterorhabditis bacteriophora, Indoxacarb, Malathion, Methoxyfenozide, Spinetoram (Lardizabal et al. 2013. p. 45).

#### 1.2.6.1.2. Cutzo (*Barotheus castaneus*)

Se denomina comúnmente como “Cutzo” a una larva de cuerpo cilíndrico, curvado en forma de “C” y muy sensible a la exposición de los rayos solares. Los adultos poseen patas adecuadas para excavar galerías profundas donde ovipositan sus huevos de los cuales emergen larvas que inicialmente se alimentan de la cascara del huevo y luego de las raíces de las plantas.

Como biocontrolador se puede realizar aplicaciones con cepas de *Beauveria sp.* aunque la preparación del suelo con anticipación de dos a tres meses conjuntamente con la eliminación de malezas y terrones son formas efectivas de prevención, pero cuando el cultivo se encuentra bajo ataque el aporque ayuda a disminuir el daño (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador, 2001. pp. 31-32).



**Figura 9-1.** Larvas de *Barotheus castaneus*

**Fuente:** (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador, 2001. p. 54)

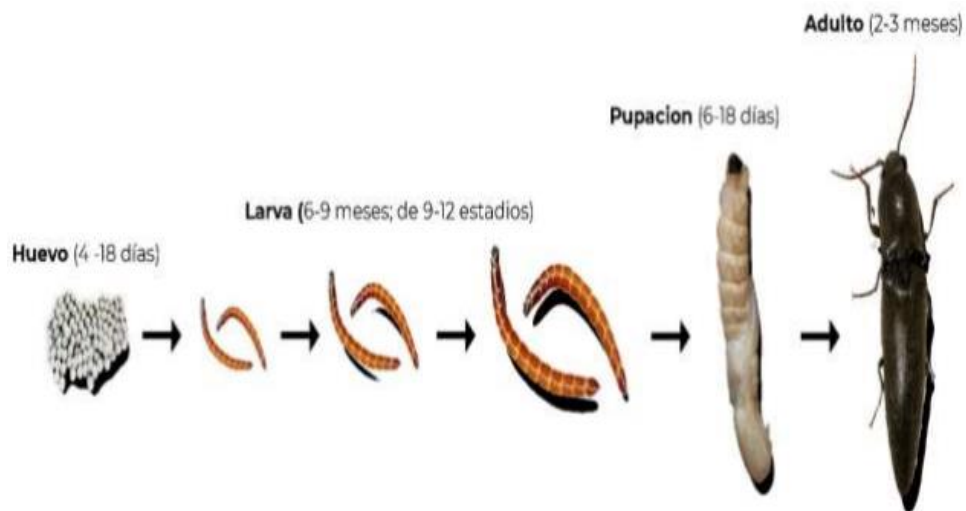
Se encuentra diseminada en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo y Pichincha pudiendo causar daños hasta el 40% afectando el rendimiento esperado (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador, 2001. p. 32).

Para el control químico se puede utilizar productos que contengan cepas de *Beauveria bassiana*,

*Metarhizium anisopliae*, *Heterorhabditis bacteriophora* e ingredientes activos como Imidacloprid, Chlorantraniliprole o Rynaxypyr (Lardizabal et al. 2013. p. 46).

#### 1.2.6.1.3. Gusano de alambre (*Agriotes sp.*).

Luego del invierno, las hembras adultas salen a la superficie donde se aparean. Terrenos húmedos, frescos y profundos son escogidos para depositar en hilera de 10 – 15 alrededor de 75 – 100 huevos. Pasado un mes, emergen larvas neonatas con una cutícula fina por lo cual son muy sensibles al calor, frío y la sequía; posteriormente se forma quitina que los protege para por 4 – 5 años permanecer como larvas descendiendo hasta 80 cm de profundidad para tolerar las inclemencias climáticas extremas. Finalmente, se produce la etapa de pupa la cual dura alrededor de 4 semanas para desarrollarse un adulto el cual surge un adulto para repetir el ciclo (Centro de Experiencias de Paiporta, 2016. p. 1)



**Figura 10-5.** Ciclo de vida de *Agriotes sp.*

**Fuente:** (DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL et al. 2020. p. 3)

Los adultos no causan daños si no las larvas que agujeran las raíces de tubérculos y devora las raíces de plantas pequeñas, posee un cuerpo es segmentado y cilíndrico, de color blanco al nacer con longitud menor a 2 mm, luego de muchas mudas adquieren una coloración brillante pálida alcanzando los 22 mm de largo y 2.2 mm de grosor, al culmino de su desarrollo pueden llegar a medir 40 mm, con cuerpo liso, brillante duras al tacto pero flexibles, se mueven lentamente y desarrollan un tono café brillante o amarillo (DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL et al. 2020. p. 3).

### 1.2.6.2. Enfermedades

#### 1.2.6.2.1. Pudrición de la pella (*Botrytis cynerea*)

La sintomatología empieza con la aparición de puntos pequeños de necrosis color marrón, blandos y húmedos que rápidamente se desarrollan cubriendo con exuberante vello grisáceo que es el síntoma característico del ataque de este patógeno. El daño por heridas resultante de labores culturales favorece a la colonización de este hongo (AGROintegra, 2017. p. 14).



**Figura 11-5.** Pella afectada por *Botrytis cynerea*

**Fuente:** (AGROintegra, 2017. p. 15)

Suele presentarse en las pellas del brócoli en forma de una mancha algo café claro que luego se oscurece. Las quemaduras causadas por la acción de los rayos solares sobre el agua acumulada en las pellas pueden propiciar la infestación y desarrollo de este hongo y otros patógenos oportunistas asociados (Morales, 1995. p. 15).

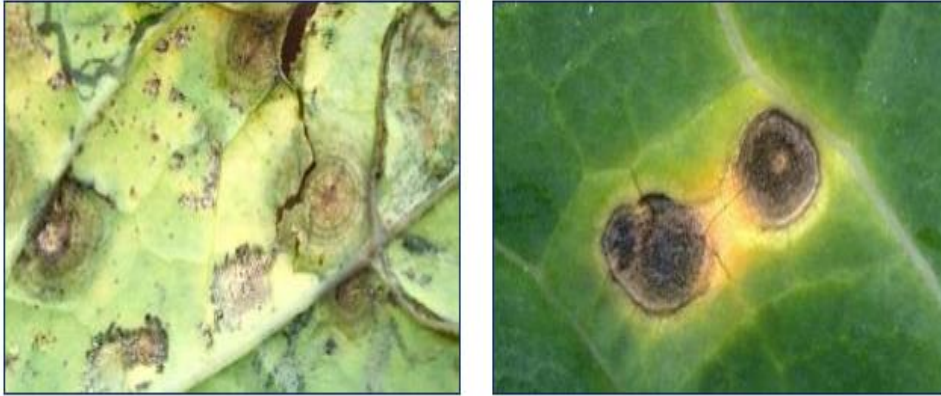
Se puede utilizar productos formulados a base de Iprodione, Azoxystrobin, Propiconazole. Mancozeb Azufre, Chlorothalonil y diferentes cepas de *Trichoderma sp* y *Bacillus subtilis* (Lardizabal et al. 2013. p. 71).

#### 1.2.6.2.2. Mancha negra. (*Alternaria brassicae*)

Es un patógeno fúngico oportunista frecuente en el cultivo de brócoli que se aprovecha del estrés de la planta ocasionada por un déficit nutricional o por mal manejo del riego y drenaje. Provoca



manchas circulares necróticas delimitadas por un aro amarillento en las cuales puede agujerarse la hoja en condiciones de elevada humedad. (Theodoracopoulos et al. 2008. p. 24).



**Figura 12-5.** Pella afectada por *Alternaria brassicae*

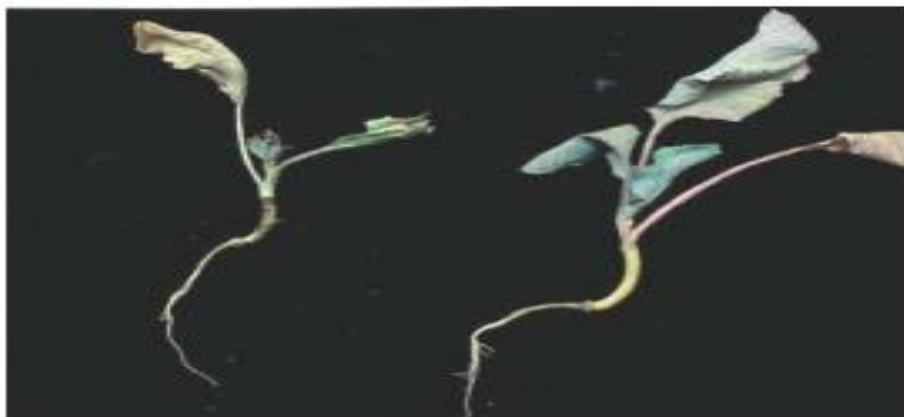
**Fuente:** (Theodoracopoulos et al. 2008. p. 24)

Generalmente el daño es causado en afectando la productividad de la planta no obstante cuando el ataque se sitúa en la pella afecta considerablemente la calidad comercial que exige el consumidor (AGROintegra, 2017. p. 18).

Para el control químico se recomienda usar productos a base de Mancozeb, Cobres, Iprodione y cepas de *Bacillus subtilis* (Lardizabal et al. 2013. p. 43).

#### 1.2.6.2.3. Pudrición de la base del tallo (*Rhizoctonia sp.*)

Existen hongos que afectan a la planta desde el semillero o recién trasplantadas ocasionando pudrición de raíz que luego se extiende al tallo desencadenando la muerte de la planta, dichos hongos corresponden a especies encabezadas por el género *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Pythium* y *Verticillium* (Morales, 1995. p. 6) .



**Figura 13-5.** Pella afectada por mal de talluelo

**Fuente:** (Theodoracopoulos et al. 2008. p. 23)

En la etapa de formación de la pella, el hongo penetra a través de la base del tallo ascendiendo rápidamente por la parte central pudiendo destruirla en pocos días, la excesiva humedad contribuye a incrementar la posibilidad de daños haciéndose necesario el correcto manejo del riego y drenaje dentro del cultivo. El tratamiento con *Trichoderma* ha mostrado excelentes resultados al colonizar la parte radicular evitando que agentes patógenos fúngicos provoquen daños y protegiendo parte del tallo que se encuentra en contacto directo con el suelo (Theodoracopoulos et al. 2008. p. 23).

### 1.2.7. Cosecha

Entre 90 – 115 días después del trasplante cuando la pella se encuentra bien formada y compacta es el momento idóneo para la cosecha. Se suele cortar el tallo dejando hasta 10 centímetros de tallo evitando golpes al momento de la cosecha y posterior transporte (Martínez y Santoyo. 2011. p. 17).

### 1.2.8. Comercialización

A nivel de mercados mundiales, el brócoli es una de las hortalizas con mayor cotización. En Sudamérica, Ecuador es el principal exportador de este vegetal con destinos como Estados Unidos, Japón, la Unión Europea, Guatemala y Canadá. Un cartón de 20 libras de brócoli en Estados Unidos tiene un valor de alrededor de 19,06 dólares mientras que en los mercados locales el precio varía entre 0.25 – 0.29 centavos por kilogramo. Mas del 90% de brócoli producido en suelo ecuatoriano es destinado a la exportación (Sánchez et al. 2020. p. 4).

**Tabla 3-5:** Precios de venta promedio de mercados mayoristas de brócoli en Ecuador de acuerdo con la provincia USD/Kg

Provincia	Año							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Santa Elena								\$ 0,59
Guayas	\$ 0,43	\$ 0,45	\$ 0,44	\$ 0,51	\$ 0,41	\$ 0,43	\$ 0,44	\$ 0,58
Imbabura					\$ 0,55	\$ 0,54	\$ 0,51	\$ 0,52
Tungurahua					\$ 0,54	\$ 0,54	\$ 0,52	\$ 0,52
Azuay	\$ 0,34	\$ 0,38	\$ 0,36	\$ 0,43	\$ 0,45	\$ 0,44	\$ 0,42	\$ 0,51
Pichincha	\$ 0,56	\$ 0,55	\$ 0,57	\$ 0,57	\$ 0,53	\$ 0,50	\$ 0,48	\$ 0,50
Chimborazo					\$ 0,29	\$ 0,37	\$ 0,34	\$ 0,43
Bolivar								\$ 0,34
Cotopaxi								
Santo Domingo De Los Tsáchilas								
<b>Precio de mayorista - intermediario</b>	\$ 0,45	\$ 0,46	\$ 0,46	\$ 0,50	\$ 0,46	\$ 0,47	\$ 0,45	\$ 0,51
<b>Precio de productor</b>	\$ 0,25	\$ 0,26	\$ 0,25	\$ 0,26	\$ 0,26	\$ 0,27	\$ 0,27	\$ 0,28
<b>Diferencia</b>	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,24	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,18	\$ 0,23
<b>% entre productor y mayorista</b>	44%	44%	45%	48%	43%	43%	39%	45%

Fuente: (Sánchez et al. 2020. p. 4)

Cada mercado tiene sus especificaciones, es así como en mercados internacional recibe pellas con peso máximo de 360 gramos en sistemas de enfriamiento especializados, a diferencia de los mercados locales que aceptan pellas de hasta 1000 gramos (Chamorro, 2018. p. 38)

### **1.2.9. Residuos de cosecha como abono verde**

Los residuos de cosechas se pueden utilizar como abono mediante su incorporación para siguientes campañas productivas. Los residuos de cereales son pobres en nitrógeno, pero son muy eficientes en la protección de suelos e incrementos del humus mejorando las características físicas y químicas del suelo y con ello favoreciendo su fertilidad natural (Sánchez, 2013. p. 1). Se presenta la cantidad de macronutrientes presentes en los residuos de cosecha de brócoli, las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio se presenta en forma de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O respectivamente.

**Tabla 4-5:** Macronutrientes presentes en residuos de cosecha

<b>Elemento presente en residuos de cosecha (kg/ha)</b>		
<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>
150 - 230	50-70	250-290

Fuente: (Ramos et al. 2011. pp. 184-185)

## 2. MARCO METODOLÓGICO

### 2.1. Características del lugar

#### 2.1.1. Localización

##### 2.1.1.1. Macro localización

La presente investigación se desarrolló en la provincia de El Oro, cantón Chilla ubicado a 76 km de la capital de la provincia (Machala) y a 3 horas aproximadamente en bus por vía asfaltada.



**Figura 1-2.** Macro localización del Cantón Chilla en la provincia de El Oro

**Fuente:** (INEC, 2010. p.33)

##### 2.1.1.2. Micro localización

Específicamente, la investigación se llevó a cabo en el sector Shigüil a 20 minutos aproximadamente de la cabecera cantonal por vía de acceso de tercer orden. A continuación, se georreferencia la ubicación:



**Figura 2-2.** Micro localización del sector Shigüil en el cantón Chilla

Fuente: (INEC, 2010. p. 33)



**Figura 3-2.** Micro localización área de la investigación

Fuente: Google Earth, 2021

### 2.1.1.3. Ubicación Geográfica

**Tabla 1-2:** Ubicación geográfica del área de investigación

Provincia	El Oro
Ciudad	Chilla
Sector	Shigüil
Altitud (m)	2620 msnm

Latitud (x)	03° 27' 55'' S
Longitud (y)	79° 34' 40'' O

Fuente: (Google Earth, 2021)

### 2.1.2. Características agroclimáticas

**Tabla 2-2:** Características climáticas

Parámetro	Valor
Altitud	2507 msnm
Temperatura media anual	13.6 °C
Precipitación promedio anual	4049 mm
Precipitación promedio mensual	337 mm
Temperatura media anual	14 °C
Temperatura promedio mes más caluroso (abril)	14°C
Temperatura promedio mes más frío (julio)	13,1°C
Humedad relativa	70 %

Fuente: (CLIMATE-DATA.ORG, 2021)

#### 2.1.2.1. Características del suelo

**Tabla 3-2:** Taxonomía y características generales del suelo

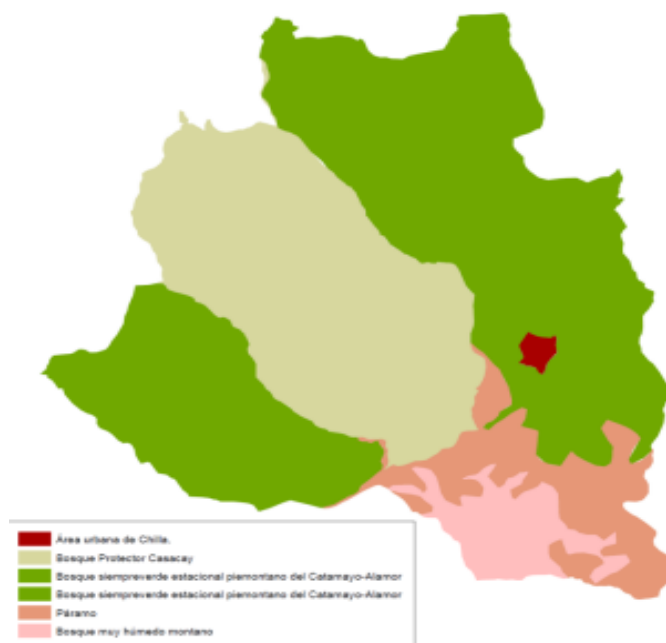
Parámetro	Valor
Textura	Franco arenosa
Estructura	Suelta
Ph	8.5
Materia Orgánica	Bajo
Intercambio Catiónico	Medio

Fuente: (Caiminagua, 2014. pp. 36-44)

#### 2.1.2.2. Zona de vida

Las zonas que mayormente se distinguen en el cantón Chilla son:

- a. Bosque siempre verde estacional piemontano del Catamayo- Alamor
- b. Páramo
- c. Bosque muy húmedo montano



**Figura 4-2.** Zonas de vida del cantón Chilla

**Fuente:** Cartográfica Temática mapa base INEC- IGM, 2010. p. 99.

La zona de vida en la que se desarrolló la investigación corresponde a Páramo que según (Ministerio del Ambiente, 2013. pp. 136-137) clasifica específicamente como “AsAn01: Arbustal siempreverde montano alto del Páramo del Sur” el cual se destaca por ser un bosque pequeño de altura que cuenta con la presencia de componentes florísticos de un bosque montano alto pero de menor tamaño causado por las condiciones topográficas, edáficas y ambientales extremas cuya vegetación mayoritariamente no supera los 3 metros de altura.

## 2.2. Materiales

### 2.2.1. *Material biológico*

Plántulas de brócoli variedad *Avenger*

### 2.2.2. *Materiales de Campo*

Balanza, fertilizantes (en base a los requerimientos del cultivo), cal agrícola, cámara fotográfica, agua, piola, pala, regla, azada, estacas, aspersores, manguera ½”, alambre de amarre.

### 2.2.3. *Materiales de oficina*

Computadora, impresora, flash memory, hojas de papel bond, lápices, esferos, calculadora

## 2.3. Metodología

### 2.3.1. *Especificaciones del campo experimental*

A continuación, se detallan las características de las unidades experimentales:

**Tabla 4-2:** Características del área de investigación

Dimensiones de unidades experimentales	6m largo X 3 m ancho
Área de cada unidad experimental	18m <sup>2</sup>
Dimensiones de parcela neta	4m largo X 2m ancho
Área de parcela neta	8m <sup>2</sup>
Numero de tratamientos (incluido testigo AGRICULTOR)	5
Numero de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	20
Distancia entre plantas	0.40m
Distancia entre surcos	0.60m
Separación entre tratamientos	1m
Separación entre repeticiones	1.5m
Número de plantas por cada unidad experimental	80
Número de plantas por parcela neta	36
Número de plantas a evaluar/parcela neta/unidad experimental	10
Número de plantas en campo experimental	1600
Área total de campo experimental	672m <sup>2</sup>

Realizado por: Ajila, Kevin. 2021.

### 2.3.2. *Tratamientos por evaluar*

**Tabla 5-2.** Tratamientos de estudio

RECOMENDACIÓN kg/Ha			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
T1	120	150	180
T2	197	135	217



<b>T3</b>	250	275	121
<b>T4</b>	280	80	370
<b>AGRICULTOR</b>	0	0	0

Realizado por: Ajila, Kevin. 2021.

### 2.3.3. Tipo de diseño

El diseño experimental que se utilizó es de bloques completos al azar (DBCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones (incluido el Testigo “Agricultor”). (Anexo B).

### 2.3.4. Esquema de análisis de varianza

#### 2.3.4.1. Análisis de varianza (ADEVA)

**Tabla 6-2.** Análisis de varianza

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Gl</b>
Repeticiones	$(r-1)$	3
Tratamientos	$(t-1)$	4
Error	$(r-1)(t-1)$	12
Total	$(r*t)-1$	19

Realizado por: Ajila, Kevin. 2021.

#### 2.3.4.2. Análisis funcional

Se determinó el coeficiente de variación y se expresó en porcentaje

Cuando existió diferencias significativas, para la separación de medias se realizó con Tukey al 5%

#### 2.3.4.3. Análisis económico

Se utilizó la relación Costo/Beneficio

### 2.3.5 Parámetros a evaluar

Se evaluaron los siguientes parámetros:

#### 2.3.5.1. Porcentaje de prendimiento

La evaluación del porcentaje de prendimiento se realizó 15 días después del trasplante (ddt) mediante el conteo del número de plantas muertas en cada unidad experimental contrastándose con el número de plantas trasplantadas en el día 0, el resultado se expresó en porcentaje (%).

#### 2.3.5.2. Altura de planta

Se evaluaron a partir de 15 días después del trasplante (ddt) cada 15 días hasta antes de la aparición de la pella, para ello se utilizó una cinta métrica de 1m con la cual se midió 10 plantas de la parcela neta seleccionadas al azar, dicha medición fue tomada desde el cuello del tallo hasta la base de formación de la pella. Los resultados están expresados en centímetros (cm).



**Figura 5-2.** Evaluación de altura de planta

Elaborado por: Ajila, Kevin. 2021.

#### 2.3.5.3. Número de hojas

A partir de 15 días después del trasplante (ddt), se contabilizó la cantidad de hojas verdaderas en 10 plantas seleccionadas al azar de la unidad experimental cada 15 días hasta antes de la aparición de la pella. Los resultados están expresados en número de hojas.

#### 2.3.5.4. Diámetro de tallo

A partir de 15 días después del trasplante (ddt) cada 15 días hasta antes de la cosecha, en 10 plantas seleccionadas al azar de la unidad experimental se tomó 3 medidas (cuello, medio, superior) a lo largo del tallo las cuales posteriormente fueron promediadas y expresadas en centímetros (cm).



**Figura 6-2.** Evaluación de diámetro de tallo

Elaborado por: Ajila, Kevin. 2021.

#### 2.3.5.5. Días a la aparición de la pella

Se contabilizó en 10 plantas seleccionadas al azar de la unidad experimental, el número de días que le toma a la planta la aparición de la pella. Los resultados están expresados en número de días

#### 2.3.5.6. Días a la cosecha

Se contabilizó en 10 plantas seleccionadas al azar de la unidad experimental, el número de días necesarios para cosechar las pellas. Los resultados están expresados en número de días

#### 2.3.5.7. Peso de la pella

Después de la cosecha, se pesó las pellas de 10 plantas seleccionadas al azar de la unidad experimental, posteriormente se estableció un promedio de peso de pella/tratamiento/unidad experimental/planta. Los resultados están expresados en kilogramos (kg).



**Figura 7-2.** Evaluación de peso de pella

Elaborado por: Ajila, Kevin. 2021.

#### *2.3.1.8. Rendimiento por parcela neta de cada unidad experimental*

El peso total de pellas de 10 plantas seleccionadas al azar, se cuantificó el rendimiento en función del número de plantas de cada unidad experimental /tratamiento. Los resultados están expresados en kilogramos/metro cuadrado ( $\text{kg}/8\text{m}^2$ )

#### *2.3.1.9. Rendimiento*

El peso total de pellas de cada unidad experimental/tratamiento, fue extrapolado a la extensión de una hectárea. El resultado está presentado en tonelada/hectárea

#### *2.3.1.10. Análisis económico*

Para la evaluación beneficio-costos se tomó en consideración los siguientes factores:

Rendimiento ( $\text{kg}/\text{ha}/\text{ciclo}$ )

Precio de venta ( $\$/\text{kg}$ )

Los costos variables fueron establecidos para una hectárea de cultivo y variaron de acuerdo con la cantidad producida. Dentro de estos costos se encuentran: insumos, mano de obra, materiales y equipos.

### 2.3.6. Manejo del ensayo

#### 2.3.6.1. Muestreo de suelo

El análisis de suelo se realizó para conocer las condiciones en las que se establecerá el cultivo. La muestra de suelo fue tomada de sitios alejados de árboles y acequias con el sistema trayectoria zig-zag en 20 áreas al azar, de tal manera que se incluya todo el campo experimental. Estas muestras fueron extraídas con una pala cavando el terreno en forma de “V” a una profundidad de 25 cm, se recolectó en un balde plástico y luego se homogenizó para tomar una sola muestra de 1 kilogramo.



**Figura 8-2.** Homogenización de submuestras de suelo

**Elaborado por:** Ajila, Kevin. 2020.

La muestra se colocó en una funda plástica limpia y bien sellada, identificándola con una etiqueta en la cual se incluía: el nombre del dueño, ubicación, cultivo a sembrar y cultivo anterior. Para el análisis químico y físico la muestra fue enviada al laboratorio de suelos NEMALAB S.A en la ciudad de Machala.

#### 2.3.6.2. Trazado de parcelas

El trazado para el cultivo se realizó en un área de 672m<sup>2</sup> subdivididas en unidades experimentales de 6m x 3m (18 m<sup>2</sup>) cada una, delimitando una parcela neta de 4m X 2m (8m<sup>2</sup>). Se delimitó caminos de 1,5m y separación de 1m entre repeticiones. Para lo cual se utilizó cinta métrica de 30m, estacas y piola plástica.



**Figura 9-2.** Delimitación de unidades experimentales (parcelas)

Elaborado por: Ajila, Kevin. 2020.

### *2.3.6.3. Instalación de sistema de riego por aspersión*

Con la finalidad de satisfacer la demanda hídrica del cultivo se instaló un sistema de riego por aspersión, estructurado por dos aspersores por bloque, cada bloque independiente de los demás por medio de una llave paso situada a la cabecera de cada uno.



**Figura 10-2.** Sistema de riego por aspersión

Elaborado por: Ajila, Kevin. 2020.

#### 2.3.6.4. Labores de encalado

El resultado del análisis de suelos reflejó un suelo ácido, por lo cual se procedió a la aplicación de cal agrícola con la finalidad de regular el pH. Se incorporó 15lb/18m<sup>2</sup> (área de cada unidad experimental).



**Figura 11-2.** Incorporación de cal agrícola

Elaborado por: Ajila, Kevin. 2020.

#### 2.3.6.5. Trasplante

Previo al trasplante, se realizó un pase de arado a una profundidad de 25 - 30 cm, luego se realizó 2 pases de rastra a una profundidad de 25 cm en sentido contrario a la anterior. Se desinfectó el suelo utilizando THIOFIN M 70% PM 1 gr/L junto con CRISPIROFOS 1 ml/L con el propósito de disminuir la presencia de plagas (hongos, insectos) que provocan un riesgo en la viabilidad del cultivo.

Se trasplantó utilizando un espeque con el cual se realizó un agujero en el cual se depositó la cantidad del formulado nutricional previamente pesado correspondiente a la primera fertilización (25% dosis/tratamiento) calculado de acuerdo con las recomendaciones nutricionales a evaluar, luego se cubrió el fertilizante en el agujero con una capa de tierra con la finalidad de evitar el contacto directo de la raíz con fertilizante lo cual intoxicaría a la plántula. La distancia de siembra fue de 0.40 m entre plantas y 0.60 m entre hileras en todas las unidades experimentales.



**Figura 12-2.** Trasplante de plántulas de brócoli

Elaborado por: Ajila, Kevin. 2020.

#### 2.3.6.6. Fertilización

Para la fertilización de los tratamientos evaluados se lo realizo conforme a la Tabla 7-2.



**Figura 13-2.** Segunda fertilización aplicada a los 30 días después del trasplante (ddt )

Elaborado por: Ajila, Kevin. 2021.

En la Tabla 7-2, se detalla las cantidades de los fertilizantes a aplicarse según tratamiento.



**Tabla 7-2:** Cantidad de fertilizantes a aplicar por tratamientos

RECOMENDACIÓN gr/planta									
EPOCA	TRASPLANTE (0ddt)			30ddt			60ddt		
FUENTE	NO3NH4	DAP	KCl	NO3NH4	DAP	KCl	NO3NH4	DAP	KCl
T1	0,0	2,0	1,8	3,3	3,9	3,6	1,1	2,0	1,8
T2	0,0	1,8	2,2	7,6	3,5	4,3	2,5	1,8	2,2
T3	0,0	3,6	1,2	7,5	7,2	2,4	2,5	3,6	1,2
T4	0,0	1,0	3,7	13,2	2,1	7,4	4,4	1,0	3,7
AGRICULTOR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Realizado por: Ajila, Kevin. 2021.

#### 2.3.6.7. Control de malezas

Se realizó de forma manual mediante un medio aporque a los 30 días después del trasplante (ddt) simultáneamente con la segunda y un aporque coincidente con la tercera fertilización a los 60 días después del trasplante (ddt).



**Figura 14-2.** Control manual de malezas a los 30 días después del trasplante (ddt)

Elaborado por: Ajila, Kevin. 2021.

#### 2.3.6.8. Control fitosanitario

Se realizó 3 controles fitosanitarios: el primer control se llevó a cabo en el momento del trasplante utilizando THIOFIN M 70% PM 1gr/L junto con CRISPIROFOS 1 ml/L , el segundo control se lo realizó al momento del primer control de malezas (30 días después del trasplante) aplicando un fungicida protectante DICONIL 720 1,25 ml/L y CRISPIROFOS 1 ml/L, finalmente el tercer

control fitosanitario se lo realizó al momento del segundo control de malezas (60 días después del trasplante) utilizando protectante DICONIL 720 1,25 ml/L y CRISPIROFOS 1 ml/L.

La aplicación de fungicidas e insecticidas se realizó por separado, además serán acompañados por AGROPEGA 1,25 ml/L, en el tercer control fitosanitario (60 días después del trasplante) fue necesario la incorporación de COSMOS AGUAS a razón de 2gr/L para romper la tensión superficial del agua para que se pueda adherir a la hoja cerosa del brócoli.



**Figura 15-2.** Productos utilizados para el control fitosanitario

Elaborado por: Ajila, Kevin. 2021.

#### 2.3.6.9. Riego

A pesar de que se instaló un sistema de riego por aspersión compuesto por 8 aspersores a 0,8 m de altura no fue necesario su uso durante el desarrollo del proyecto debido a la constante precipitación presente en la zona.

Durante el desarrollo del proyecto se estima promedios de precipitación de 2.86 mm/día durante la última semana de diciembre 2020, en el primer trimestre del 2021 se calculan aproximadamente 2,80 mm/día, 1,99 mm/día y 5,58 mm/día respectivamente; al final del proyecto de totalizó 340,85 mm de precipitación acumulada (Anexo J). Debido a la constante precipitación de la zona no se utilizó el sistema de aspersión previamente instalado.

#### 2.3.6.10. Cosecha

La cosecha se realizó posterior a los 90 días después del trasplante (ddt), se cosechó las pellas que

presentaron una forma de domo uniforme, sin ninguna flor individual abierta y floretes sin sobresalir.



**Figura 16-2.** Cosecha de brócoli

Elaborado por: Ajila, Kevin. 2021.

#### *2.3.6.11. Comercialización*

Se vendió en mercados locales y también se expendió en el Mercado Mayorista de Machala, con precios de acuerdo con la oferta y demanda del producto existente.



**Figura 17-2.** Venta del producto

Elaborado por: Ajila, Kevin. 2021.

#### *2.3.6.12. Incorporación de residuos de cultivo como abono verde*

Luego de la cosecha, se pesó el resto de la planta (raíz, hojas, tallos) de 10 plantas seleccionadas

al azar de cada unidad experimental/tratamiento y se calculó la cantidad de residuos que genera cada unidad experimental/tratamiento. Luego se extrapoló a una extensión de una hectárea.

Posteriormente de la cosecha, se realizó dos pases de rastra perpendiculares entre sí para incorporar residuos de cosecha como abono verde.

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DUSCUSIÓN

#### 3.1. Porcentaje de prendimiento

El análisis de varianza para porcentaje de prendimiento a los 15 días después del trasplante (ddt) determinó que no existen diferencias significativas para tratamientos ni para repeticiones, con un coeficiente de variación de 2,37% (Tabla 1-3).

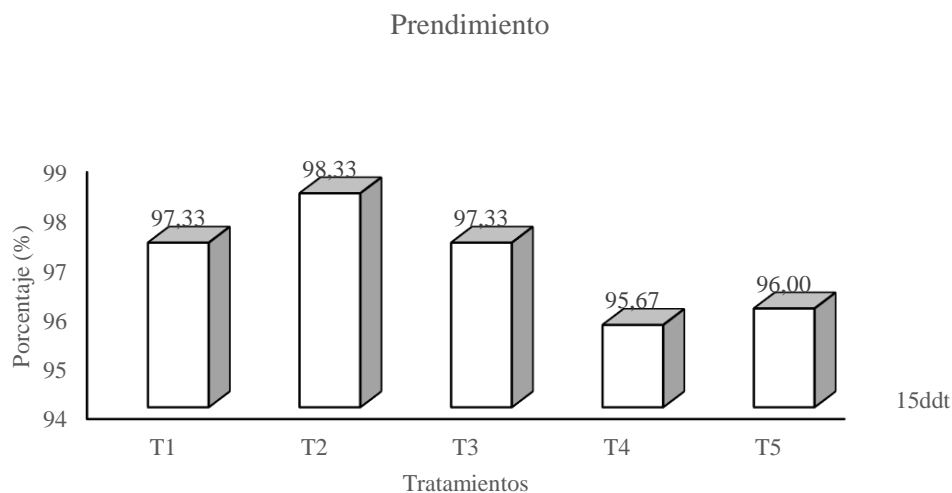
**Tabla 1-3:** Análisis de la Varianza para la variable porcentaje de prendimiento

F.V.	SC	GL	CM	F	P – VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	52,99	3	17,66	3,34	0,0560	ns
TRATAMIENTO	19,06	4	4,77	0,90	0,4938	ns
Error	63,50	12	5,29			
Total	135,55	19				
C.V	2,37%					

**Realizado por:** Ajila, Kevin 2021

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

Los resultados obtenidos del análisis de varianza determinan que la aplicación en kg/ha de 197 N, 135 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 217 K<sub>2</sub>O (T2) mostró mayor porcentaje de prendimiento con un valor de 98,33% superando numéricamente a los demás tratamientos (Gráfico 1-3).



**Gráfico 1-3.** Porcentaje de prendimiento evaluado a los 15 días después del trasplante

**Realizado por:** Ajila, Kevin 2021

La ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos y repeticiones para la variable porcentaje de prendimiento (Tabla 1-3) es corroborado por (PYMERURAL. 2011. p. 7) quien concluye que: las plántulas trasplantadas originarias de piloneras tienen un bajo nivel de

mortalidad que se traduce en más del 90% de prendimiento independientemente del estado del suelo.

### 3.2. Altura de la planta

#### 3.2.1. Altura de la planta a los 15 días después del trasplante (ddt).

El análisis de varianza para la variable altura de planta a los 15 días después del trasplante (ddt) determinó que existen diferencias significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 7,04% (Tabla 2-3).

**Tabla 2-3:** Análisis de la Varianza para altura de planta a los 15 días después del trasplante

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	1,70	3	0,57	1,59	0,2441	ns
TRATAMIENTO	21,77	4	5,44	15,23	0,0001	**
Error	4,29	12	0,36			
Total	27,76	19				
CV	7,04%					

**Realizado por:** Ajila, Kevin 2021

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

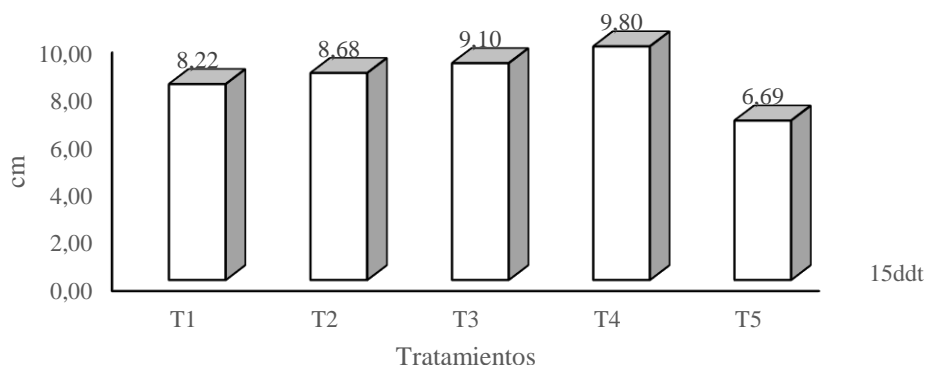
La prueba de Tukey al 5% (Tabla 3-3) para la variable altura de planta a los 15 días después del trasplante (ddt) presenta tres grupos: en el grupo “A” se sitúa la mejor altura de planta alcanzada con la aplicación expresada en kg/ha 280 N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 370 K<sub>2</sub>O (T4) con una media de 9,80 cm; mientras que en el grupo “C” se ubica con la menor altura de planta al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 6,69 cm (Gráfico 2-3).

**Tabla 3-3:** Prueba de TUKEY al 5% para altura de planta a los 15 días después del trasplante

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (cm)	GRUPOS
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370K <sub>2</sub> O	T4	9,80	A
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	9,10	A B
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	8,69	A B
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	8,22	B
0N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	6,69	C

**Realizado por:** Ajila, Kevin 2021

### Altura de la planta



**Gráfico 2-3.** Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 15 ddt

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en la altura de planta a los 15 días después del trasplante (ddt) del formulado aplicado en kg/ha de 280 N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 370 K<sub>2</sub>O (T4), frente a la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) determina un incremento del 31,73% (Gráfico 2-3).

#### 3.2.2. Altura de la planta a los 30 días después del trasplante (ddt).

El análisis de varianza para altura de planta a los 30 días después del trasplante (ddt) determinó que existen diferencias significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 8,52% (Tabla 4-3) (Gráfico 3-3).

**Tabla 4-3:** Análisis de la Varianza para altura de planta a los 30 días después del trasplante

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICION	1,34	3	0,45	0,52	0,6775	ns
TRATAMIENTO	50,04	4	12,51	14,57	0,0001	**
Error	10,30	12	0,86			
Total	61,68	19				
CV	8,52%					

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

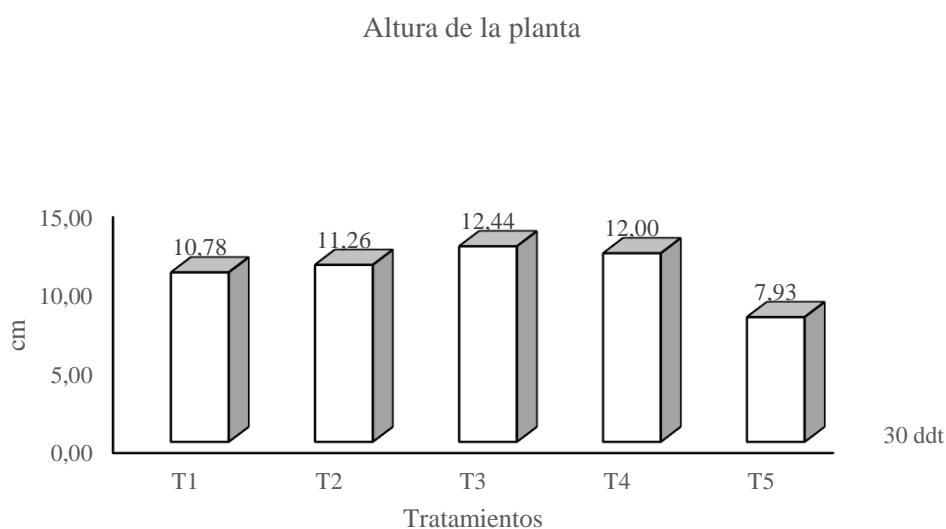
La prueba de Tukey al 5% (Tabla 5-3) para altura de planta a los 30 días después del trasplante (ddt) presenta dos grupos: en el grupo “A” se sitúa la mejor altura de planta alcanzada con la aplicación expresada en kg/ha 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media de 12,44 cm;

mientras que en el grupo “C” se ubica con la menor altura de planta al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 7,93 cm (Gráfico 3-3).

**Tabla 5-3:** Prueba de TUKEY al 5% para altura de planta a los 30 días después del trasplante

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (cm)	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	12,44	A
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	12,00	A
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	11,26	A
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	10,78	A
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	7,93	B

Realizado por: Ajila, Kevin 2021



**Gráfico 3-3.** Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 30 ddt

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en la altura de planta a los 30 días después del trasplante (ddt) del formulado aplicado en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3), frente a la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) determina un incremento del 36,25% (Gráfico 3-3).

### 3.2.3. *Altura de la planta a los 45 días después del trasplante (ddt).*

El análisis de varianza para altura de planta a los 45 días después del trasplante (ddt) determinó que existen diferencias significativas tanto en tratamientos, con un coeficiente de variación de 13,20% (Tabla 6-3) (Gráfico 4-3).



**Tabla 6-3:** Análisis de la Varianza para altura de planta a los 45 días después del trasplante

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICION	87,97	3	29,32	7,54	0,1990	ns
TRATAMIENTO	451,03	4	112,76	28,98	<0,0018	**
Error	46,69	12	3,89			
Total	585,70	19				
CV	13,20%					

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

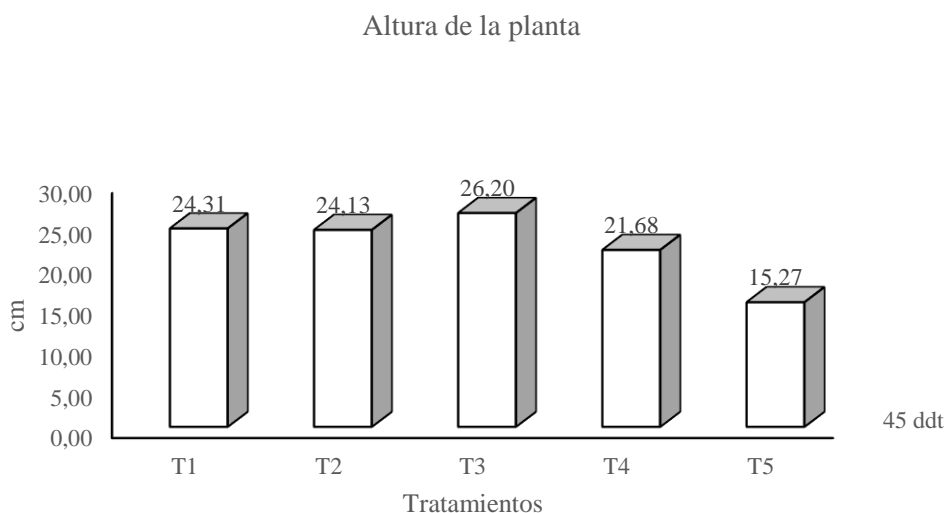
P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos (Tabla 7-3) para altura de planta a los 45 días después del trasplante (ddt) presenta dos grupos: en el grupo “A” se sitúa la mejor altura de planta alcanzada con la aplicación expresada en kg/ha 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media de 26,20 cm; mientras que en el grupo “B” se ubica con la menor altura de planta al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 15,27 cm (Gráfico 4-3).

**Tabla 7-3:** Prueba de TUKEY al 5% para altura de planta a los 45 días después del trasplante

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (cm)	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ,121 K <sub>2</sub> O	T3	26,20	A
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ,180 K <sub>2</sub> O	T1	24,31	A
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ,217 K <sub>2</sub> O	T2	24,13	A
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ,370 K <sub>2</sub> O	T4	21,68	A
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ,0 K <sub>2</sub> O	T5	15,27	B

Realizado por: Ajila, Kevin 2021



**Gráfico 4-3.** Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 45 ddt

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en la altura de planta a los 45 días después del trasplante (ddt) del formulado aplicado en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3), frente a la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) determina un incremento del 41,72% (Gráfico 4-3).

### 3.2.4. *Altura de la planta a los 60 días después del trasplante (ddt).*

El análisis de varianza para altura de planta a los 60 días después del trasplante (ddt) determinó que existen diferencias significativas en tratamientos, con un coeficiente de variación de 10,47% (Tabla 8-3) (Gráfico 5-3).

**Tabla 8-3:** Análisis de la Varianza para altura de planta a los 60 días después del trasplante

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICION	37,33	3	12,44	1,14	0,3712	ns
TRATAMIENTO	1269,11	4	317,28	29,15	<0,0001	**
Error	130,62	12	10,89			
Total	1437,06	19				
CV	10,47%					

**Realizado por:** Ajila, Kevin 2021

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

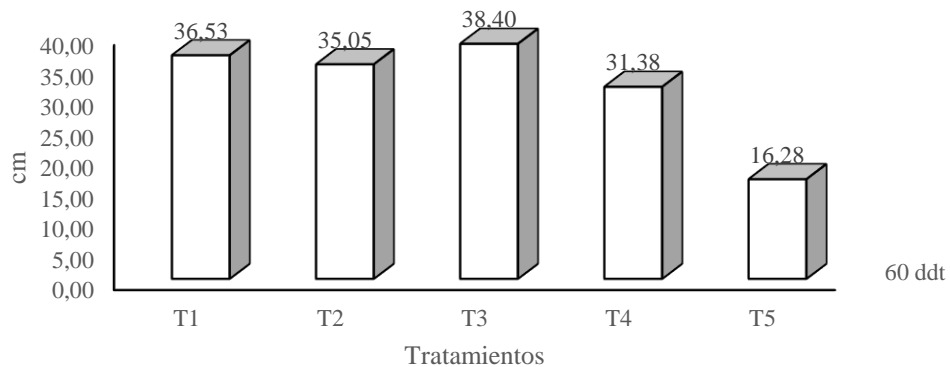
La prueba de Tukey al 5% para tratamientos (Tabla 9-3) para altura de planta a los 60 días después del trasplante (ddt) presenta dos grupos: en el grupo “A” se sitúa la mejor altura de planta alcanzada con la aplicación expresada en kg/ha 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media de 38,40 cm; mientras que en el grupo “B” se ubica con la menor altura de planta al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 16,28 cm (Gráfico 5-3).

**Tabla 9-3:** Prueba de TUKEY al 5% para altura de planta a los 60 días después del trasplante

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (cm)	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	38,40	A
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	36,53	A
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	35,05	A
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	31,38	A
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	16,28	B

**Realizado por:** Ajila, Kevin 2021

### Altura de la planta

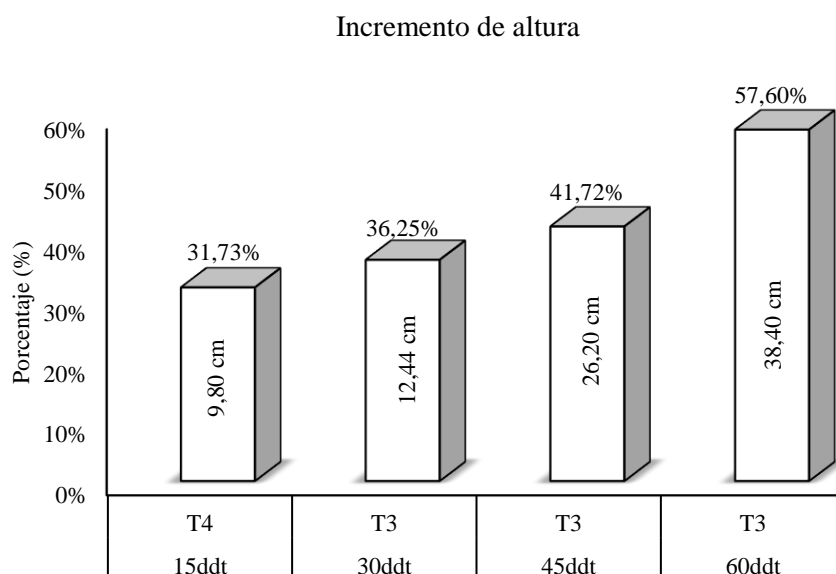


**Gráfico 5-3.** Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 60 ddt

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en la altura de planta a los 60 días después del trasplante (ddt) del formulado aplicado en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) frente al testigo con la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) determina un incremento del 57,60% (Gráfico 5-3).

El cultivo de brócoli var. Avenger mostró incremento en la altura de la planta desde los 30 días hasta los 60 días después del trasplante (ddt) generando un incremento del 57,60% debido a la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) en relación con el tratamiento testigo que corresponde a 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) expresado en kg/ha (Gráfico 6-3). Esto es corroborado por (Buechel, T. 2021. p. 1) quien manifiesta que: el uso de fertilizantes incide en la altura y crecimiento de los cultivos destacando que la forma del nitrógeno contenida dentro del fertilizante no influencia en la altura y el crecimiento, si no que la cantidad de fósforo aportada participa notablemente en estirar a la planta, lo cual es concordante a lo obtenido en la presente investigación debido al elevado contenido de fósforo (275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg/ha dentro del formulado que corresponde a T3).



**Gráfico 6-3.** Incremento de altura ocasionado por los diferentes tratamientos

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

### 3.3. Número de hojas

#### 3.3.1. Número de hojas a los 15 días después del trasplante (ddt).

El análisis de varianza para número de hojas a los 15 días después del trasplante (ddt) determinó que existen diferencias significativas para repeticiones, con un coeficiente de variación de 2,48% (Tabla 10-3).

**Tabla 10-3:** Análisis de la Varianza para número de hojas a los 15 días después del trasplante

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	0,12	3	0,04	3,97	0,0354	*
TRATAMIENTO	0,09	4	0,02	2,27	0,1222	ns
Error	0,12	12	0,01			
Total	0,34	19				
CV	2,48%					

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

#### 3.3.2. Número de hojas a los 30 días después del trasplante (ddt).

El análisis de varianza para número de hojas a los 30 días después del trasplante (ddt) determinó

que existen diferencias significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 2,81% (Tabla 11-3) (Gráfico 7-3).

**Tabla 11-3:** Análisis de la Varianza para número de hojas a los 30 días después del trasplante

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	0,11	3	0,04	1,21	0,3469	ns
TRATAMIENTO	1,39	4	0,35	11,15	0,0005	**
Error	0,37	12	0,03			
Total	1,88	19				
CV	2,81%					

**Realizado por:** Ajila, Kevin 2021

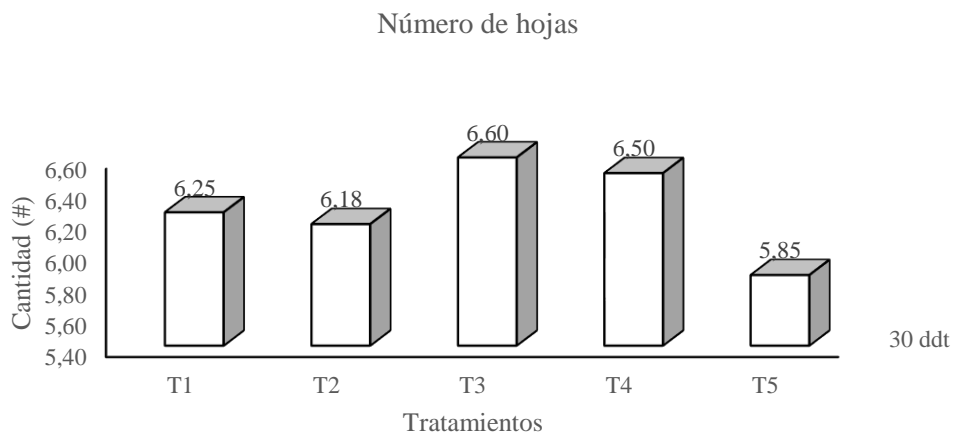
P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 12-3) para tratamientos en número de hojas a los 30 días después del trasplante (ddt) presenta tres grupos: en el grupo “A” se sitúa el mayor número de hojas alcanzada con la aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media de 6,60 hojas; mientras que en el grupo “C” se ubica con el menor número de hojas al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 5,85 hojas (Gráfico 7-3).

**Tabla 12-3:** Prueba de TUKEY al 5% para número de hojas a 30 días después del trasplante

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (#)	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	6,60	A
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	6,50	A B
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	6,25	A B
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	6,18	B C
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	5,85	C

**Realizado por:** Ajila, Kevin 2021



**Gráfico 7-3.** Efecto de los tratamientos en número de hojas a los 30 ddt

**Realizado por:** Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en el número de hojas a los 30 días después del trasplante (ddt) del formulado aplicado en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) frente a la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) determina un incremento del 11,36% (Gráfico 7-3).

### 3.3.3. Número de hojas a los 45 días después del trasplante (ddt).

El análisis de varianza para número de hojas a los 45 días después del trasplante (ddt) determinó que existen diferencias significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 3,75% (Tabla 13-3) (Gráfico 8-3).

**Tabla 13-3:** Análisis de la Varianza para número de hojas a los 45 días después del trasplante

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	0,32	3	0,11	1,46	0,2747	ns
TRATAMIENTO	4,56	4	1,14	15,72	0,0001	**
Error	0,87	12	0,07			
Total	5,75	19				
CV	3,75%					

**Realizado por:** Ajila, Kevin 2021

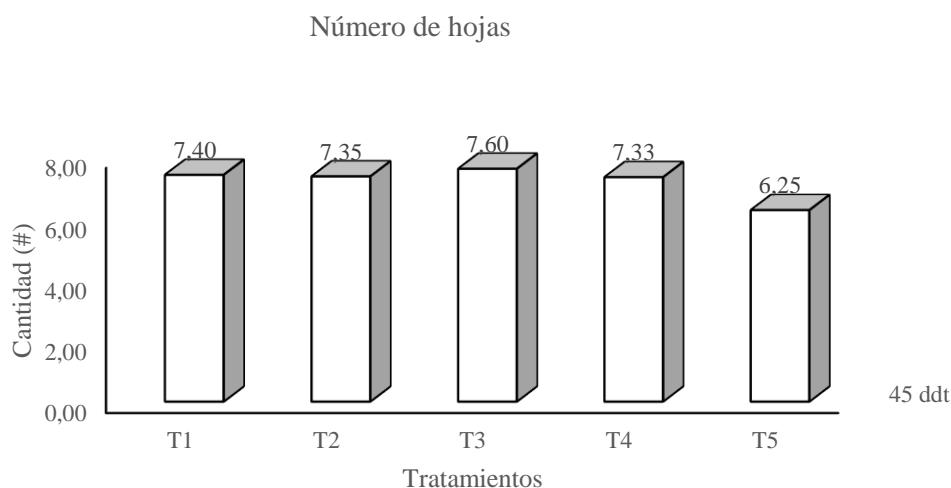
P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 14-3) para tratamientos en número de hojas a los 45 días después del trasplante (ddt) presenta dos grupos: en el grupo “A” se sitúa el mayor número de hojas alcanzada con la aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media de 7,60 hojas; mientras que en el grupo “B” se ubica con el menor número de hojas al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 6,25 hojas (Gráfico 8-3).

**Tabla 14-3:** Prueba de TUKEY al 5% en número de hojas a los 45 días después del trasplante

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (#)	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	7,60	A
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	7,40	A
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	7,35	A
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	7,33	A
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	6,25	B

**Realizado por:** Ajila, Kevin 2021



**Gráfico 8-3.** Efecto de los tratamientos en número de hojas a los 45 ddt

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en el número de hojas a los 45 días después del trasplante (ddt) del formulado aplicado en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) frente a la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) determina un incremento del 17,76% (Gráfico 8-3).

#### 3.3.4. Número de hojas a los 60 días después del trasplante (ddt).

El análisis de varianza para número de hojas a los 60 días después del trasplante (ddt) determinó que existen diferencias significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 4,76% (Tabla 15-3) (Gráfico 9-3).

**Tabla 15-3:** Análisis de la Varianza para número de hojas a los 60 días después del trasplante

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	0,72	3	0,24	1,52	0,2587	ns
TRATAMIENTO	11,30	4	2,82	18,04	0,0001	**
Error	1,88	12	0,16			
Total	13,89	19				
CV	4,76%					

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

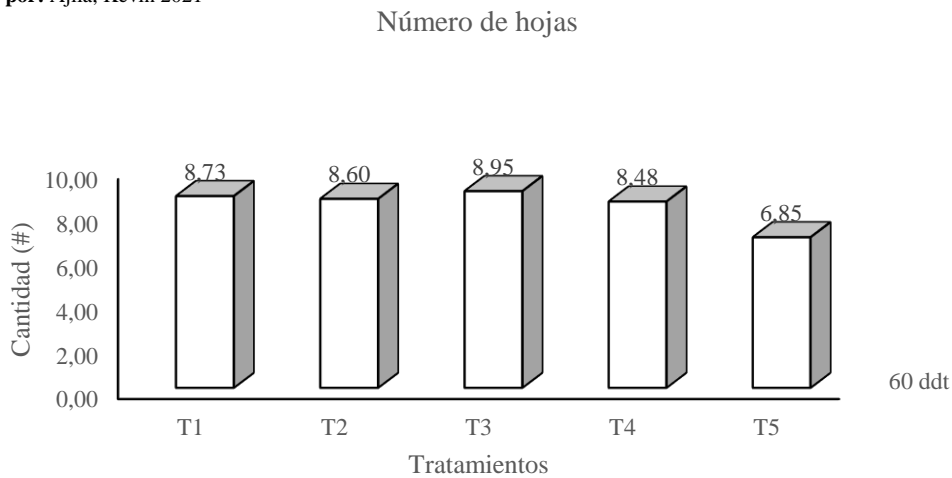
La prueba de Tukey al 5% (Tabla 16-3) para tratamientos en número de hojas a los 60 días después del trasplante (ddt) presenta dos grupos: en el grupo “A” se sitúa el mayor número de hojas alcanzada con la aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media

de 8,95 hojas; mientras que en el grupo “B” se ubica con el menor número de hojas al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 6,85 hojas (Gráfico 9-3).

**Tabla 16-3:** Prueba de TUKEY al 5% en número de hojas a los 60 días después del trasplante

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (#)	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	8,95	A
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	8,73	A
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	8,60	A
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	8,48	A
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	6,85	B

Realizado por: Ajila, Kevin 2021



**Gráfico 9-3.** Efecto de los tratamientos en número de hojas a los 60 ddt

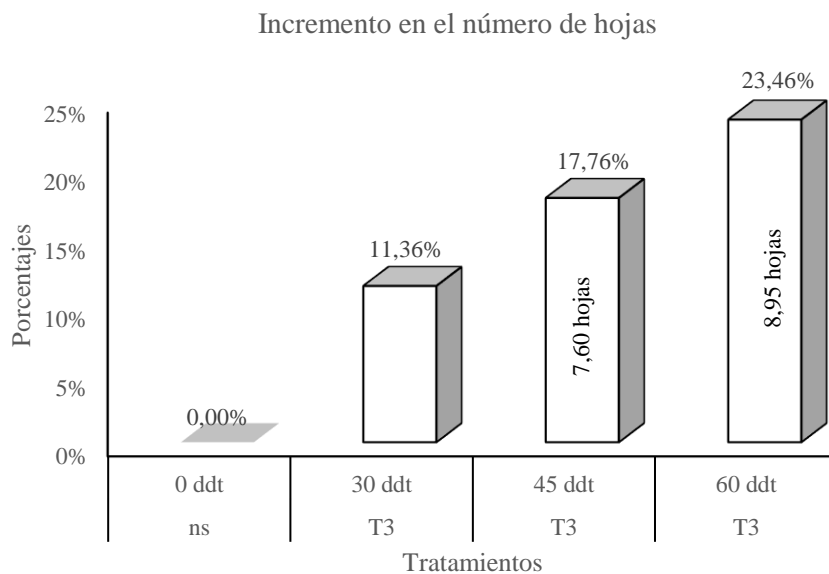
Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en el número de hojas a los 60 días después del trasplante (ddt) del formulado aplicado en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) frente a la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) determina un incremento del 23,46% (Gráfico 9-3).

El cultivo de brócoli var. Avenger mostró incremento en el número de hojas desde los 30 días hasta los 60 días después del trasplante (ddt) generando un incremento del 23,46% debido a la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) en relación con el tratamiento testigo que corresponde a 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) expresado en kg/ha (Gráfico 10-3). Esto es corroborado por (Yara EC. 2021. p. 1), quien manifiesta que: luego de la formación de 2 o 3 hojas las plantas comienzan su dependencia del fósforo disponible en el suelo para lograr seguir con el crecimiento de hojas y tallos, pero la disponibilidad del fósforo está en función de algunos factores como la humedad, pH, temperatura y la presencia de calcio, hierro y aluminio, lo cual es concordante a lo



obtenido en la investigación debido a que la aplicación de una alta recomendación de fósforo (275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg/ha dentro del formulado que corresponde a T3).



**Gráfico 10-3.** Incremento de número de hojas ocasionado por los tratamientos

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

### 3.4. Diámetro de tallo

#### 3.4.1. Diámetro de tallo a los 15 días después del trasplante (ddt).

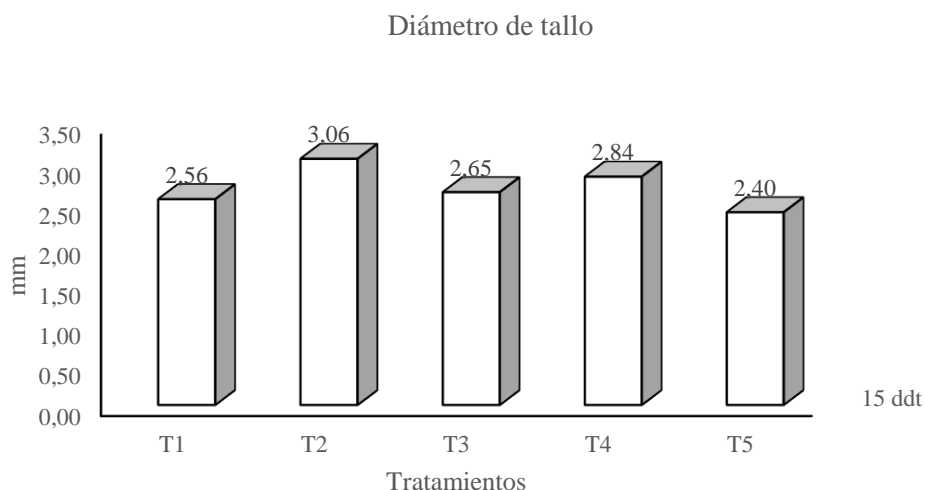
El análisis de varianza para diámetro de tallo a los 15 días después del trasplante (ddt) determinó que no existen diferencias significativas para repeticiones ni para tratamientos, con un coeficiente de variación de 11,28% (Tabla 17-3) (Gráfico 11-3).

**Tabla 17-3:** Análisis de la Varianza para diámetro de tallo a los 15 días después del trasplante

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	0,54	3	0,18	1,95	0,1760	ns
TRATAMIENTO	1,06	4	0,26	2,85	0,0713	ns
Error	1,11	12	0,09			
Total	2,72	19				
CV	11,28%					

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo



**Gráfico 11-3.** Efecto de los tratamientos en diámetro de tallo a los 15 ddt

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

Los resultados obtenidos del análisis de varianza determinan que la aplicación en kg/ha de 197 N, 135 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 217 K<sub>2</sub>O (T2) mostró mayor diámetro de tallo con un valor de 3,06 mm superando numéricamente a los demás tratamientos (Gráfico 11-3).

### 3.4.2. Diámetro de tallo a los 30 días después del trasplante (ddt).

El análisis de varianza para diámetro de tallo a los 30 días después del trasplante (ddt) determinó que existen diferencias altamente significativas para repeticiones y tratamientos, con un coeficiente de variación de 6,31% (Tabla 18-3).

**Tabla 18-3:** Análisis de la Varianza para diámetro de tallo a los 30 días después del trasplante

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	1,09	3	0,36	6,40	0,0078	**
TRATAMIENTO	2,75	4	0,69	12,16	0,0001	**
Error	0,68	12	0,06			
Total	4,52	19				
CV	6,31%					

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

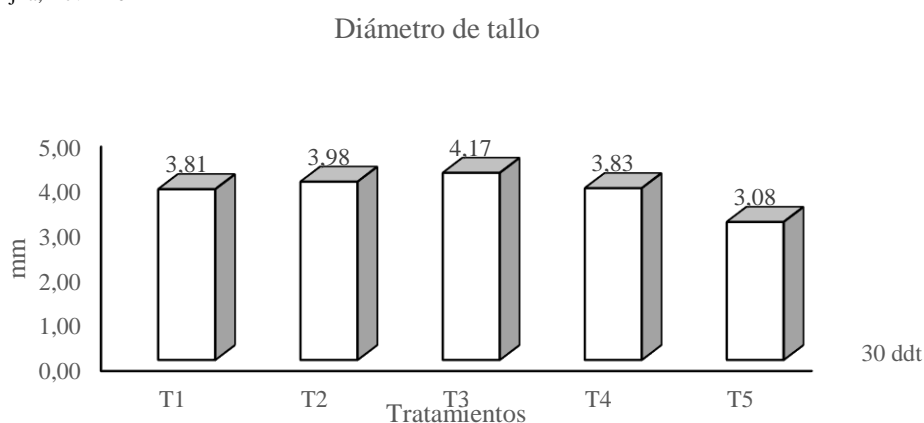
La prueba de Tukey al 5% (Tabla 19-3) para tratamientos en diámetro de tallo a los 30 días después del trasplante (ddt) presenta dos grupos: en el grupo “A” se sitúa el mayor diámetro de tallo alcanzado con la aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una

media de 4,17 mm; mientras que en el grupo “B” se ubica con el menor diámetro de tallo al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 3,08 mm (Gráfico 12-3).

**Tabla 19-3:** Prueba de TUKEY al 5% en diámetro de tallo a los 30 días después del trasplante

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (mm)	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	4,17	A
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	3,98	A
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	3,83	A
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	3,81	A
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	3,08	B

Realizado por: Ajila, Kevin 2021



**Gráfico 12-3.** Efecto de los tratamientos en diámetro de tallo a los 30 ddt

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en diámetro del tallo a los 30 días después del trasplante (ddt) del formulado aplicado en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) frente a la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) determina un incremento del 26,13% (Gráfico 12-3).

### 3.4.3. Diámetro de tallo a los 45 días después del trasplante (ddt).

El análisis de varianza para diámetro de tallo a los 45 días después del trasplante (ddt) determinó que existen diferencias significativas para repeticiones y altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 9,05% (Tabla 20-3).

**Tabla 20-3:** Análisis de la Varianza para diámetro de tallo a los 45 días después del trasplante

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	6,57	3	2,19	4,17	0,0307	*
TRATAMIENTO	37,87	4	9,47	18,03	0,0001	**

Error	6,30	12	0,53
Total	50,74	19	
CV	9,05%		

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

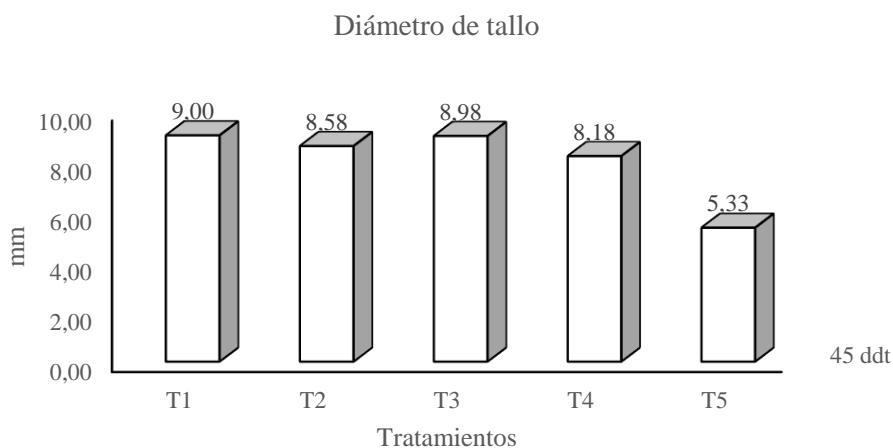
P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 21-3) para tratamientos en diámetro de tallo a los 45 días después del trasplante (ddt) presenta dos grupos: en el grupo “A” se sitúa el mayor diámetro de tallo alcanzado con la aplicación expresada en kg/ha de 120 N, 150 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 180 K<sub>2</sub>O (T1) con una media de 9,00 mm; mientras que en el grupo “B” se ubica con el menor diámetro de tallo al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 5,33 mm (Gráfico 13-3).

**Tabla 21-3:** Prueba de TUKEY al 5% en diámetro de tallo a los 45 días después del trasplante

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (mm)	GRUPOS
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	9,00	A
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	8,98	A
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	8,58	A
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	8,18	A
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	5,33	B

Realizado por: Ajila, Kevin 2021



**Gráfico 13-3.** Efecto de los tratamientos en diámetro de tallo a los 45 ddt

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en diámetro del tallo a los 60 días después del trasplante (ddt) del formulado aplicado en kg/ha de 120 N, 150 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 180 K<sub>2</sub>O (T1) frente a la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) determina un incremento del 40,78% (Gráfico 13-3).

### 3.4.4. Diámetro de tallo a los 60 días después del trasplante (ddt).

El análisis de varianza para diámetro de tallo a los 60 días después del trasplante (ddt) determinó que existen diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 7,48% (Tabla 22-3) (Gráfico 14-3).

**Tabla 22-3:** Análisis de la Varianza para diámetro de tallo a los 60 días después del trasplante

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	7,02	3	2,34	2,88	0,0802	ns
TRATAMIENTO	141,72	4	35,43	43,57	<0,0001	**
Error	9,76	12	0,81			
Total	158,49	19				
CV	7,48%					

**Realizado por:** Ajila, Kevin 2021

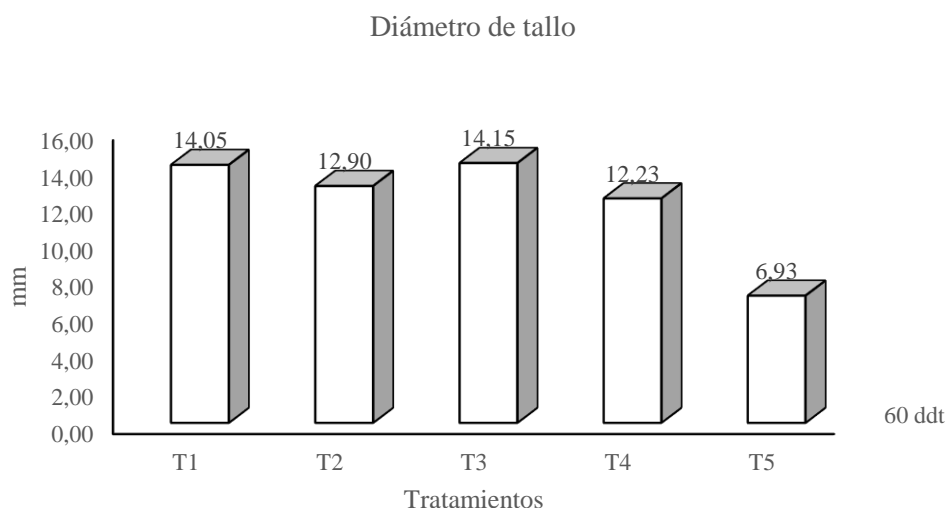
P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 23-3) para tratamientos en diámetro de tallo a los 60 días después del trasplante (ddt) presenta dos grupos: en el grupo “A” se sitúa el mayor diámetro de tallo alcanzado con la aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media de 14,15 mm; mientras que en el grupo “B” se ubica con el menor diámetro de tallo al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 6,93 mm (Gráfico 14-3).

**Tabla 23-3:** Prueba de TUKEY al 5% en diámetro de tallo a los 60 días después del trasplante

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (mm)	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	14,15	A
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	14,05	A
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	12,90	A
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	12,23	A
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	6,93	B

**Realizado por:** Ajila, Kevin 2021

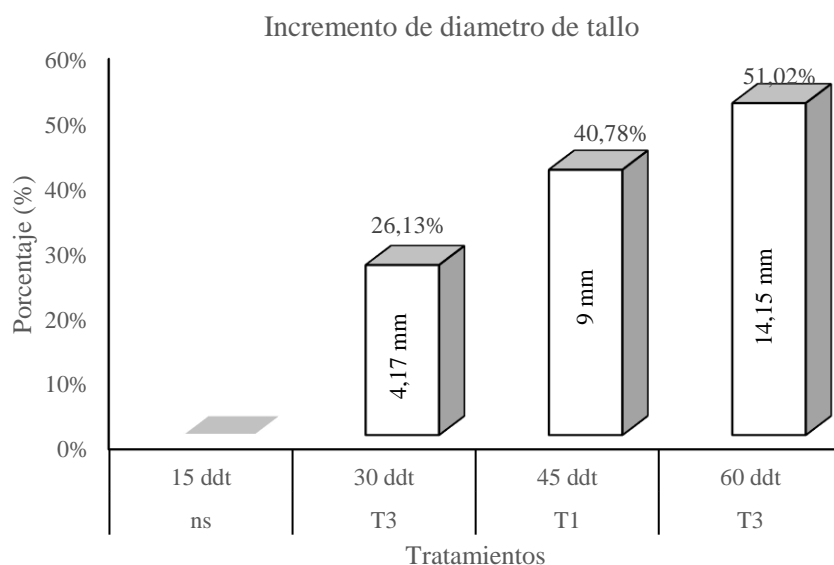


**Gráfico 14-3.** Efecto de los tratamientos en diámetro de tallo a los 60 ddt

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en diámetro del tallo a los 60 días después del trasplante (ddt) del formulado aplicado en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) frente a la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) determina un incremento del 51,02% (Gráfico 14-3).

El cultivo de brócoli var. Avenger mostró incremento en el diámetro de tallo desde los 30 días hasta los 60 días después del trasplante (ddt) generando un incremento del 51,02% debido a la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) en relación con el tratamiento testigo que corresponde a 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) expresado en kg/ha (Gráfico 15-3). Esto es corroborado por (Escamilla y otros. 2003. p. 161) quienes manifiestan que: el nitrógeno favorece el crecimiento vegetativo, el fósforo controla el metabolismo de los carbohidratos favoreciendo mayor cantidad de fotosintatos que serán almacenados en el parénquima del tallo mientras que el potasio participa en la formación de glúcidos ejerciendo una influencia sobre el diámetro del tallo, lo cual es concordante a lo obtenido en la investigación debido a que la aplicación de una alta recomendación de potasio (121 K<sub>2</sub>O kg/ha dentro del formulado que corresponde a T3).



**Gráfico 15-3.** Incremento de diámetro de tallo ocasionado por los tratamientos

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

### 3.5. Días a la aparición de la pella

El análisis de varianza para días a la aparición de la pella determinó que existen diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 2,82% (Tabla 24-3) (Gráfico 16-3).

**Tabla 24-3:** Análisis de la Varianza para la variable días a la aparición de la pella.

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	22,75	3	7,58	1,40	0,2895	ns
TRATAMIENTO	269,32	4	67,33	12,46	0,0003	**
Error	64,82	12	5,40			
Total	356,90	19				
CV	2,82%					

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

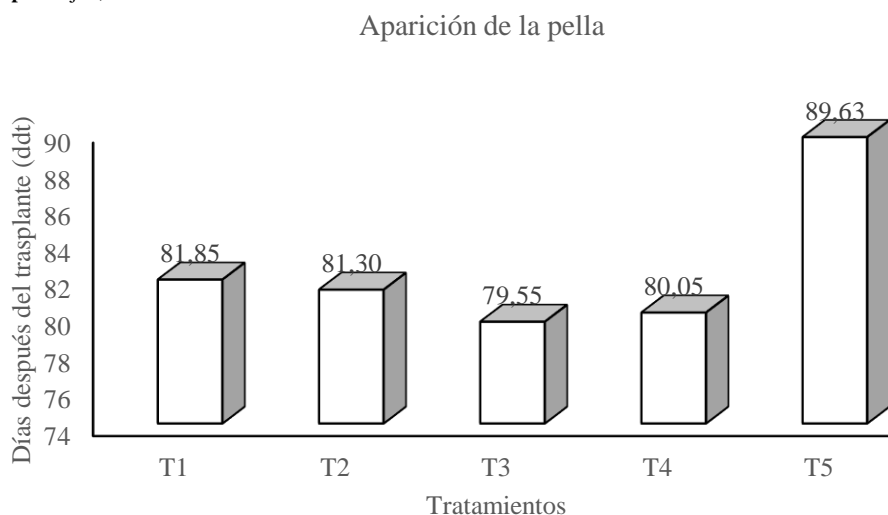
P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 25-3) para días a la aparición de la pella presenta dos grupos: en el grupo “A” se sitúa con menos cantidad de días a la aparición de la pella alcanzado con la aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media de 79,55 días; mientras que en el grupo “B” se ubica más días a la aparición de la pella al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 89,63 días (Gráfico 16-3).

**Tabla 25-3:** Prueba de TUKEY al 5% para la variable días a la aparición de la pella.

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (ddt)	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	79,55	A
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	80,05	A
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	81,30	A
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	81,85	A
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	89,63	B

Realizado por: Ajila, Kevin 2021



**Gráfico 16-3.** Efecto de los tratamientos en días a la aparición de la pella

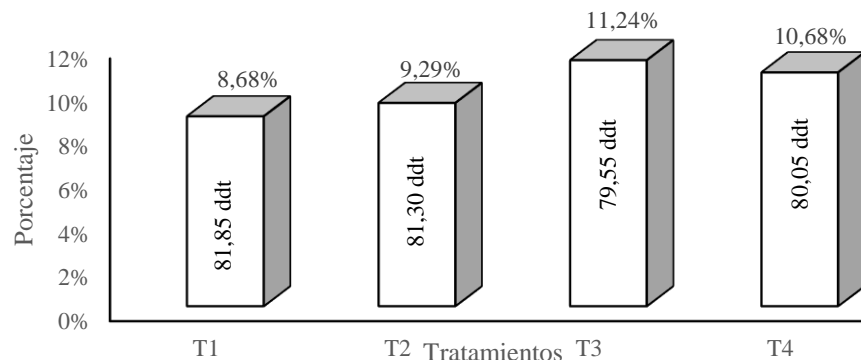
Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) generó precocidad en los días a la aparición de la pella (79,55 días después del trasplante (ddt)) que representan un 11,24% frente a la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con 89,63 días (Gráfico 16-3).

El cultivo de brócoli var. Avenger muestra un 11,24% más temprano en la aparición de la pella ocasionado por la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) en relación con el número de días a la aparición de la pella evaluados por la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) (Gráfico 17-3). Esto es corroborado por (Yara EC. 2021. p. 1), quien manifiesta que: el brócoli demanda de un aporte sustancioso de nitrógeno debido a su alta absorción producto de la alta demanda complementado con el suministro elevado de potasio que cumple un rol crucial en el estado energético de la planta lo cual favorece el desarrollo precoz, lo cual es concordante a lo obtenido en la investigación debido a que la aplicación de una alta recomendación de nitrógeno y potasio (250 N y 121 K<sub>2</sub>O kg/ha dentro del formulado que corresponde a T3).



### Precocidad en la aparición de la pella



**Gráfico 17-3.** Precocidad en la aparición de la pella causada por los tratamientos.

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

### 3.6. Días a la cosecha

El análisis de varianza para días a la cosecha determinó que existen diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 2,68% (Tabla 26-3) (Gráfico 18-3).

**Tabla 26-3:** Análisis de la Varianza para la variable días a la cosecha.

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	23,14	3	7,71	1,02	0,4161	ns
TRATAMIENTO	496,86	4	124,21	16,50	0,0001	**
Error	90,32	12	7,53			
Total	610,32	19				
CV	2,68%					

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

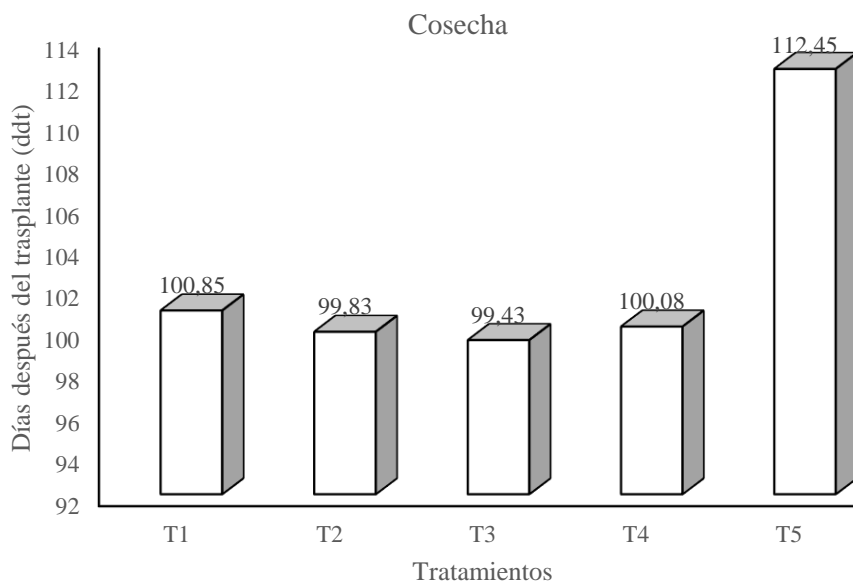
P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 27-3) para días a la cosecha presenta dos grupos: en el grupo "A" se sitúa con menos cantidad de días a la cosecha alcanzado con la aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media de 99,43 días; mientras que en el grupo "B" se ubica más días a la aparición de la pella al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 112,45 días (Gráfico 18-3).

**Tabla 27-3:** Prueba de TUKEY al 5% para la variable días a la cosecha

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (ddt)	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	99,43	A
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	99,83	A
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	100,08	A
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	100,85	A
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	112,45	B

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

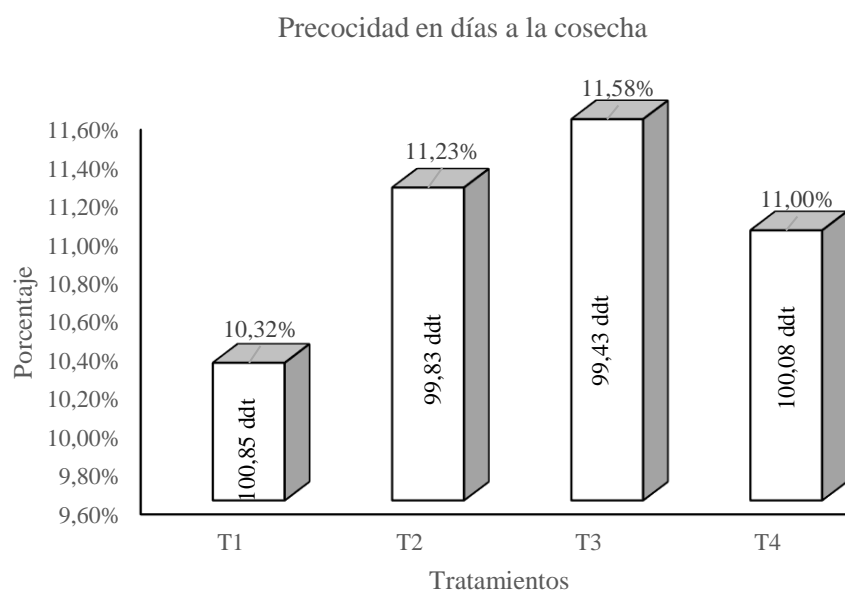


**Gráfico 18-3.** Efecto de los tratamientos en días a la cosecha

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) genero precocidad en los días a la cosecha (99,43 días después del trasplante (ddt)) que representan un 11,58% frente a la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con 112,45 días (Gráfico 18-3).

El cultivo de brócoli var. Avenger muestra un 11,58% más temprano en la cosecha ocasionado por la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) en relación con el número de días a la aparición de la pella evaluados por la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) (Gráfico 19-3). Esto es corroborado por (Álvaro, G. 2019. p. 1), quien manifiesta que: la fertilización rica en fósforo provoca cosechas tempranas pues este elemento activa el desarrollo inicial acortando el ciclo vegetativo y con ello favoreciendo la maduración, lo cual es concordante a lo obtenido en la investigación debido a que la aplicación de una alta recomendación de fósforo (275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg/ha dentro del formulado que corresponde a T3).



**Gráfico 19-3.** Precocidad en la cosecha causada por los tratamientos.

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

### 3.7. Peso de la pella

El análisis de varianza para peso de pella determinó que existen diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 12,48% (Tabla 28-3) (Gráfico 20-3).

**Tabla 28-3:** Análisis de la Varianza para la variable peso de pella.

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	11062,94	3	3687,65	3,35	0,0554	ns
TRATAMIENTO	205931,52	4	51482,88	46,82	<0,0001	**
Error	13195,36	12	1099,61			
Total	230189,82	19				
CV	12,48%					

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

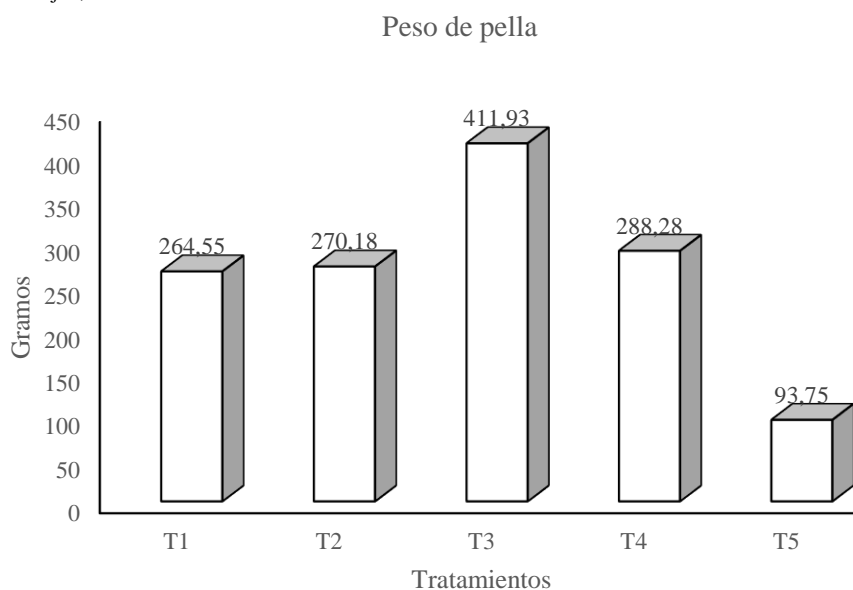
P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 29-3) para peso de pella presenta tres grupos: en el grupo “A” se sitúa con mejor peso de pella alcanzado con la aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media de 411,93 gramos; mientras que en el grupo “C” se ubica con menos peso de pella al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 93,75 gramos (Gráfico 20-3).

**Tabla 29-3:** Prueba de TUKEY al 5% para la variable peso de pella

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (gr)	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	411,93	A
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	288,28	B
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	270,18	B
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	264,55	B
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	93,75	C

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

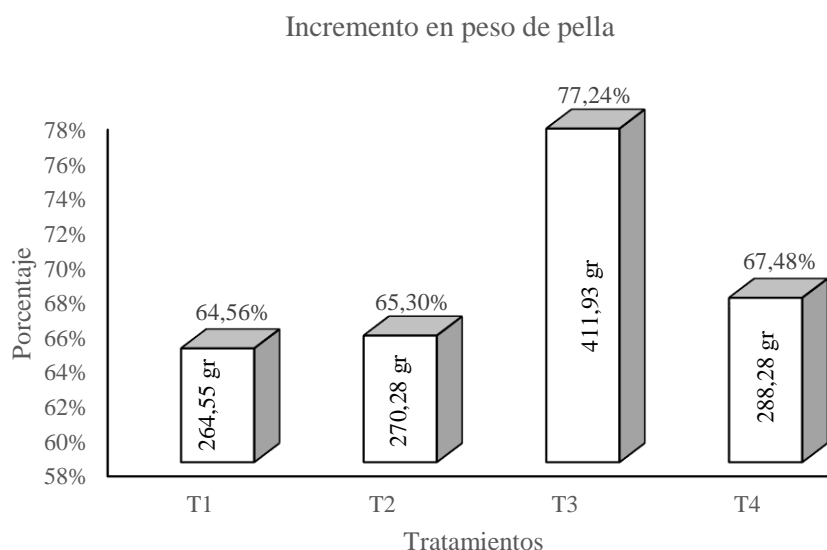


**Gráfico 20-3.** Efecto de los tratamientos en el peso de la pella

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) produjo pellas cuyo peso oscila los 411,93 gramos que representan un 77,24% mejor peso frente a la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con 93,75 gramos (Gráfico 20-3).

El cultivo de brócoli var. Avenger muestra un incremento de 77,24% en el peso de la pella ocasionado por la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) en relación con el peso de pella evaluado por la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) (Gráfico 21-3). Esto es corroborado por (Yara EC. 2021. p. 1), quien manifiesta que: el aporte adecuado de nitrógeno favorece la provisión de fotosintatos y nutrientes que se almacenan en la pella mientras que el potasio conduce a la producción de biomasa propiciando un aumento tanto en tamaño como en peso de la pella; por lo cual es necesario un suministro equilibrado entre estos dos nutrientes, lo cual es concordante a lo obtenido en la investigación debido a que la aplicación de adecuada de nitrógeno y potasio (250 N y 121 K<sub>2</sub>O kg/ha dentro del formulado que corresponde a T3).



**Gráfico 21-3.** Incremento en peso de pella causado por los tratamientos.

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

### 3.8. Peso de la planta

El análisis de varianza para peso de planta determinó que existen diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 7,75% (Tabla 30-3) (Gráfico 22-3).

**Tabla 30-3:** Análisis de la Varianza para la variable peso de planta

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	10792,50	3	3597,50	1,31	0,3168	ns
TRATAMIENTO	1074995,33	4	268748,83	97,79	<0,0001	**
Error	32979,27	12	2748,27			
Total	1118767,10	19				
CV	7,75%					

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

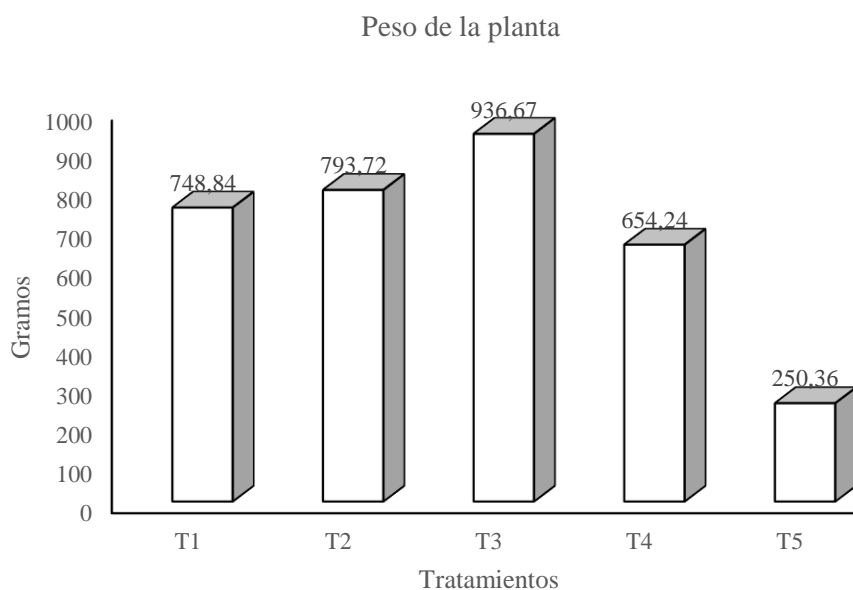
P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 31-3) para peso de planta presenta cuatro grupos: en el grupo “A” se sitúa con mejor peso de planta alcanzado con la aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media de 936,67 gramos; mientras que en el grupo “D” se ubica con menos peso de planta al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 250,36 gramos (Gráfico 22-3).

**Tabla 31-3:** Prueba de TUKEY al 5% para la variable peso de planta

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (gr)	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	936,67	A
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	793,72	B
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	748,85	B C
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	654,24	C
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	250,36	D

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

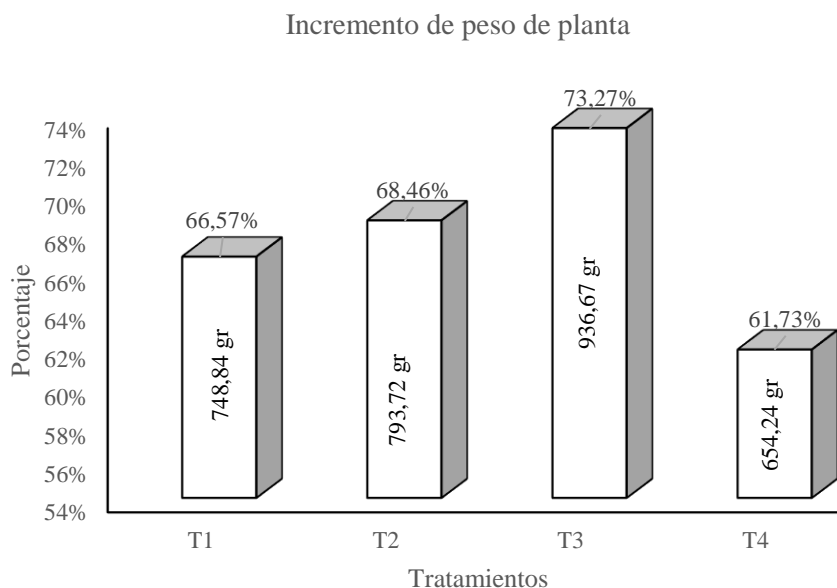


**Gráfico 22-3.** Efecto de los tratamientos en el peso de la planta

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) produjo plantas cuyo peso oscila los 936,67 gramos que representan un 73,27% mejor peso frente a la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con 250,36 gramos (Gráfico 22-3).

El cultivo de brócoli var. Avenger muestra un incremento de 73,27% en el peso de la planta ocasionado por la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) en relación con el peso de planta evaluado por la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) (Gráfico 23-3). Esto es corroborado por (Cuberos, D y Vieira, M. 1999. p. 64), quienes manifiestan que: los fertilizantes inorgánicos generan efectos indirectos mediante el incremento en el peso de la planta repercutiendo en la producción de biomasa.



**Gráfico 23-3.** Incremento en peso de planta causado por los tratamientos.

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

### 3.9. Rendimiento de pellas por parcela neta

El análisis de varianza para rendimiento por parcela neta determinó que existen diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 12,48% (Tabla 32-3) (Gráfico 24-3).

**Tabla 32-3:** Análisis de la Varianza para la variable rendimiento de pellas por parcela neta

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	12,05	3	4,02	3,35	0,0554	ns
TRATAMIENTO	224,26	4	56,06	46,82	<0,0001	**
Error	14,37	12	1,20			
Total	250,68	19				
CV	12,48%					

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

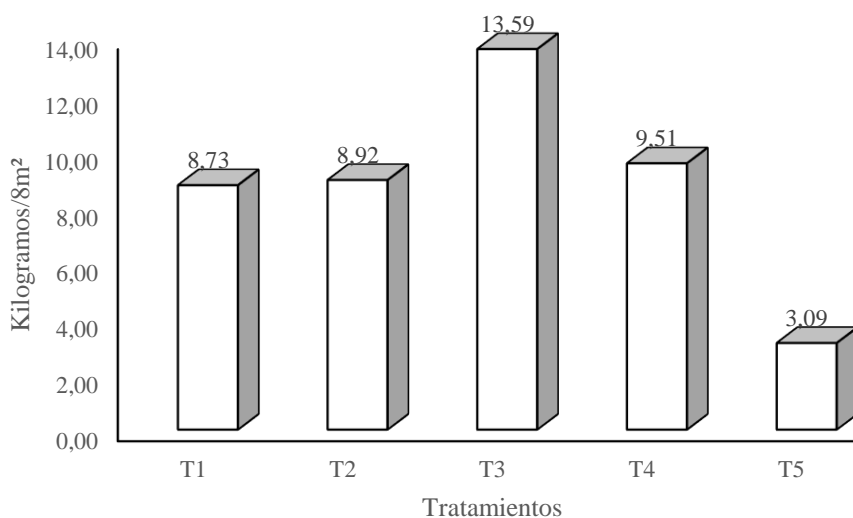
La prueba de Tukey al 5% (Tabla 33-3) para rendimiento de pellas por parcela neta presenta tres grupos: en el grupo “A” se sitúa con mejor rendimiento de parcela neta alcanzado con la aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media de 13,59 kilogramos/8m<sup>2</sup>; mientras que en el grupo “C” se ubica con menos rendimiento por parcela neta al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 3,09 kilogramos/8m<sup>2</sup> (Gráfico 24-3).

**Tabla 33-3:** Prueba de TUKEY al 5% para la variable rendimiento de pellas por parcela neta

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (kg/8m <sup>2</sup> )	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	13,59	A
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	9,51	B
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	8,92	B
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	8,73	B
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	3,09	C

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

Rendimiento de pellas por parcela neta



**Gráfico 24-3.** Efecto de los tratamientos en el rendimiento de pellas por parcela neta

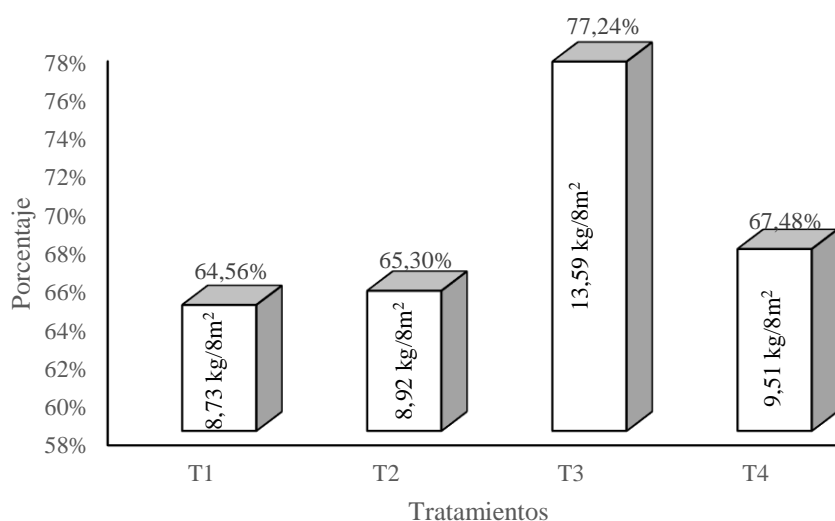
Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) produjo un rendimiento de 13,59 kilogramos/8m<sup>2</sup> que representa un 77,24% más que lo obtenido por la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con 3,09 kilogramos/8m<sup>2</sup> (Gráfico 24-3).

El cultivo de brócoli var. Avenger muestra un incremento de 77,24% en el rendimiento de pellas por parcela neta ocasionado por la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) en relación con el peso de pella evaluado por la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) (Gráfico 25-3). Esto supera a lo presentado por ICAMEX (2020) que reporta rendimiento de 9,28 kilogramos/8m<sup>2</sup> (parcela neta) utilizando una recomendación de fertilización semejante a T3 (250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O).



Incremento en rendimiento de pellas por parcela neta



**Gráfico 25-3.** Incremento en el rendimiento de pellas por parcela neta

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

### 3.10. Rendimiento de residuos de cosecha por parcela neta

El análisis de varianza para rendimiento de residuos de cosecha por parcela neta determinó que existen diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 7,75% (Tabla 34-3) (Gráfico 26-3).

**Tabla 34-3:** Análisis de la Varianza del rendimiento de residuos de cosecha por parcela neta

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICIÓN	11,72	3	3,91	1,30	0,3182	ns
TRATAMIENTO	1170,99	4	292,75	97,75	<0,0001	**
Error	35,94	12	2,99			
Total	1218,65	19				
CV	7,75%					

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 35-3) para rendimiento de residuos de cosecha por parcela neta presenta cuatro grupos: en el grupo “A” se sitúa con mejor rendimiento de parcela neta de desechos de cosecha alcanzado con la aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media de 30,91 kilogramos/8m<sup>2</sup>; mientras que en el grupo “D” se ubica con

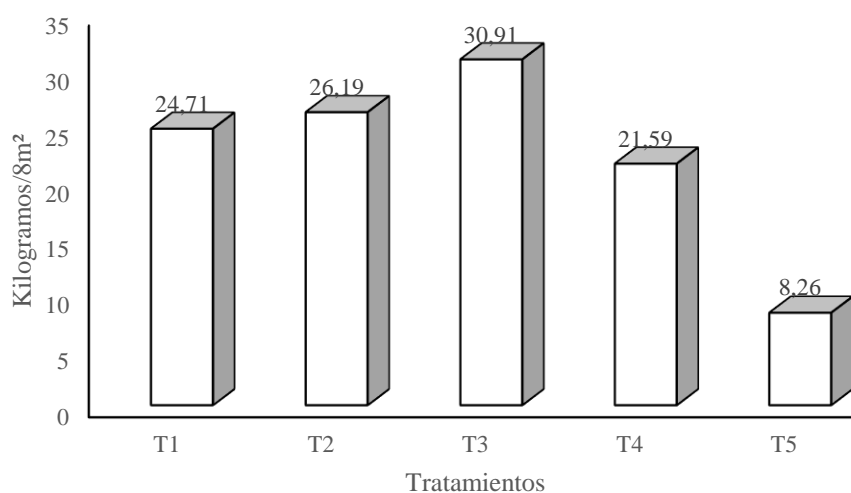
menos rendimiento por parcela neta de residuos de cosecha al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 8,26 kilogramos/8m<sup>2</sup> (Gráfico 26-3).

**Tabla 35-3:** Prueba de TUKEY al 5% del rendimiento de residuos de cosecha por parcela neta

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (kg/8m <sup>2</sup> )	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	30,91	A
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	26,19	B
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	24,71	B C
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	21,59	C
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	8,26	D

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

Rendimiento por parcela neta de residuos de cosecha

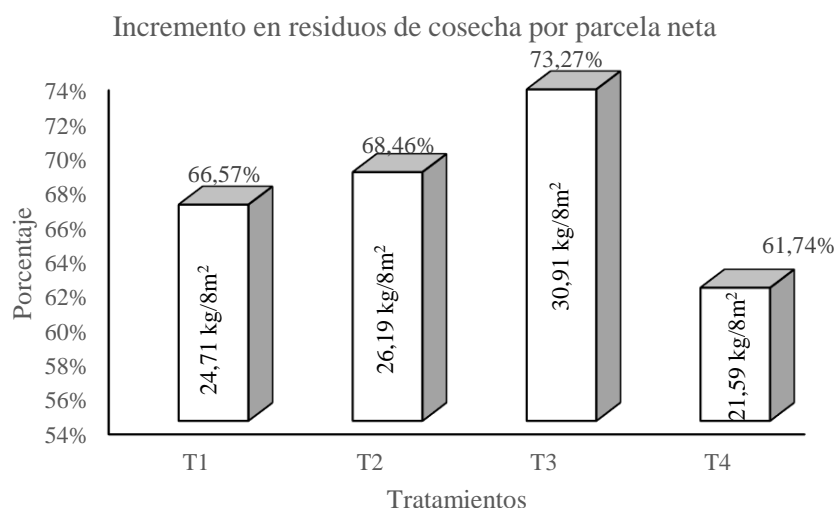


**Gráfico 26-3.** Efecto en el rendimiento de residuos de cosecha por parcela neta

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) produjo un rendimiento de residuos por parcela neta de 30,91 kilogramos/8m<sup>2</sup> que representa un 73,27% más que lo obtenido por la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con 8,26 kilogramos/8m<sup>2</sup> (Gráfico 26-3).

El cultivo de brócoli var. Avenger muestra un incremento de 73,27% en el rendimiento de residuos de cosecha por parcela neta ocasionado por la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) en relación con lo obtenido por la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) (Gráfico 27-3). Esto es corroborado por (García, A. y otros. 2008. p. 242) quienes manifiestan que: el suministro adecuado de fertilización puede cuadruplicar la producción de biomasa, lo cual se asemeja a lo obtenido por la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) en la investigación.



**Gráfico 27-3.** Incremento en el rendimiento por parcela neta de residuos de cosecha

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

### 3.11. Rendimiento de pellas por hectárea

El análisis de varianza para rendimiento de pellas por hectárea determinó que existen diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 12,48% (Tabla 36-3) (Gráfico 28-3).

**Tabla 36-3:** Análisis de la Varianza del rendimiento por rendimiento de pellas por hectárea

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICION	18,82	3	6,27	3,35	0,0554	ns
TRATAMIENTO	350,41	4	87,60	46,82	<0,0001	**
Error	22,45	12	1,87			
Total	391,68	19				
CV	12,48%					

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

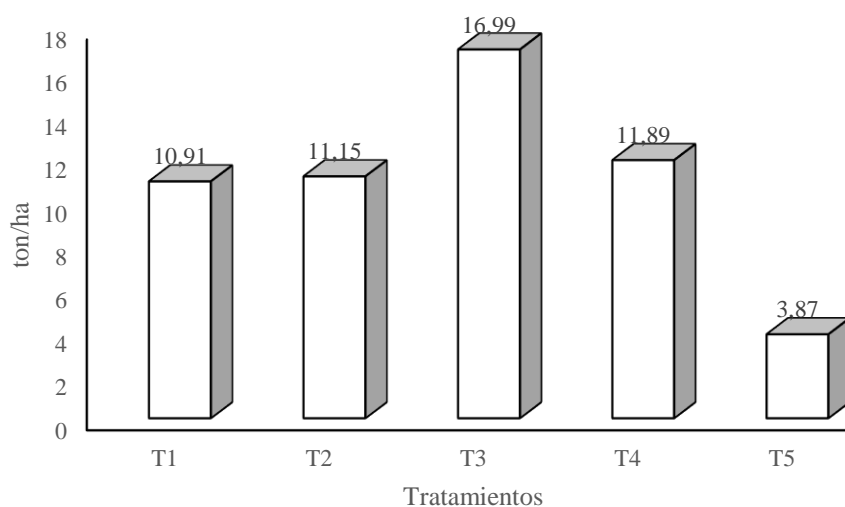
La prueba de Tukey al 5% (Tabla 37-3) para rendimiento de pellas por hectárea presenta tres grupos: en el grupo “A” se sitúa con mejor rendimiento por hectárea alcanzado con la aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media de 16,99 ton/ha, mientras que en el grupo “C” se ubica con menos rendimiento por hectárea al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 3,87 ton/ha (Gráfico 28-3).

**Tabla 37-3:** Prueba de TUKEY al 5% para la variable rendimiento de pellas por hectárea

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (ton/ha)	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	16,99	A
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	11,89	B
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	11,15	B
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	10,91	B
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	3,87	C

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

Rendimiento de pellas por hectárea



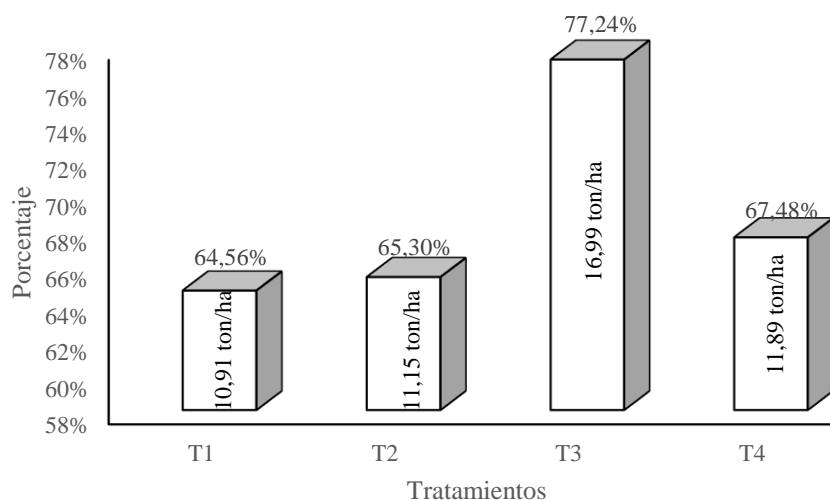
**Gráfico 28-3.** Efecto de los tratamientos en el rendimiento de pellas por hectárea

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El efecto de la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) produjo un rendimiento de 16,99 ton/ha que representa un 77,24% más que lo obtenido por la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con 3,87 ton/ha (Gráfico 28-3).

El cultivo de brócoli var. Avenger muestra un incremento de 77,24% en el rendimiento de pellas por hectárea debido a la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) en relación con el rendimiento obtenido por la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) (Gráfico 29-3). Esto supera a lo presentado por ICAMEX. (2020) reporta un rendimiento de 11,6 ton/ha mediante una recomendación de fertilización semejante a T3.

Incremento en rendimiento de pellas por hectárea



**Gráfico 29-3.** Incremento en el rendimiento de pellas por hectárea

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

### 3.12. Rendimiento de residuos de cosecha por hectárea

El análisis de varianza para rendimiento de residuos de cosecha por hectárea determinó que existen diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 7,75% (Tabla 38-3) (Gráfico 30-3).

**Tabla 38-3:** Análisis de la Varianza del rendimiento de residuos de cosecha por hectárea

F.V.	SC	GL	CM	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
REPETICION	18,33	3	6,11	1,31	0,3175	ns
TRATAMIENTO	1829,19	4	457,30	97,81	<0,0001	**
Error	56,11	12	4,68			
Total	1903,63	19				
CV	7,75%					

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

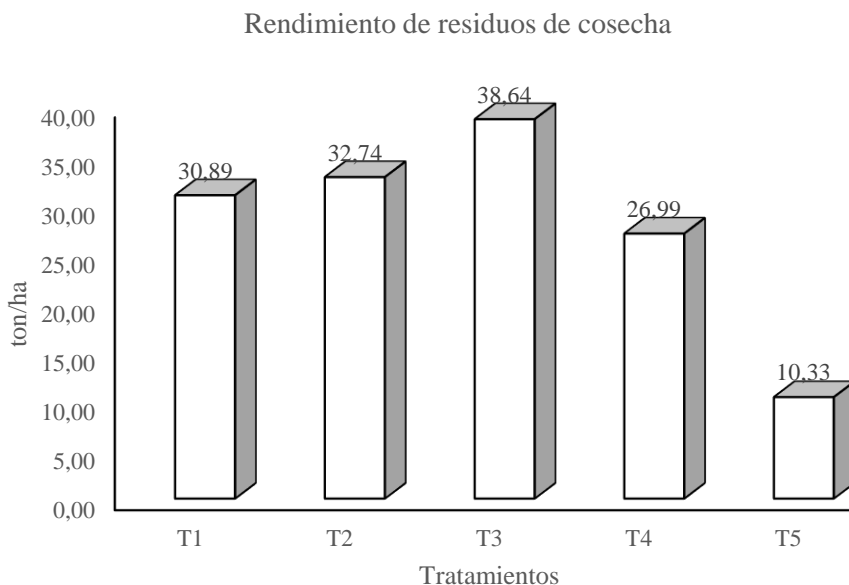
P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 39-3) para rendimiento de residuos de cosecha por hectárea presenta cuatro grupos: en el grupo “A” se sitúa con mejor rendimiento por hectárea de residuos de cosecha alcanzado con la aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media de 38,64 ton/ha, mientras que en el grupo “D” se ubica con menos rendimiento por hectárea de residuos de cosecha al aplicar en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con una media de 10,33 ton/ha (Gráfico 30-3).

**Tabla 39-3:** Prueba de TUKEY al 5% del rendimiento de residuos de cosecha por hectárea

TRATAMIENTOS (kg/ha)	CÓDIGO	MEDIAS (ton/ha)	GRUPOS
250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	T3	38,64	A
197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	T2	32,74	B
120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	T1	30,89	B C
280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	T4	26,99	C
0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	T5	10,33	D

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

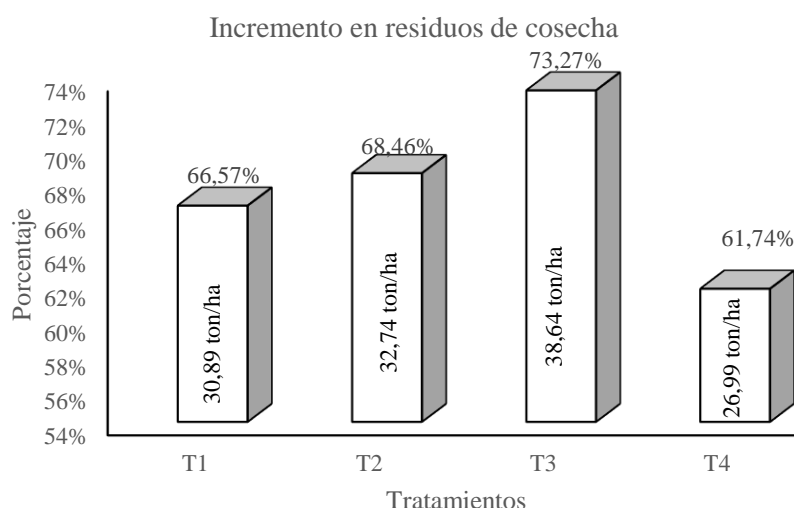


**Gráfico 30-3.** Efecto en el rendimiento de residuos de cosecha por hectárea

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

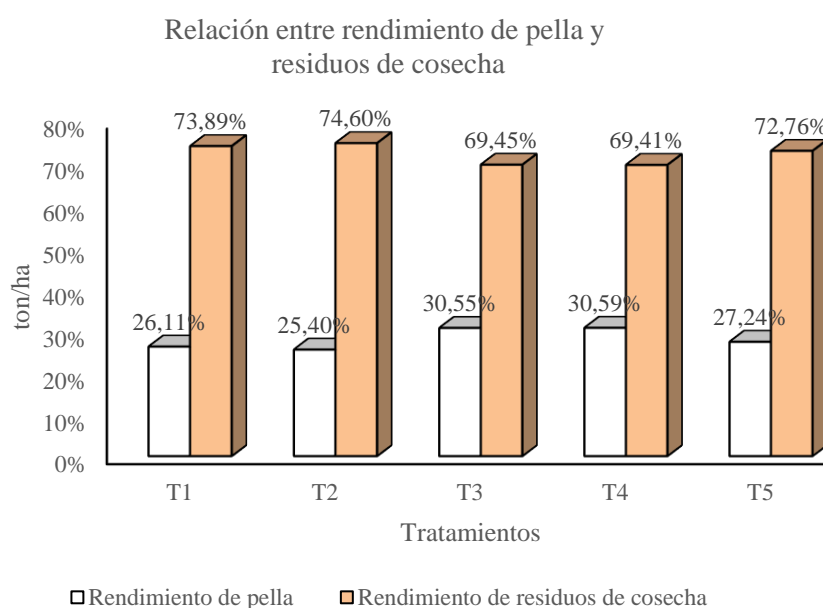
El efecto de la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) produjo un rendimiento de residuos de cosecha de 38,64 ton/ha que representa un 73,27% más que lo obtenido por la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) con 10,33 ton/ha (Gráfico 30-3).

El cultivo de brócoli var. Avenger muestra un incremento de 73,27% en el rendimiento de residuos de cosecha por hectárea ocasionado por la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) en relación con rendimiento de residuos de cosecha por hectárea obtenido por la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) (Gráfico 31-3). Esto es corroborado por (Gómez, E. 2015. p. 6) quien manifiesta en su investigación que: el 72,25% representan residuos de cosecha que numéricamente son 39,68 ton/ha lo cual se asemeja a lo obtenido en la presente investigación (Gráfico 31-3).



**Gráfico 31-3.** Incremento en el rendimiento por hectárea de residuos de cosecha

Realizado por: Ajila, Kevin 2021



**Gráfico 32-3.** Relación entre el rendimiento de pellas y el rendimiento de residuos

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

El cultivo de brócoli var. Avenger muestra mejor rendimiento de pellas con 16,99 ton/ha que significan el 30,55% del total de biomasa, mientras que el rendimiento de los residuos de cosecha es de 38,68 ton/ha que significan el 69,45% de la biomasa total obtenida (Gráfico 32-3). Esto es corroborado por (Domínguez, R. y otros. 2013. p. 5) quienes manifiestan que: las pellas representan entre el 5% - 35% de la biomasa, a diferencia de las raíces, tallos y hojas que oscilan entre el 65%

- 95% del material vegetal total generado, lo cual es concordante con los resultados obtenidos pues se encuentran enmarcados dentro de estos rangos.

### 3.13. Estimación de reciclaje de nutrientes

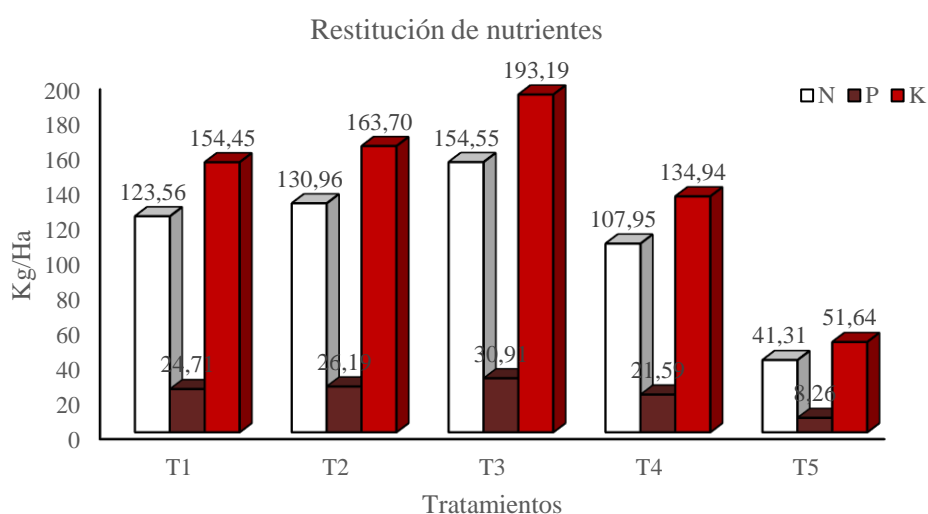
#### 3.13.1. Incorporación de N, P, K en los residuos de cosecha

El mejor rendimiento de residuos de cosecha se obtuvo con la aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) con una media de 38,64 ton/ha (Gráfico 30-3) que según (Fertiberia S.A. 2009. p. 20) manifiesta que: la composición media de una planta presenta 80% humedad y 20% de materia seca compuesta por 2% de nitrógeno, 0,4% de fósforo y 2,5% de potasio. Utilizando estos datos se estima la restitución de nutrientes proveniente de los residuos de cosechas generados por los diferentes tratamientos (Tabla 40-3) (Gráfico 33-3).

**Tabla 40 – 3:** Restitución de nutrientes según los diferentes tratamientos

	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Rendimiento (ton/ha)</b>	30,89	32,74	38,64	26,99	10,33
<b>Materia Seca (20%) (ton/ha)</b>	6,18	6,55	7,73	5,40	2,07
<b>Nitrógeno (2%) (kg/ha)</b>	123,56	130,96	154,56	107,96	41,32
<b>Fósforo (0,4%) (kg/ha)</b>	24,71	26,19	30,91	21,59	8,26
<b>Potasio (2,5%) (kg/ha)</b>	154,45	163,70	193,20	134,95	51,65

Realizado por: Ajila, Kevin 2021



**Gráfico 33-3.** Aporte nutricional de la incorporación de residuos de cosecha.

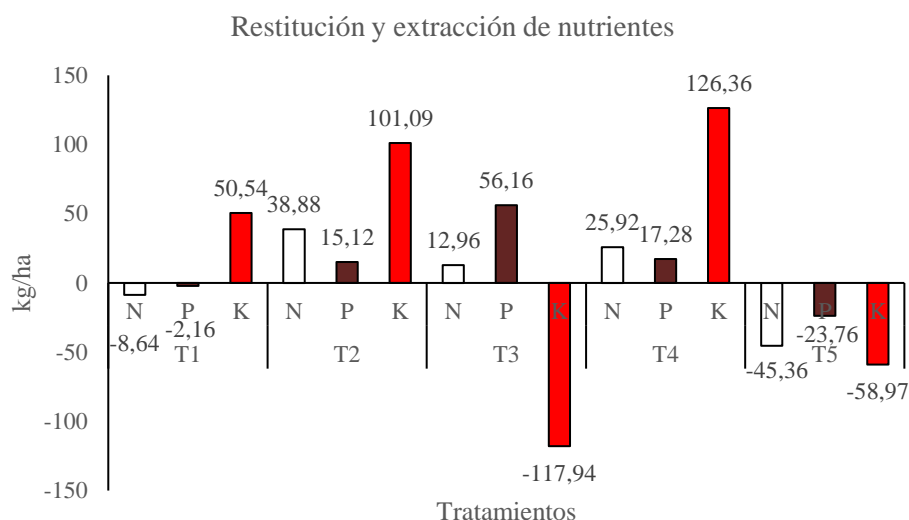
Realizado por: Ajila, Kevin 2021



El cultivo de brócoli var. Avenger mostró una restitución de 154,55 - 30,91 - 193,19 kg/ha de N, P y K respectivamente, provenientes de 38,68 ton/ha de residuos de cosecha alcanzado por la aplicación de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O kg/ha (T3) siendo el mejor tratamiento en la producción de residuos de cosecha (Gráfico 33-3). Esto es corroborado por (Ramos, C y Pomares, F. 2011. p. 184, 185) quienes manifiestan que: los elementos presentes en los residuos de cosecha oscilan entre 150 – 230, 22 – 31, 208 – 241 kg/ha de N, P y K respectivamente, lo cual guarda concordancia con los resultados obtenidos en la presente investigación.

### 3.13.2. Restitución al suelo en N, P, K por los formulados utilizados en la investigación

Según análisis de suelo realizado después de la cosecha (Anexo I), la aplicación en kg/ha de 0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O (T5) denota la extracción de nutrientes por parte del cultivo de 45,36 - 23,76 - 58,97 kg/ha de N, P, K respectivamente; mientras que la aplicación en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) a pesar de la extracción de 117,94 kg/ha de Potasio restituyó en 12,96 y 56,16 kg/ha de nitrógeno y fósforo (Gráfico 34-3).



**Gráfico 34-3.** Restitución y extracción de nutrientes

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

Los aportes de nitrógeno y fósforo son resultantes de la alta cantidad de nutrientes contenidos en el formulado T3 que no han sido extraídos por la planta, mientras que la extracción de potasio (117,94 kg/ha) se justifica con el mejor peso de pella y consecuentemente mayor rendimiento. Esto es concordante con (IFA 2002. 3) que señala: la aplicación de fertilizantes inorgánicos aporta los nutrientes faltantes en el suelo contribuyendo en el incremento del rendimiento de los cultivos pudiendo duplicar o hasta triplicar cosechas; además, Yara EC (2021) dice que: el nitrógeno ayuda en la provisión de fotosintatos que se almacenan en la pella complementándose con el potasio que

favorece la producción de biomasa propiciando un aumento de tamaño y peso de la pella mientras que Alvaro, G. (2019) indica que: el buen suministro de fósforo conduce a cosechas tempranas favoreciendo la maduración. Es así como la aplicación de fertilizantes inorgánicos además de incrementar el rendimiento también contribuye a mantener la cantidad de elementos en el suelo conservando la fertilidad a pesar de la extracción de nutrientes por las sucesivas actividades agroproductivas.

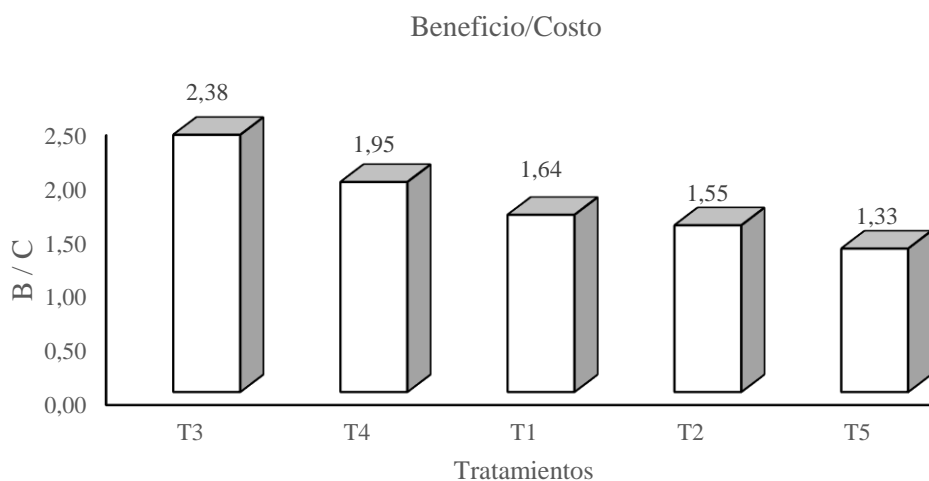
### 3.14. Análisis económico

Se realizó el análisis económico mediante la relación beneficio/costo con la finalidad de establecer el tratamiento con mayor rentabilidad (Tabla 40-3).

**Tabla 41-3:** Análisis económico según beneficio/costo

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	BENEFICIO /COSTO	RENTABILIDAD (%)
T3	250 N, 275 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 121 K <sub>2</sub> O	2,38	138,46
T4	280 N, 80 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 370 K <sub>2</sub> O	1,95	94,69
T1	120 N, 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 180 K <sub>2</sub> O	1,64	64,25
T2	197 N, 135 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 217 K <sub>2</sub> O	1,55	54,56
T5	0 N, 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0 K <sub>2</sub> O	1,33	32,96

Realizado por: Ajila, Kevin 2021



**Gráfico 35-3.** Relación beneficio/costo.

Realizado por: Ajila, Kevin 2021

De acuerdo con el análisis económico (Tabla 40-3) (Gráfico 35-3), el formulado expresado en kg/ha T3 (250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O) presentó mayor beneficio/costo con 2,38 es decir que se recuperó el dólar invertido y adicionalmente se obtuvo una ganancia de 1,38 dólares lo que

equivale al 138,46% (Anexo E); mientras que el formulado expresado en kg/ha T1 (0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O) presentó menor beneficio/costo con 1,33 es decir que se recuperó el dólar invertido y adicionalmente se alcanzó una ganancia de 0,33 dólares lo que equivale al 32,96% (Anexo G).

## CONCLUSIONES

1. La aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) influyó de manera positiva en las siguientes variables agronómica: altura de la planta, número de hojas, diámetro de tallo, días a la aparición de la pella, días a la cosecha, peso de la planta y pella, rendimiento de pellas y residuos de cosecha por parcela neta (kg/8m<sup>2</sup>) y tonelada/hectárea (ton/ha).  
Además, incorporó 38,68 ton/ha de residuos de cosecha que restituiría al suelo en 154,55; 30,91; 193,19 kg/ha de N, P, K respectivamente.
2. Con la aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) se alcanzó un rendimiento agronómico en pellas de 16,99 ton/ha.
3. La aplicación expresada en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) generó mayor rentabilidad con 138,46% lo que da a entender que por cada dólar invertido se tendrá una ganancia de 1,38 dólares, mientras que la aplicación expresada en kg/ha de T5 (0 N, 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 K<sub>2</sub>O) produjo menor rentabilidad con 32.96% lo cual se traduce en una ganancia de 0,33 dólares por cada dólar invertido.

## RECOMENDACIONES

1. Aplicar el formulado expresado en kg/ha de 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3) para el cultivo de brócoli que genera mejor rendimiento agronómico y mayor ingresos económicos en el cantón Chilla.
2. Complementar el formulado inorgánico con el aporte de micronutrientes de forma foliar y otros elementos de forma edáfica elementos como calcio, magnesio y azufre utilizando fuentes como nitrato de calcio, sulfato de magnesio y sulphomag, previo análisis de suelo con la finalidad de satisfacer la demanda nutricional del cultivo y mejorar el rendimiento.
3. Sembrar brócoli en los meses de febrero, marzo y abril con la finalidad de aprovechar el constante suministro de agua en la etapa vegetativa proveniente de la precipitación de la localidad en invierno, acompañado de un adecuado y estricto manejo fitosanitario.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGROINTEGRA.** “Guía de Protección Integrada: BROCOLÍ”. [en línea], 2017. pp. 3-18. [Consulta: 28 de abril de 2021]. Disponible en: [agrointegra.eu/images/pdfs/GuadeProteccionIntegrada\\_BRCOLI.pdf](http://agrointegra.eu/images/pdfs/GuadeProteccionIntegrada_BRCOLI.pdf)

**ALVARO, G.** “El fósforo y su importancia en el crecimiento vegetal”. *FERTIBOX Análisis agrícolas*. [en línea], 2019. p. 1. [Consulta: 10 de junio de 2021.] Disponible en: [fertibox.net/single-post/fosforo-agricultura](http://fertibox.net/single-post/fosforo-agricultura)

**ANDREU, J; et al.** “Fertilización nitrogenada”. *INFORMACIONES TÉCNICAS*. [en línea] 2006. [Consulta: 11 de marzo de 2021.] Disponible en: [https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/868/1/10532-105\\_11.pdf](https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/868/1/10532-105_11.pdf)

**ARCOS, J.** *Texto Básico Fertilización*. Riobamba-Ecuador: 2013. pp.12-133.

**BENIMELI, M; & PLASENCIA, A.** “El nitrógeno del suelo”. *Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán*. [en línea] 2019. p. 2. [Consulta: 11 de marzo de 2021.] Disponible en: <https://s9a0d11af78cd478d.jimcontent.com/download/version/1563476239/module/7953478176/name/El%20nitrogeno%20del%20suelo%202019.pdf>

**BRANZANTI, B; et al.** “Influence of phosphate fertilization on the growth and nutrient status of micropropagated apple infected with endomycorrhizal fungi during the weaning stage”. *Agronomie, EDP Sciences*, [en línea] 1992, 12 (10), pp. 841-845. [Consulta: 7 de junio de 2021.] Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/885439/filename/hal-00885439.pdf>

**BUECHEL, T.** “Relación entre el fertilizante y el estiramiento de las plantas”. *PROMIX*. [en línea] 2021. p. 1. [Consulta: 27 de mayo de 2021.] Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/relacion-entre-el-fertilizante-y-el-estiramiento-de-las-plantas/>

**CAIMINAGUA, S.** Mapificación del grado de fertilidad de suelos mediante los sistemas de información geográfica sig del cantón Chilla provincia de El Oro. (Trabajo de Titulación)

Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador [en línea] 2014. pp. 36-50. [Consulta: 25 de abril de 2021.] Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/900>

**CARTOGRÁFICA TEMÁTICA MAPA BASE INEC- IGM.** “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Chilla”. *PDyOT*. [en línea] 2010. p. 99. [Consulta: 18 de octubre de 2021.] Disponible en: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/0160002210001\\_DIAGNOSTICO%20%20DE%20CHILLA%20SIGAD-CORREGIDO\\_15-01-2015\\_11-56-26.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0160002210001_DIAGNOSTICO%20%20DE%20CHILLA%20SIGAD-CORREGIDO_15-01-2015_11-56-26.pdf)

**CENTRO DE EXPERIENCIAS DE PAIPORTA.** “Gusano de alambre. Detección y Métodos de control”. *El Huerto*. [en línea] 2016. pp. 1-4. [Consulta: 29 de abril de 2021.] Disponible en: <https://www.cajamar.es/storage/documents/boletin-huerto-168-1496659029-c67a6.pdf>

**CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS NATURALES.** “Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la Región del Biobío” *INFORMACIÓN DE AVANCE PROYECTO*. [en línea] 2017. pp. 1-2 [Consulta: 12 de abril de 2021.] Disponible en: <https://www.ciren.cl/wp-content/uploads/2017/12/Br%C3%B3coli.pdf>

**CHAMORRO, V.** Evaluación del efecto de harina de sangre como fertilizante complementario en el cultivo de brócoli (*Brassica Oleracea* Var. Avenger), en la parroquia Fernández Salvador, Cantón Montúfar, Provincia del Carchi. (Trabajo De Titulación). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Escuela de Ingeniería Agropecuaria, Ibarra, Ecuador. [en línea] 2018. p. 38. [Consulta: 17 de abril de 2021.] Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8019/1/03%20AGP%20230%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

**CLIMATE-DATA.ORG.** [en línea] 2021. p. 1. [Consulta: 13 de abril de 2021.] Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-el-oro/chilla-178211/>

**COBA, G.** “El brócoli gana protagonismo en la exportación no petrolera del país”. *PRIMICIAS EC* [en línea] 2020. pp. 1. [Consulta: 26 de marzo de 2021.] Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/brocoli-espacio-canasta-exportaciones/>

**CUBEROS, D; & VIEIRA, M.** “abonos orgánicos y fertilizantes químicos... ¿son compatibles con la agricultura?”. *Conferencia 70. XI Congreso Nacional Agronómico/ III Congreso Nacional*

*de Suelos*. [en línea] 1999. pp. 1-7. [Consulta: 25 de julio de 2021.] Disponible en: [http://www.mag.go.cr/congreso\\_agronomico\\_xi/a50-6907-III\\_061.pdf](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_061.pdf)

**DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL Y DIRECCIÓN DEL CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSA.** “Gusano de Alambre (*Agriotes* sp.)”. *Ficha Técnica*. [en línea] 2020. p. 3. [Consulta: 29 de abril de 2021.] Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600898/Gusanos\\_de\\_alambre.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600898/Gusanos_de_alambre.pdf)

**DOMÍNGUEZ, R; et al.** “Alimentación y sostenibilidad: Aprovechamiento de los subproductos del brócoli para uso industrial”. [en línea] 2013. p. 5. [Consulta: 6 de julio de 2021.] Disponible en: <https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/130304brocolisubproductos>

**ESCAMILLA, J, y otros.** “Fertilización orgánica, mineral y foliar sobre el desarrollo y la producción de papaya cv. Maradol”. *TERRA Latinoamérica*. [en línea] 2003. p. 161. [Consulta: 31 de mayo de 2021.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57315595002.pdf>

**Fernández, M.** “Fósforo: amigo o enemigo”. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*. [en línea] 2007. p. 54. [Consulta: 23 de marzo de 2021.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223114970009.pdf>

**FERTIBERIA S.A.** “Composición óptima volumétrica de un suelo cultivado”. “Guía Práctica de la Fertilización Racional en España”. *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino* [en línea] 2009. pp. 20-26. [Consulta: 7 de marzo de 2021.] Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01\\_FERTILIZACION%20RACIONAL\(BAJA\)\\_tc\\_m30-57890.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACION%20RACIONAL(BAJA)_tc_m30-57890.pdf)

**GARCÍA, A; et al.** “Efecto de la fertilización en la producción de biomasa aérea y concentraciones de nitrógeno y fósforo en plantas de colza”. *Producción vegetal de pastos*. [en línea] 2008. p. 242. [Consulta: 18 de agosto de 2021.] Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/28993/1/SEEP2009237-244.pdf>

**GARCÍA, P; et al.** “Guía Práctica de la Fertilización Racional en España”. *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino* [en línea] 2009. pp. 19-81. [Consulta: 26 de marzo de 2021.] Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01\\_FERTILIZACION%20RACIONAL\(BAJA\)\\_tc\\_m30-57890.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACION%20RACIONAL(BAJA)_tc_m30-57890.pdf).



**GÓMEZ, E.** Producción de Brócoli en Tres Ambientes para Biofumigación de Suelos. (Trabajo de Titulación). Repositorio Digital: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Mexico. [en línea] 2015. p. 6 [Consulta: 7 de julio de 2021.] Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7662/63732%20GOMEZ%20SANTIAGO%2c%20EMMANUEL%20EDUARDO%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**GOOGLE EARTH.** [en línea] 2021. [Consulta: 10 de abril de 2021.] Disponible en: <https://earth.google.com/web/@3.4119972,79.63337974,1839.47560278a,33195.7365704d,35y,0.00002178h,0t,0r/data=CjcaNRIvCiUweDkwMzM0NWVYiYzhmYWVIMDU6MHhhOTYyYTYwMDFjNjE5M2Q5KgZDaGlsbGEYAiAB>

**ICAMEX. 2020.** Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México. [en línea] 2020. [Consulta: 14 de junio de 2021.] Disponible en: <http://icamex.edomex.gob.mx/brocoli>.

**IFA.** “Los fertilizantes y su uso”. *Asociación Internacional de la Industria de los fertilizantes.* [en línea] 2002. pp. 3-8. [Consulta: 3 de marzo de 2021.] Disponible en: <http://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>

**INEC.** “Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Chilla”. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.* [en línea] 2010. p. 33. [Consulta: 25 de abril de 2021.]. Disponible en: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0160002210001\\_PD%20y%20OOT%20DEFINITIVO%20SENPLADES\\_14-03-2015\\_15-57-29.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0160002210001_PD%20y%20OOT%20DEFINITIVO%20SENPLADES_14-03-2015_15-57-29.pdf)

**INSTITUTO VEGETAL INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN.** “Fichas técnicas sobre los fertilizantes más comunes y las fuentes de nutrientes usadas en la agricultura moderna”. *Fuentes de Nutrientes Específicos.* [en línea] 2013. pp. 3-22. [Consulta: 3 de abril de 2021.] Disponible en: <http://nla.ipni.net/article/NLA-3078>

**LARDIZABAL, R; &MEDLICOTT, A.** “Planes de Manejo Integrado de Cultivo”. *USAID-ACCESO* [en línea] 2013. pp. 43-71. [Consulta: 28 de abril de 2021.] Disponible en: [http://www.agronegocioshonduras.org/wp-content/uploads/2014/06/planes\\_de\\_manejo\\_integrado\\_de\\_plagas.pdf](http://www.agronegocioshonduras.org/wp-content/uploads/2014/06/planes_de_manejo_integrado_de_plagas.pdf)

**LE GALL, J.** “El brócoli en Ecuador : la fiebre del oro verde. Cultivos no tradicionales, estrategias campesinas y globalización”. *ANUARIOAMERICANISTAEUROPEO*, N°6-7 [en línea] 2009. p. 265. [Consulta: 6 de abril de 2021.] Disponible en: <chrome-extension://dagcmkpagjlhakfdhnbomgmjdpkdklff/enhanced-reader.html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F3404583.pdf>

**LEÓN, G.** “Sistemas de Producción Vegetal II”. *Proyecto UNICA “Universidad en el Campo” Universidad de Caldas - Unión Europea*. [en línea] 2011. pp. 18-24. [Consulta: 7 de marzo de 2021.] Disponible en: [https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4781/sistemas\\_de\\_produccion\\_vegetal\\_2.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4781/sistemas_de_produccion_vegetal_2.pdf)

**MARTÍNEZ, C; & SANTOYO, J.** “Tecnología de producción de brocolí”. *Fundación Produce Sinaloa, A.C.* [en línea] 2011. pp. 9-17. [Consulta: 17 de abril de 2021.] Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1iO3oDV-8otv6wYErFV4VY0z3oGVN7pAt/view>

**MENGEL, K; & KIRKBY, E.** Principios de nutrición vegetal. Cuarto Edición. Primera Edición en Español. [en línea] 2000. pp. 369-391. [Consulta: 23 de marzo de 2021.] Disponible en: [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/66737/mod\\_resource/content/2/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/66737/mod_resource/content/2/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf)

**MINISTERIO DEL AMBIENTE.** Sistema Nacional de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador. [en línea] 2013. pp. 136-137. [Consulta: 18 de octubre de 2021.] Disponible en: <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>

**MORALES, R.** Manejo Integrado de Plagas en Brocolí. [en línea] 1995. pp. 6-15. [Consulta: 29 de abril de 2021.] Disponible en: [https://www.academia.edu/25346882/Manejo\\_integrado\\_de\\_plagas\\_en\\_brocoli](https://www.academia.edu/25346882/Manejo_integrado_de_plagas_en_brocoli).

**MR BROKO.** Taxonomía del brocoli: clasificación y morfología. [en línea] 2014. [Consulta: 8 de abril de 2021.] Disponible en: <https://mrbroko.com/taxonomia-del-brocoli/>

**NASA POWER.** [en línea] 2021. [Consulta: 24 de julio de 2021.] Disponible en : <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

**NOVOA, M. et al.** “Efecto de las deficiencias y excesos de fósforo, potasio y boro en la fisiología y el crecimiento de plantas de aguacate (*Persea americana*, cv. Hass)”. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, Vol. 12, No. 2 [en línea] 2018. p. 302. [Consulta: 26 de marzo de 2021.] Disponible en: [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias\\_hortícolas/article/view/8092/7102](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/8092/7102)

**ORELLANA, H. et al.** “Manejo Orgánico Ecológico del Cultivo de Brócoli”. *EDIFARM: Vademécum Agrícola 2008*. [en línea] 2008. p. 2. [Consulta: 9 de abril de 2021.] Disponible en: [https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/manual\\_cultivos/BROCOLI%20ORGANICO.pdf](https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/manual_cultivos/BROCOLI%20ORGANICO.pdf)

**OROZCO, M.** “El sector de brócoli se declara en emergencia”. *El Universo*. [en línea] 2019. p. 1. [Consulta: 6 de abril de 2021.] Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios-sector-brocoli-declaracion-emergencia.html>

**PÉREZ, F.** “Nutrición Mineral”. *Parte III* [en línea] 2017. p. 5. [Consulta: 31 de marzo de 2021.] Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3201/000026082L.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

**PYMERURAL.** “Plántulas de Invernadero”. *Serie: Producción Orgánica de Hortalizas de clima templado*. [en línea] 2011. p. 7. [Consulta: 16 de junio de 2021.] Disponible en: <https://www.metrocert.com/files/plantulas%20de%20invernadero.pdf>

**RAMOS, C Y POMARES, F.** “Guía Práctica de la Fertilización Racional en España”. *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino*. [en línea] 2011. p. 184. [Consulta: 17 de abril de 2021.] Disponible en: <https://www.lgseeds.es/media/guia-practica-fertilizacion-cultivos-ii.pdf>

**RODRÍGUEZ, Z.** Evaluación técnica y financiera para la creación de una nueva línea de fertilizantes orgánico – químico específicos en la empresa ABITC S.A.S (abonos integrales todo cultivo). (Trabajo de Titulación). Universidad Industrial de Santander, Colombia [en línea] 2016. p. 29. [Consulta: 31 de marzo de 2021.] Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2016/165094.pdf>.

**RUÍZ, J; et al.** “Requerimientos Agroecológicos de Cultivos”. Segunda Edición. [en línea] 2020. pp. 74-75. [Consulta: 9 de abril de 2021.] Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Jose-Ruiz-Corral/publication/343047223\\_REQUERIMIENTOS\\_AGROECOLOGICOS\\_DE\\_CULTIVOS](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Ruiz-Corral/publication/343047223_REQUERIMIENTOS_AGROECOLOGICOS_DE_CULTIVOS)

\_2da\_Edicion/links/5f1310e04585151299a4c447/REQUERIMIENTOS-AGROECOLOGICOS-DE-CULTIVOS-2da-Edicion.pdf

**SÁNCHEZ, A. et al.** “Producción de Brocolí en Ecuador”. *Observatorio Económico y Social de Tungurahua – Universidad Técnica de Ambato*. [en línea] 2020. pp. 1-4. [Consulta: 8 de abril de 2021.] Disponible en: [https://fca.uta.edu.ec/v4.0/images/OBSERVATORIO/dipticos/Diptico\\_N38.pdf](https://fca.uta.edu.ec/v4.0/images/OBSERVATORIO/dipticos/Diptico_N38.pdf)

**SÁNCHEZ, E.** “Abonos orgánicos, verdes o residuos de cosecha, técnicas que nutren a las plantas”: *fhalmeria*. [en línea] 2013. p. 1. [Consulta: 17 de abril de 2021.] Disponible en: <https://www.fhalmeria.com/noticia-18721/abonos-organicos,-verdes-o-residuos-de-cosecha,-tecnicas-que-nutren-a-las-plantas>

**SUQUILANDA, M.** Manejo agroecológicos de suelos. [en línea] 2017. pp. 34-64. [Consulta: 2 de marzo de 2021.] Disponible en: <https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/libro/Manejo%20Agroecolo%CC%81gico%20Suelos%20MSV.pdf>

**THEODORACOPOULOS, M; & LARDIZÁBAL, L.** Manual de Producción de Brócoli. [en línea] 2008. pp. 2-24. [Consulta: 6 de abril de 2021.] Disponible en: <http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/handle/123456789/111>

**TOLEDO, J. 2003.** Cultivo de Brócoli. Instituto Nacional de Investigación Agraria Dirección General de Investigación Agraria dirección Nacional de Investigación de Cultivos. Estación Experimental Donoso. Centro de Investigación y Capacitación Hortícola KIYOTADA MIYAGAWA-HUARAL. [en línea] 2003. p. 29. [Consulta: 17 de abril de 2021.] Disponible en: <https://es.scribd.com/document/434481366/Toledo-Cultivo-Brocoli>

**UNIDAD NACIONAL DE ALMACENAMIENTO EP.** Muriato de potasio - MOP. [en línea] 2017. p. 1. [Consulta: 6 de abril de 2021.] Disponible en: <http://www.una.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/07/productos%20verano%202017/03%20Ficha%20t%C3%A9cnica%20Muriato%20de%20potasio.pdf>

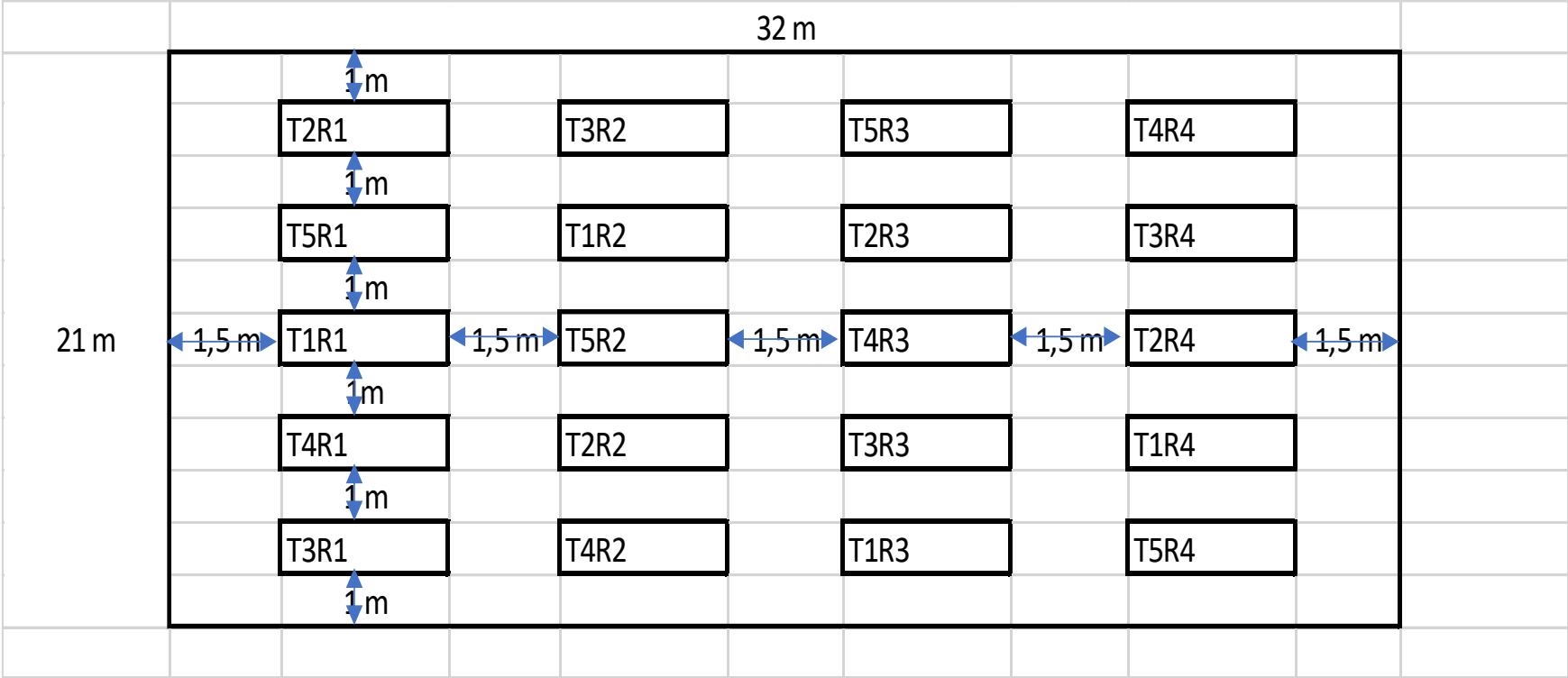
**YARA EC. 2021.** “Nutrición Vegetal: Trigo”. *Yarecuador Cia. Ltda.* [en línea] 2021. p. 1. [Consulta: 31 de mayo de 2021.] Disponible en: <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/trigo/aumentar-numero-de-tallos-y-hojas/>



Firmado electrónicamente por:  
**CRISTHIAN  
FERNANDO  
CASTILLO RUIZ**



**ANEXO B: DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO**



Realizado por: Ajila, Kevin. 2021.

**ANEXO C: COSTO DE PRODUCCIÓN PARA EL FORMULADO 120 N, 150 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 180 K<sub>2</sub>O (T1)**

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)	%
<b>Preparación del suelo</b>					
Arada - Rastrada	horas	10	15	150	
Nivelada	horas	6	15	90	
Surcada	horas	6	15	90	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>330</b>	<b>8,76</b>
<b>Fertilizantes</b>					
18-46-00	kilogramos	326,09	0,6	195,65	
Nitrato de amonio	kilogramos	180,31	0,49	88,35	
Muriato de potasio	kilogramos	300,00	0,5	150,00	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>434,00</b>	<b>11,52</b>
<b>Trasplante</b>					
Plántulas	plántulas	55556	0,012	666,67	
Transporte	camión	3	55	165	
Mano de obra	jornal	20	15	300	
Crispirofos	Litros	1,1	19,8	21,78	
Thiofim M 70% PM	kilogramos	1,1	8,3	9,13	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1162,58</b>	<b>30,87</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>					
Crispirofos	Litros	3,3	19,8	65,34	
Thiofim M 70% PM	kilogramos	3,3	8,3	27,39	
Cobrethane	kilogramos	3,3	10	33	
Daconil 720 SC	Litros	3,3	20	66	
Mano de obra	jornal	15	15	225	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>416,73</b>	<b>11,07</b>
<b>Labores culturales</b>					
Deshierba	jornal	20	15	300	
Fertilización - Aporque	jornal	20	15	300	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>600</b>	<b>15,93</b>
<b>Cosecha</b>					
Mano de obra	jornal	13	15	195	
Sacos	sacos	218,2	0,3	65,46	
Transporte	camión	4	55	220	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>480,46</b>	<b>12,76</b>
<b>TOTAL</b>				<b>3423,77</b>	
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>342,38</b>	<b>9,09</b>
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>3766,15</b>	<b>100,00</b>
<b>BENEFICIO COSTO</b>					
<b>INGRESO TOTAL</b>				<b>6.185,98</b>	
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>3.766,15</b>	
<b>BENEFICIO/COSTO</b>				<b>1,64</b>	
				<b>RENTABILIDAD</b>	<b>64,25%</b>

**ANEXO D: COSTO DE PRODUCCIÓN PARA EL FORMULADO 197 N, 135 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 217 K<sub>2</sub>O (T2)**

<b>RUBROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNIT. (USD)</b>	<b>P. TOTAL (USD)</b>	<b>%</b>
<b>Preparación del suelo</b>					
Arada - Rastrada	horas	10	15	150	
Nivelada	horas	6	15	90	
Surcada	horas	6	15	90	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>330</b>	<b>8,24</b>
<b>Fertilizantes</b>					
18-46-00	kilogramos	293,48	0,6	176,09	
Nitrato de amonio	kilogramos	424,04	0,49	207,78	
Muriato de potasio	kilogramos	361,67	0,5	180,84	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>564,70</b>	<b>14,10</b>
<b>Trasplante</b>					
Plántulas	plántulas	55556	0,012	666,67	
Transporte	camión	3	55	165	
Mano de obra	jornal	20	15	300	
Crispirofos	Litros	1,1	19,8	21,78	
Thiofim M 70% PM	kilogramos	1,1	8,3	9,13	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1162,58</b>	<b>29,03</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>					
Crispirofos	Litros	3,3	19,8	65,34	
Thiofim M 70% PM	kilogramos	3,3	8,3	27,39	
Cobrethane	kilogramos	3,3	10	33	
Daconil 720 SC	Litros	3,3	20	66	
Mano de obra	jornal	15	15	225	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>416,73</b>	<b>10,41</b>
<b>Labores culturales</b>					
Deshierba	jornal	20	15	300	
Fertilización - Aporque	jornal	20	15	300	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>600</b>	<b>14,98</b>
<b>Cosecha</b>					
Mano de obra	jornal	15	15	225	
Sacos	sacos	223	0,3	66,9	
Transporte	camión	5	55	275	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>566,9</b>	<b>14,15</b>
<b>TOTAL</b>				<b>3640,91</b>	
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>364,09</b>	<b>9,09</b>
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>4005,00</b>	<b>100</b>
<b>BENEFICIO COSTO</b>					
<b>INGRESO TOTAL</b>		<b>6.190,32</b>			
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>4.005,00</b>			
<b>BENEFICIO/COSTO</b>		<b>1,55</b>		<b>RENTABILIDAD</b>	<b>54,56%</b>



**ANEXO E: COSTO DE PRODUCCIÓN PARA EL FORMULADO 250 N, 275 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 121 K<sub>2</sub>O (T3)**

<b>RUBROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNIT. (USD)</b>	<b>P. TOTAL (USD)</b>	<b>%</b>
<b>Preparación del suelo</b>					
Arada - Rastrada	horas	10	15	150	
Nivelada	horas	6	15	90	
Surcada	horas	6	15	90	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>330</b>	<b>7,63</b>
<b>Fertilizantes</b>					
18-46-00	kilogramos	597,83	0,6	358,70	
Nitrato de amonio	kilogramos	418,80	0,49	205,21	
Muriato de potasio	kilogramos	201,67	0,5	100,84	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>664,75</b>	<b>15,37</b>
<b>Trasplante</b>					
Plántulas	plántulas	55556	0,012	666,67	
Transporte	camión	3	55	165	
Mano de obra	jornal	20	15	300	
Crispirofos	Litros	1,1	19,8	21,78	
Thiofim M 70% PM	kilogramos	1,1	8,3	9,13	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1162,58</b>	<b>26,89</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>					
Crispirofos	Litros	3,3	19,8	65,34	
Thiofim M 70% PM	kilogramos	3,3	8,3	27,39	
Cobrethane	kilogramos	3,3	10	33	
Daconil 720 SC	Litros	3,3	20	66	
Mano de obra	jornal	15	15	225	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>416,73</b>	<b>9,64</b>
<b>Labores culturales</b>					
Deshierba	jornal	20	15	300	
Fertilización - Aporque	jornal	20	15	300	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>600</b>	<b>13,88</b>
<b>Cosecha</b>					
Mano de obra	jornal	18	15	270	
Sacos	sacos	339,8	0,3	101,94	
Transporte	camión	7	55	385	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>756,94</b>	<b>17,51</b>
<b>TOTAL</b>				<b>3930,99</b>	
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>393,10</b>	<b>9,09</b>
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>4324,09</b>	<b>100</b>
<b>BENEFICIO COSTO</b>					
<b>INGRESO TOTAL</b>	<b>10.311,22</b>				
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>4.324,09</b>				
<b>BENEFICIO/COS</b>	<b>2,38</b>			<b>RENTABILIDAD</b>	<b>138,46%</b>

**ANEXO F: COSTO DE PRODUCCIÓN PARA EL FORMULADO 280 N, 80 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 370 K<sub>2</sub>O (T4)**

<b>RUBROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNIT. (USD)</b>	<b>P. TOTAL (USD)</b>	<b>%</b>
<b>Preparación del suelo</b>					
Arada - Rastrada	horas	10	15	150	
Nivelada	horas	6	15	90	
Surcada	horas	6	15	90	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>330</b>	<b>7,79</b>
<b>Fertilizantes</b>					
18-46-00	kilogramos	173,91	0,6	104,35	
Nitrato de amonio	kilogramos	731,46	0,49	358,42	
Muriato de potasio	kilogramos	616,67	0,5	308,34	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>771,10</b>	<b>18,20</b>
<b>Trasplante</b>					
Plántulas	plántulas	55556	0,012	666,67	
Transporte	camión	3	55	165	
Mano de obra	jornal	20	15	300	
Crispirofos	Litros	1,1	19,8	21,78	
Thiofim M 70% PM	kilogramos	1,1	8,3	9,13	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1162,58</b>	<b>27,44</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>					
Crispirofos	Litros	3,3	19,8	65,34	
Thiofim M 70% PM	kilogramos	3,3	8,3	27,39	
Cobrethane	kilogramos	3,3	10	33	
Daconil 720 SC	Litros	3,3	20	66	
Mano de obra	jornal	15	15	225	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>416,73</b>	<b>9,84</b>
<b>Labores culturales</b>					
Deshierba	jornal	20	15	300	
Fertilización - Aporque	jornal	20	15	300	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>600</b>	<b>14,16</b>
<b>Cosecha</b>					
Mano de obra	jornal	15	15	225	
Sacos	sacos	237,8	0,3	71,34	
Transporte	camión	5	55	275	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>571,34</b>	<b>13,48</b>
<b>TOTAL</b>				<b>3851,74</b>	
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>385,17</b>	<b>9,09</b>
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>4236,92</b>	<b>100</b>
<b>BENEFICIO COSTO</b>					
<b>INGRESO TOTAL</b>		<b>8.248,92</b>			
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>4.236,92</b>			
<b>BENEFICIO/COS</b>		<b>1,95</b>		<b>RENTABILIDAD</b>	<b>94,69%</b>

**ANEXO G. COSTO DE PRODUCCIÓN PARA EL FORMULADO 00 N, 00 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 00 K<sub>2</sub>O (T5)**

<b>RUBROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNIT. (USD)</b>	<b>P. TOTAL (USD)</b>	<b>%</b>
<b>Preparación del suelo</b>					
Arada - Rastrada	horas	10	15	150	
Nivelada	horas	6	15	90	
Surcada	horas	6	15	90	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>330</b>	<b>10,63</b>
<b>Fertilizantes</b>					
18-46-00	kilogramos	0,00	0,6	0,00	
Nitrato de amonio	kilogramos	0,00	0,49	0,00	
Muriato de potasio	kilogramos	0,00	0,5	0,00	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Trasplante</b>					
Plántulas	plántulas	55556	0,012	666,67	
Transporte	camión	3	55	165	
Mano de obra	jornal	20	15	300	
Crispirofos	Litros	1,1	19,8	21,78	
Thiofim M 70% PM	kilogramos	1,1	8,3	9,13	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1162,58</b>	<b>37,44</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>					
Crispirofos	Litros	3,3	19,8	65,34	
Thiofim M 70% PM	kilogramos	3,3	8,3	27,39	
Cobrethane	kilogramos	3,3	10	33	
Daconil 720 SC	Litros	3,3	20	66	
Mano de obra	jornal	15	15	225	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>416,73</b>	<b>13,42</b>
<b>Labores culturales</b>					
Deshierba	jornal	20	15	300	
Fertilización - Aporque	jornal	20	15	300	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>600</b>	<b>19,33</b>
<b>Cosecha</b>					
Mano de obra	jornal	12	15	180	
Sacos	sacos	77,4	0,3	23,22	
Transporte	camión	2	55	110	
<b>SUBTOTAL</b>				<b>313,22</b>	<b>10,09</b>
<b>TOTAL</b>				<b>2822,53</b>	
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>282,25</b>	<b>9,09</b>
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>3104,78</b>	<b>100</b>
<b>BENEFICIO COSTO</b>					
<b>INGRESO TOTAL</b>	<b>4.128,00</b>				
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>3.104,78</b>				
<b>BENEFICIO/COSTO</b>	<b>1,33</b>			<b>RENTABILIDAD</b>	<b>32,96%</b>

**ANEXO H: ANÁLISIS DE SUELO PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**



**NEMALAB S.A.**

En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP

e-mail: [nemalab@lapavic.com.ec](mailto:nemalab@lapavic.com.ec)

KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA) S/N Y GRUPO BOLIVAR, EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. (593) 2992184

28/10/2020

Pág: 1 / 1

**Cliente:** AJILA SANCHEZ KEVIN GEOVANNY

**Remitente:** KEVIN AJILA

**Propiedad:** SHIGUIL

**Localización:**

Sitio

Parroquia

CHILLA  
Cantón

EL ORO  
Provincia

**Cultivo:**

**Documento No:** 00045142

**Fecha de Muestreo:** 12/10/2020

**Fecha de Ingreso:** 13/10/2020

**Fecha de Salida:** 28/10/2020

**Resultados e Interpretación de: ANALISIS DE SUELO BASICO**

Cód. de Muestra	No. de Muestra	pH	p.p.m.						meq / 100g			Relaciones			
			NH4	P	Zn	Cu	Fe	Mn	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K
46210	CHKA	4.7 Ac	116A	40 A	3.8 M	2.0 M	219.2 A	21.3 A	0.47 A	4.78 B	1.38 B	3.46	10.17	2.94	13.11

**Interpretación:**

pH	Niveles	Metodología Utilizada
Ac: Acido < 5.5 LAc: Ligeramente Acido 5.6 - 6.4 PN: Prácticamente Neutro 6.5 - 7.5 LiA: Ligeramente Alcalino 7.6 - 8.0 Al: Alcalino > 8.1	B: Bajo M: Medio A: Alto	pH: SUELO: AGUA (1: 2.5) S, B: Fosfato de Calcio P, K, Ca, Mg: Olsen Modificado NH4: K Cl: Espectrofotometría Cu, Fe, Mn, Zn: Olsen Modificado B: Curcumina CE: En Extracto de Pasta Saturada M.O.: Dicromato de Potasio

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.

BIOQ. MARCELA MOREIRA I.  
Jefe de Laboratorio



Gerente Técnico

ING. NARCISA PINTADO  
Secretaria

\* Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.  
"Suelo que produce la diferencia"



Laboratorio de análisis agrícola

**ANEXO I: ANÁLISIS DE SUELO DESPUÉS DE LA INVESTIGACIÓN.**



**NEMALAB S.A.**

En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP

e-mail: nemalab@lapavic.com.ec

KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA) S/N Y GRUPO BOLIVAR, EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. (593) 2992184 Fax: (593) 97650254

04/05/2021

Pág: 1 / 1

**Cliete:** AJILA SANCHEZ KEVIN GEOVANNY  
**Remitente:** CULTIVO BROCOLI  
**Propiedad:** SHIGUIL  
**Localización:** Sitio Parroquia CHILLA Cantón EL ORO Provincia

**Documento No:** 00054995  
**Fecha de Muestreo:** 19/04/2021  
**Fecha de Ingreso:** 21/04/2021  
**Fecha de Salida:** 03/05/2021

**Resultados e Interpretación de: ANALISIS DE SUELO ELEMENTAL**

Cód. Muestra	No. de Muestra	pH	NH4	P	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca + Mg
			p.p.m.		meq / 100g			Relaciones			
47374	SHT 1	5.2 Ac	112 A	39 A	0.53 A	7.02 M	0.44 B	15.95	13.25	0.83	14.0
47375	SHT 2	5.2 Ac	134 A	47 A	0.59 A	7.44 M	0.40 B	18.60	12.61	0.68	13.0
47376	SHT 3	4.9 Ac	122 A	66 A	0.33 M	6.27 M	0.42 B	14.93	19.00	1.27	20.0
47377	SHT 4	5.0 Ac	128 A	48 A	0.62 A	4.10 B	0.36 B	11.39	6.61	0.58	7.0
47378	SHT 5	5.1 Ac	95 A	29 A	0.40 A	5.14 M	0.51 B	10.08	12.85	1.28	14.0

**Interpretación:**

pH	Niveles	Niveles Relacionales	Metodología Utilizada
Ac: Acido < 5.5 LAc: Ligeramente Acido 5.6 - 6.4 PN: Prácticamente Neutro 6.5 - 7.5 LiA: Ligeramente Alcalino 7.6 - 8.0 Al: Alcalino > 8.1	B: Bajo M: Medio A: Alto	RANGOS NORMALES Ca / Mg: 3.5 - 4.0 Ca / K: 17.0 - 25.0 Mg / K: 8.0 - 15.0 Ca + Mg / K: 20.0 - 38.0	pH: SUELO: AGUA (1: 2.5) S, B: Fosfato de Calcio P, K, Ca, Mg: Olsen Modificado MH4: K Cl: Espectrofotometría Cu, Fe, Mn, Zn: Olsen Modificado B: Curcumina CE: Pasta Saturada M.O.: Dicromato de Potasio

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.  
 Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.

BIOQ. MARTHA MOREIRA I.  
 Jefe de Laboratorio



Gerente Técnico

ING. NARCISA PINTADO  
 Secretaria

**NEMALAB**  
 Laboratorio de análisis agrícola

F01002R

**ANEXO J: PRECIPITACIÓN DURANTE EL PROYECTO**

<b>DIA</b>	<b>MES</b>	<b>AÑO</b>	<b>PRECIPITACIÓN (mm/día)</b>
23	DICIEMBRE	2020	0,21
24	DICIEMBRE	2020	0,7
25	DICIEMBRE	2020	1
26	DICIEMBRE	2020	4,82
27	DICIEMBRE	2020	1,39
28	DICIEMBRE	2020	0,03
29	DICIEMBRE	2020	0,67
30	DICIEMBRE	2020	9,72
31	DICIEMBRE	2020	7,21
1	ENERO	2021	1,4
2	ENERO	2021	2,22
3	ENERO	2021	3,32
4	ENERO	2021	6,35
5	ENERO	2021	1,94
6	ENERO	2021	2,64
7	ENERO	2021	1,41
8	ENERO	2021	2,63
9	ENERO	2021	2,12
10	ENERO	2021	2,28
11	ENERO	2021	1,08
12	ENERO	2021	2,11
13	ENERO	2021	1,2
14	ENERO	2021	1,44
15	ENERO	2021	5,63
16	ENERO	2021	1,9
17	ENERO	2021	2,06
18	ENERO	2021	3,21
19	ENERO	2021	1,7
20	ENERO	2021	1,88
21	ENERO	2021	2,03
22	ENERO	2021	3,83
23	ENERO	2021	0,63
24	ENERO	2021	5,38
25	ENERO	2021	6,42
26	ENERO	2021	0,15
27	ENERO	2021	5,63
28	ENERO	2021	3,89

29	ENERO	2021	3,9
30	ENERO	2021	5,97
31	ENERO	2021	0,36
1	FEBRERO	2021	0,75
2	FEBRERO	2021	0,84
3	FEBRERO	2021	0,09
4	FEBRERO	2021	0,28
5	FEBRERO	2021	0,18
6	FEBRERO	2021	0,28
7	FEBRERO	2021	1,39
8	FEBRERO	2021	0,91
9	FEBRERO	2021	3,27
10	FEBRERO	2021	5,79
11	FEBRERO	2021	2,21
12	FEBRERO	2021	1,91
13	FEBRERO	2021	0,73
14	FEBRERO	2021	1,64
15	FEBRERO	2021	4,16
16	FEBRERO	2021	3,37
17	FEBRERO	2021	1,87
18	FEBRERO	2021	2,33
19	FEBRERO	2021	1,83
20	FEBRERO	2021	0,71
21	FEBRERO	2021	0,54
22	FEBRERO	2021	1,76
23	FEBRERO	2021	1,26
24	FEBRERO	2021	0,16
25	FEBRERO	2021	1,26
26	FEBRERO	2021	3,71
27	FEBRERO	2021	3,22
28	FEBRERO	2021	9,16
1	MARZO	2021	14,65
2	MARZO	2021	9,1
3	MARZO	2021	7,46
4	MARZO	2021	5,59
5	MARZO	2021	2,66
6	MARZO	2021	1,11
7	MARZO	2021	1,27
8	MARZO	2021	13,46
9	MARZO	2021	10,34

10	MARZO	2021	13,11
11	MARZO	2021	17,22
12	MARZO	2021	4,5
13	MARZO	2021	6,64
14	MARZO	2021	8,8
15	MARZO	2021	19,3
16	MARZO	2021	14,26
17	MARZO	2021	3,28
18	MARZO	2021	4,75
19	MARZO	2021	1,48
20	MARZO	2021	0,23
21	MARZO	2021	0,07
22	MARZO	2021	2,83
23	MARZO	2021	0,69
24	MARZO	2021	0,12
25	MARZO	2021	0,08
26	MARZO	2021	2,53
27	MARZO	2021	2,8
28	MARZO	2021	1,9
29	MARZO	2021	1,88
30	MARZO	2021	0,79
31	MARZO	2021	0,09

**Fuente:** (NASA POWER, 2021)





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO  
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL  
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS  
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 22 / 12 / 2021

**INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)**

**Nombres – Apellidos:** Kevin Geovanny Ajila Sanchez

**INFORMACIÓN INSTITUCIONAL**

**Facultad:** *Recursos Naturales*

**Carrera:** Agronomía

**Título a optar:** Ingeniero Agrónomo



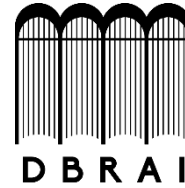
Firmado electrónicamente por:  
**CRISTHIAN  
FERNANDO  
CASTILLO RUIZ**



2234-DBRA-UTP-2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO  
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL  
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS  
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 22 / 12 / 2021

**INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)**

**Nombres – Apellidos:** Kevin Geovanny Ajila Sanchez

**INFORMACIÓN INSTITUCIONAL**

**Facultad:** *Recursos Naturales*

**Carrera:** Agronomía

**Título a optar:** Ingeniero Agrónomo



Firmado electrónicamente por:  
**CRISTHIAN  
FERNANDO  
CASTILLO RUIZ**



2234-DBRA-UTP-2021