

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**ESCUELA DE POSGRADO**

**TESIS**

**“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y RENDIMIENTO  
AGROECOLÓGICO DE COL (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) EN EL  
DISTRITO DE BARRANCA – 2020”**

**PRESENTADO POR:**

**DANTE DANIEL CRUZ NIETO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR  
EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**ASESOR:**

**DR. ISAÚL MAURICIO ALOR HERBOZO**

**HUACHO - 2022**

**“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y RENDIMIENTO  
AGROECOLÓGICO DE COL (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) EN  
EL DISTRITO DE BARRANCA – 2020”**

**DANTE DANIEL CRUZ NIETO**

**TESIS DE TESIS DE DOCTORADO**

**ASESOR: DR. ISAÚL MAURICIO ALOR HERBOZO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO  
DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES.**

**HUACHO**

**2022**

## **DEDICATORIA**

A mis padres y amigos por su apoyo durante el desarrollo de la tesis.

*Dante Daniel Cruz Nieto*

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a mi asesor, amistades y jurados quienes aportaron su conocimiento para el desarrollo de la tesis.

*Dante Daniel Cruz Nieto*

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>4</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>1</b>
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación de la investigación	3
1.5 Delimitaciones del estudio	3
1.6 Viabilidad del estudio	4
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Antecedentes de la investigación</b>	<b>5</b>
2.1.1 Investigaciones internacionales	5
2.1.2 Investigaciones nacionales	6
2.2.1 Características de la vinaza	9
2.2 Bases filosóficas	11
2.3 Definición de términos básicos	12
2.4 Hipótesis de investigación	12
2.4.1 Hipótesis general	12
2.4.2 Hipótesis específicas	12
2.5 Operacionalización de las variables	13
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>14</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>14</b>
3.1 Diseño metodológico	14
<b>3.2 Población y muestra</b>	<b>22</b>
<b>3.2.1 Población</b>	<b>22</b>
<b>3.2.2 Muestra</b>	<b>22</b>
3.3 Técnicas de recolección de datos	22
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	23

<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>24</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Análisis de resultados</b>	24
<b>4.1.1 Resultados de análisis de suelo</b>	24
4.1.2 Resultados de análisis del abono orgánico	25
4.1.3 Resultados de evaluación en campo y laboratorio	26
<b>4.2 Contrastación de la hipótesis</b>	27
4.2.1 Análisis de contrastación de la altura de planta	29
4.2.2 Análisis de contrastación del peso de cabeza por tratamiento	32
4.2.3 Análisis de contratación del rendimiento	33
4.2.4 Análisis de contrastación de la longitud de raíz por tratamiento	35
4.2.5 Análisis de contrastación del diámetro ecuatorial de col	36
4.2.6 Análisis de contrastación de las características químicas de col	38
4.2.7 Aporte de nitrógeno	38
4.2.8 Análisis económico	39
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>41</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>41</b>
5.1 Discusión de resultados	41
5.1.1 Altura de planta	41
5.1.2 Peso de cabeza de col	41
5.1.3 Rendimiento comercial	42
5.1.4 Longitud de raíz	43
5.1.5 Diámetro de col	43
5.1.6 Característica química del cultivo de col	44
5.1.7 Aporte de nitrógeno	44
5.1.8 Análisis económico	45
<b>CAPÍTULO VI</b>	<b>46</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>46</b>
6.1 Conclusiones	46
6.2 Recomendaciones	47
<b>REFERENCIAS</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>53</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de las Variables .....	13
Tabla 2: Dosis de fertilización para mayor población de plantas .....	14
Tabla 3: Dosis de fertilización para menor población de plantas .....	14
Tabla 4: Densidad de siembra de col .....	15
Tabla 5: Interacción de dosis de compost y distanciamientos por tratamiento .....	15
Tabla 6: Aplicación de dosis de compost por tratamiento .....	20
Tabla 7: Factor de conversión de nitrógeno total a disponible en ppm en relación (C/N) .	21
Tabla 8: Análisis de suelo del área experimental, Barranca .....	24
Tabla 9: Recomendación de nutrición para el cultivo de col .....	25
Tabla 10: Análisis de macronutrientes del abono orgánico .....	25
Tabla 11: Análisis de micronutrientes del abono orgánico .....	25
Tabla 12: Análisis de varianza para el diseño factorial a × b. ....	28
Tabla 13: Análisis de varianza de altura de planta .....	29
Tabla 14: Prueba de Duncan al 5 % de error de doble entrada de altura de planta, para los efectos de fertilización, densidad de siembra e interacción. ....	29
Tabla 15: Interacción de la altura de la planta por efectos del compost y densidad de siembra .....	31
Tabla 16: Análisis de varianza de peso de col por tratamiento .....	32
Tabla 17: Prueba de Duncan al 5 % de error de doble entrada de peso de cabeza, para efectos de fertilización, densidad de siembra e interacción. ....	32
Tabla 18: Análisis de varianza de rendimiento comercial de col por tratamiento .....	33
Tabla 19: Prueba de Duncan al 5 % de error de doble entrada del rendimiento comercial de col, para efectos de fertilización, densidad de siembra e interacción. ....	34
Tabla 20: Análisis de varianza de longitud de raíz por tratamiento .....	35
Tabla 21: Prueba de Duncan al 5 % de error de doble entrada de longitud de raíz de col, para efectos de fertilización, densidad de siembra e interacción. ....	35
Tabla 22: Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de col por tratamiento .....	36
Tabla 23: Prueba de Duncan al 5 % de error de doble entrada de diámetro ecuatorial de col, para efectos de fertilización, densidad de siembra e interacción. ....	37
Tabla 24: Característica química del cultivo de col por tratamiento .....	38
Tabla 25: Cantidad de nitrógeno utilizado en relación al rendimiento .....	39
Tabla 26: Análisis económico de rentabilidad por tratamiento .....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Efecto de interacción de altura de planta de col .....	30
Figura 2: Etapa fenológica del cultivo de col de acuerdo a la interacción.....	31
Figura 3: Efecto de interacción de peso de cabeza .....	33
Figura 4: Efecto de interacción en el rendimiento de comercial de col.....	34
Figura 5: Longitud de raíz por tratamiento .....	36
Figura 6: Diámetro ecuatorial de col por tratamiento .....	37
Figura 7: Análisis económico de costo beneficio por tratamiento .....	40



## ANEXOS

Anexo 1: Costo de producción del mayor rendimiento de col, $T_7 = F_3 * D_2$ .....	54
Anexo 2: Altura de planta por tratamiento (cm), Fecha: 18/12/2022 (7 d.d.t.).....	57
Anexo 3: Altura de planta por tratamiento (cm), Fecha: 25/12/2022 (14 d.d.t.).....	57
Anexo 4: Altura de planta por tratamiento (cm), Fecha: 01/01/2022 (21 d.d.t.).....	57
Anexo 5: Altura de planta por tratamiento (cm), Fecha: 08/01/2022 (28 d.d.t.).....	57
Anexo 6: Altura de planta por tratamiento (cm), Fecha: 15/01/2022 (35 d.d.t.).....	58
Anexo 7: Altura de planta por tratamiento (cm), Fecha: 22/01/2022 (42 d.d.t.).....	58
Anexo 8: Altura de planta por tratamiento (cm), Fecha: 29/01/2022 (49 d.d.t.).....	58
Anexo 9: Altura de planta por tratamiento (cm), Fecha: 05/02/2022 (56 d.d.t.).....	58
Anexo 10: Altura de planta por tratamiento (cm), Fecha: 12/02/2022 (63 d.d.t.).....	59
Anexo 11: 1era muestra de cabeza de col (g), Fecha 12/02/2022 (63 d.d.t.).....	59
Anexo 12: 2da muestra de cabeza de col (g), Fecha 10/03/2022 (89 d.d.t.).....	59
Anexo 13: 3ra muestra de cabeza de col (g), Fecha 17/03/2022 (96 d.d.t.).....	59
Anexo 14: 4ta cosecha de cabeza de col, Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t).....	60
Anexo 15: Peso promedio de cabeza de col (g), Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t.).....	60
Anexo 16: 1era muestra de longitud de raíz de col (cm), Fecha 12/02/2022 (63 d.d.t.).....	60
Anexo 17: 2da muestra de longitud de raíz de col (cm), Fecha 10/03/2022 (89 d.d.t.).....	60
Anexo 18: 3ra muestra de longitud de raíz de col (cm), Fecha 17/03/2022 (96 d.d.t.).....	61
Anexo 19: 4ta muestra de longitud de raíz de col (cm), Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t.).....	61
Anexo 20: Longitud de raíz de col promedio (cm), Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t.).....	61
Anexo 21: 1era muestra de diámetro ecuatorial de col (cm), Fecha 12/02/2022 (63 d.d.t.).....	61
Anexo 22: 2da muestra de diámetro ecuatorial de col (cm), Fecha 10/03/2022 (89 d.d.t.).....	62
Anexo 23: 3ra muestra de diámetro ecuatorial de col (cm), Fecha 17/03/2022 (96 d.d.t.).....	62
Anexo 24: 4ta muestra de diámetro ecuatorial de col (cm), Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t).....	62
Anexo 25: Diámetro ecuatorial promedio de col (cm), Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t.).....	62
Anexo 26: 1era cosecha de col (kg /parcela), Fecha 12/02/2022 (63 d.d.t.).....	63
Anexo 27: 2da cosecha de col (kg/parcela), Fecha 10/03/2022 (89 d.d.t.).....	63
Anexo 28: 3ra cosecha de col (kg /parcela), Fecha 17/03/2022 (96 d.d.t.).....	63
Anexo 29: 4ta cosecha de col (kg /parcela), Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t.).....	63
Anexo 30: Rendimiento de col (kg /parcela), Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t.).....	64
Anexo 31: Rendimiento comercial de col (tn/ ha), Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t.).....	64
Anexo 32: Análisis de costo de producción y utilidad por tratamiento.....	64

Anexo 33: Análisis de rentabilidad y costo beneficio por tratamiento .....	65
Anexo 34: Resumen de las evaluaciones por tratamiento.....	65
Anexo 35: Análisis de suelo del área experimental .....	66
Anexo 36: Análisis químico del compost a base de residuos de caña de azúcar .....	66
Anexo 37: Almacigo de col.....	66
Anexo 38: Toma de muestra de suelo.....	66
Anexo 39: Delimitación del área experimental .....	66
Anexo 40: Trasplante de col en el área experimental .....	66
Anexo 41: Aplicación de las dosis de compost .....	66
Anexo 42: Vista panorámica del experimento .....	66
Anexo 43: Se monitoreó controló las plagas .....	66
Anexo 44: Se evaluó la altura de planta de cada tratamiento.....	66
Anexo 45: Vista panorámica del experimento .....	66
Anexo 46: Se cosechó las muestras de cada tratamiento .....	66
Anexo 47: Se evaluaron las características de la planta y se anotaron de cada parcela.....	66

## RESUMEN

Muchos años han pasado y los residuos de la caña de azúcar no han tenido una adecuada disposición final; ya que se han expuesto al aire libre o vertidos al suelo. Esto ha contaminado el ambiente, servido de hospederos de plagas y enfermedades. Para lo cual, es necesario darle un valor agregado eficiente de manera que su aprovechamiento sea necesario para la agricultura.

Por este motivo, se realizó la investigación sobre el efecto de la fertilización orgánica y rendimiento agroecológico de col en el distrito de Barranca. El objetivo fue determinar el efecto de la fertilización orgánica y rendimiento agroecológico de col en el distrito de Barranca. Se basa en la metodología aplicada con enfoque experimental, por lo que se empleó el modelo estadístico del Diseño de Bloques Completamente al Azar que constó de 3 bloques y 8 tratamientos que están formados por interacción de dosis de compost ( $F_1 = 0$ ,  $F_2 = 8$ ,  $F_3 = 10$  y  $F_4 = 12$  tn/ha) y distanciamiento ( $D_1 = 0.30$  m entre planta y 0.60 m entre surco y  $D_2 = 0.35$  m entre planta y 0.60 m entre surco)  $T_1 = F_1 * D_1$ ,  $T_2 = F_2 * D_1$ ,  $T_3 = F_3 * D_1$ ,  $T_4 = F_4 * D_1$ ,  $T_5 = F_1 * D_2$ ,  $T_6 = F_2 * D_2$ ,  $T_7 = F_3 * D_2$ ,  $T_8 = F_4 * D_2$ , la aplicación se realizó a los 24 días después del trasplante. Asimismo, se evaluó las características físicas, características químicas y rentabilidad. Obtenidos los datos se procesaron con el análisis de varianza de dos factores y la prueba de Duncan al 5 % de error.

Se determinó que el  $T_7$  destacó en altura de planta con 40.53 cm, peso de cabeza de col con 485.93 g, diámetro de col con 14.78 cm, rendimiento comercial con 26.761 tn y  $T_6$  en longitud de raíz con 20.22 cm, en el consumo de nitrógeno el  $T_4$  y  $T_8$  con 476 kg/ha y en rentabilidad económica el  $T_7$  con 150.15 %.

Se concluye que es una alternativa sostenible a una adecuada dosis de compost y mayor distanciamiento; puesto que se aprovechó los nutrientes como N, P, K y otros elementos y hubo menor competencia nutricional, siendo el  $T_7$  con 26.761 tn/ha que se diferencia con 51.39 % y 32.17 % de los testigos  $T_1$  y  $T_5$  respectivamente y es rentable con 150.15 %.

**Palabras claves:** Residuos de caña de azúcar, nutrientes, compost, rendimiento

## ABSTRACT

Many years have passed and the sugar cane residues have not had an adequate final disposal; since they have been exposed to the open air or spilled on the ground. This has polluted the environment, serving as hosts for pests and diseases. For this reason it is necessary to give it an efficient added value so that its use is necessary for agriculture.

For this reason, research was carried out on the effect of organic fertilization and agroecological yield of cabbage in the district of Barranca. The objective was to determine the effect of organic fertilization and agroecological yield of cabbage in the district of Barranca. It is based on the methodology applied with an experimental approach, for which the statistical model of the Completely Random Block Design was used, which consisted of 3 blocks and 8 treatments that are formed by the interaction of compost doses (F1 = 0, F2 = 8, F3 = 10 and F4 = 12 tn/ha) and spacing (D1 = 0.30 m between plants and 0.60 m between rows and D2 = 0.35 m between plants and 0.60 m between rows) T1 = F1\*D1, T2 = F2\*D1, T3 = F3\*D1, T4 = F4\*D1, T5 = F1\*D2, T6 = F2\*D2, T7 = F3\*D2, T8 = F4\*D2, the application was made 24 days after transplantation. Likewise, the physical characteristics, chemical characteristics and profitability were evaluated. Once the data was obtained, it was processed with the analysis of variance of two factors and Duncan's test at 5% error.

It was determined that T7 stood out in plant height with 40.53 cm, cabbage head weight with 485.93 g, cabbage diameter with 14.78 cm, commercial yield with 26,761 tons and T6 in root length with 20.22 cm, in nitrogen consumption. The T4 and T8 with 476 kg/ha and in economic profitability the T7 with 150.15%.

It is concluded that it is a sustainable alternative to an adequate dose of compost and greater distance; since nutrients such as N, P, K and other elements were used and there was less nutritional competition, being T7 with 26,761 tn/ha, which differs with 51.39% and 32.17% of the controls T1 and T5 respectively and is profitable with 150.15%.

**Keywords:** Sugarcane residues, nutrients, compost, yield

## INTRODUCCIÓN

Una práctica recurrente, que se viene haciendo desde los incios de la actividad fabril azucarera, con algunas propuesta es darle un valor agregado a los residuos de la caña de azúcar; sin embargo no se han llegado a concretarlo por completo en las actividades agrícolas. Pues hasta la fecha los subproductos de los residuos orgánico como bagazo y vinaza, se exponen al aire libre y se vierten a las agua o al suelo agrícola, ocasionando contaminación significativa.

Por lo que, se propone utilizar estos residuos para la elaboración de compost que beneficiará a los agricultores de la zona. Según Bohórquez A., *et. al.* (2014), afirman que los subproductos frescos de la industria azucarera (cachaza, bagazo, vinaza) incorporándose al suelo tiene un efecto negativo en las plantas. Por ello, el compost es una alternativa para el aprovechamiento de estos subproductos (p. 73).

Cabe mencionar que los residuos de bagazo y vinaza se pueden emplear para la elaboración de compost y aprovecharlo para la fertilización, puesto que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y al mismo tiempo reduce el gasto económico y la contaminación ambiental. Mencionado esta afirmación se sostiene con Ospina I. (2016) quien afirma que el compost maduro reduce los cambios de acidez del suelo y forma compuestos estables, y el compost menos maduro continúa el metabolismo en el campo, reduciendo el contenido de materia orgánica en el suelo (p. 80).

Por este motivo, se desarrolló la investigación en la provincia de Barranca que tiene 5 valles, los habitantes en gran mayoría se dedican a la agricultura y que cuentan con el Río Pativilca Río Fortaleza y Río de Supe que riega todos los valles. El experimento empezó con el almácigo luego se trasplantó a dos distanciamientos y con dosis de compost. Esto se hizo con la finalidad de determinar el distanciamiento y dosis adecuada para mayor rendimiento. El diseño estadístico que se empleó fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar que constó de 3 bloques y 8 tratamientos.

Obtenidos los datos se procesaron con el análisis de varianza de dos factores, lo que permitió conocer que interacción fue significativa o no; es decir si hubo efecto de dosis y distanciamiento o no y se operó con la Prueba de Duncan al 5 % de error. Es necesario

mencionar que los resultados favorecerán a los agricultores de la zona; ya que reducirá los gastos en fertilización al mismo tiempo aprovechará el espacio de su terreno para mayor producción, lo cual mejorará su ingreso económico.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

La inapropiada distribución final de los desechos de la caña de azúcar, que son principalmente el bagazo y la vinaza han impactado negativamente a las corrientes de agua fluviales. Estos residuos sirven de medios de hospedares de vectores que han propiciado enfermedades y la emisión de material particulado por la combustión del bagazo y residuos de la caña de azúcar. Estas actividades inapropiadas han sido perjudiciales a la salud pública y al ecosistema. Según Dancé J y Sáenz D. (2016), sostienen que la suspensión de partículas al medio ambiente por la quema de caña de azúcar es un factor que contribuye al aumento de las enfermedades respiratorias, como el asma, bronquial y otras afecciones. Asimismo, Quiroz I e Pérez A. (2013) afirman que la inadecuada disposición final de la cachaza y vinaza que son residuos de la caña de azúcar contaminan el ambiente al vertir a los ríos; pero es favorable cuando se da un valor agregado para el suelo.

Es indispensable referir que en la actividad fabril azucarera en el logro de obtener 1 litro de alcohol se producen 14 a 15 litros del efluente vinaza y 250 kg de bagazo en promedio de 1 tonelada de caña de azúcar elaborada. En esta dinámica productiva se producen en grandes volúmenes de residuos contaminantes, que al no hacer un apropiado tratamiento se impacta al ecosistema; por lo que es indispensable darle un valor agregado. Según Cerioni J. *et. al.* (2019), citan que el bagazo de caña de azúcar es un residuo que se encuentra disponible en Argentina, dado que se generan 180-280 kg de bagazo por tonelada de caña. Asimismo, Ibarra-Camacho, R. y León-Duharte, L. (2018), mencionan que por cada litro de etanol producido a partir de miel final se obtienen de 12 a 15 litros de vinaza como residual, con una demanda química de oxígeno (DQO) entre 60 y 70 g/L.

En consecuencia del inapropiado tratamiento de desechos de la caña de azúcar, se propuso atribuirle un valor agregado con el fin de mitigar el impacto ambiental negativo al ecosistema; por lo que se tomó los residuos de bagazo y vinaza y se elaboró el compost. Cabe mencionar que este abono orgánico por su contenido nutricional se

emplea como fertilizante para las hortalizas de la zona. Según López E. *et. al.* (2017) exponen que el compost (base de sub productos de caña de azúcar) muestra indicadores positivos de calidad, como: humedad de 59 %, el pH 8,2; la relación carbono-nitrógeno de 12,5; densidad aparente de 0,55 g/ cm<sup>3</sup>, el nitrógeno de 1 %, fósforo 1,3 %, potasio 1,1 % y magnesio 1,1 %. Lo que resultado beneficioso para la producción.

Por esta razón, se ejecutó la investigación en la provincia de Barranca que tiene 5 valles, los pobladores en su mayor parte, desarrollan actividades vinculadas a la agricultura y que tiene cobertura de los ríos Pativilca, Fortaleza y de Supe que se utilizan para las actividades de regadío. Con estas condiciones se instaló el experimento en inicio con el almácigo luego se trasplantó a 2 distanciamientos y con 4 dosis de compost. Esto se realizó con el objetivo de precisar el distanciamiento óptimo y dosis apropiada para mejorar el rendimiento. El diseño estadístico que se utilizó fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar que se compuso de 3 bloques y 8 tratamientos.

Luego de obtener la data experimental se tabularon y sometieron al análisis estadístico, con la prueba de varianza de dos factores, lo que logró saber que interacción fue significativa o no; es decir si existió efecto de dosis y distanciamiento o no, también se efectuó con la Prueba de Duncan al 5 % de error. Es importante referir que los resultados benefician al agricultor de la zona; ya que disminuirá los desembolsos en la adquisición de fertilizantes, paralelamente utilizar ventajosamente el espacio de su terreno para incrementar la producción, lo cual incrementará su ingreso económico.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cómo determinar el efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento de col en el distrito de Barranca?

### **1.2.2 Problemas específicos**

1. ¿Qué dosis de compost y distanciamiento influyen en el rendimiento de col en Barranca?
2. ¿Cómo la dosis de compost y distanciamientos influyen en las características físicas de la col en Barranca?
3. ¿En qué concentración de nutrientes en hojas influyen en el rendimiento de col en Barranca?



4. ¿Cómo las dosis de compost y distanciamiento influyen en la rentabilidad económica el distrito de Barranca?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar el efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento de col en el distrito de Barranca.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Precisar la dosis de compost y distanciamiento para el mayor rendimiento de col en Barranca
2. Evaluar los efectos de las dosis de compost y distanciamientos en las características físicas de la col en Barranca.
3. Analizar la concentración de nutrientes en hojas en función al rendimiento de col en Barranca
4. Fijar la dosis de compost y distanciamiento que destaca en la rentabilidad de col en Barranca

### **1.4 Justificación de la investigación**

La instalación de este experimento sobre el efecto de la fertilización orgánica y rendimiento agroecológico de col en el distrito de Barranca, determinó la dosis y distanciamiento adecuado para el mayor rendimiento de col. Por lo que, se evidencia que la utilización de compost a base de residuos de caña de azúcar es una alternativa ecológica y con enfoque sostenible puesto que, se obtienen frutos ecológicos, reduce el costo de producción y la contaminación ambiental.

### **1.5 Delimitaciones del estudio**

Es importante mencionar que la principal delimitación de esta investigación; es que hay dificultad económica del abastecimiento de fertilizantes en el distrito de Barranca.

Por otro lado, la obtención de residuos de la caña de azúcar como bagazo y vinaza no es accesible al público; puesto que se ha solicitado estos residuos para la elaboración del compost.

## **1.6 Viabilidad del estudio**

Con este trabajo de investigación se aprovechará los residuos de la caña de azúcar para la elaboración de compost y de esta manera aplicarlo como fertilizante orgánico en las hortalizas como la col en el distrito de Barranca, ubicado en la provincia de Barranca. También se obtendrá fruto ecológico, reducirá el costo de producción, mejorará la propiedad física, química y biológica del suelo y reducirá la contaminación ambiental.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Investigaciones internacionales

Se realizó trabajos de investigaciones que se elaboraron el compost con diferentes porcentajes de residuos de caña de azúcar, con la finalidad de determinar el abono con mayor nutrición favorable para la planta, como es el estudio de Garcés M. (2014), quien expone que el mejor tratamiento es 60% bagazo, 0% azolla, 40% suelo y microorganismos obtuvo pH 7.23, humedad 57.87%, relación carbono/nitrógeno 18:1 y contenido de materia orgánica 17.6% (p. 1)

Por otro lado, Rodríguez I, *et. al.* (2017), determinaron la influencia de la aplicación individual y combinada de compost y fertilizantes sobre el rendimiento de caña de azúcar. Los tratamientos fueron 5, 10 y 15 t ha<sup>-1</sup> de compost solo y combinados con 50 y 75% de la recomendación de fertilizantes en dependencia del análisis de suelo y el rendimiento del tablón, además del 100% de dosis recomendada y testigo absoluto. Los resultados determinaron que la aplicación de 5 t ha<sup>-1</sup> con el 75% del fertilizante mineral el que mostró diferencia significativa con relación al testigo con el mayor volumen de producción de caña (p. 119)

Suárez K. (2020), tuvo como objetivo enfoque en la elaboración del diseño de producto para la comercialización de compost de bagazo de caña de azúcar, que permite generar valor agregado y maximice ingresos logrando mejorar el nivel de vida de las personas del sector. Concluyó que en el análisis del estudio de mercado reflejó, que el uso del abono orgánico se da principalmente en los hogares para jardines o huertos caseros; y en las diferentes áreas verdes como parques y parterres de la Ciudad. También determinó según la opinión del consumidor qué, para la compra del producto valora de gran manera la calidad y mayor cantidad de nutrientes que éste tenga, y así ayude a mejorar el rendimiento del suelo (p. 49)

Sotomayor C. *et. al.* (2019), mencionan uno de los caminos más importantes que marcó el último Congreso de Tecnólogos de la Caña de Azúcar, es el del manejo eficiente de los residuos originados durante los procesos de producción de azúcar y

alcohol, los cuales poseen un elevado potencial como fuentes de energía y/o nutrientes para los cultivos ya que constituyen importantes fuentes de materia orgánica, nitrógeno, potasio y fósforo. En este sentido, la elaboración de compost constituye una muy buena práctica de manejo y aprovechamiento a tener en cuenta, ya que mediante un proceso biológico, controlado, es posible obtener un producto de alto valor comercial y nutricional (p. 15)

Pérez H. *et. al.* (2017), tuvieron como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de compost sobre algunas propiedades físicas y químicas de un suelo bajo cultivo intensivo de caña de azúcar. Se desarrolló un experimento de campo en el Ingenio Valdez, cantón Milagro, provincia Guayas, Ecuador, en un suelo Vertic Haplustepts, sobre un tablón de soca I con el cultivar ECU-01. Se utilizó un diseño en bloques completamente al azar y las dosis de compost aplicadas fueron de 5, 10 y 15 t ha<sup>-1</sup>. El tratamiento de 15 t ha<sup>-1</sup> fue el que más incremento produjo en el contenido de materia orgánica del suelo, con un valor de 2,81 %, significativamente superior al testigo, que presentó el valor más bajo (2,42 %). La aplicación de compost produjo una disminución de la densidad aparente del suelo y mejoró el pH. El contenido de fósforo, calcio y magnesio, aumentó en todos los tratamientos que recibieron compost en relación al testigo, no así con el potasio. En la cosecha se incrementó significativamente el rendimiento, con valores de 18,82; 23,37 y 20,68 t de caña ha<sup>-1</sup>, en relación al testigo, donde no se aplicó la enmienda (p. 56)

### **2.1.2 Investigaciones nacionales**

Ordinola J. (2021), tuvo como finalidad el aprovechamiento de los subproductos generados por la empresa agroindustrial del distrito de Ignacio Escudero, que en su proceso de producción de etanol, terminan generando residuos como bagazo, cachaza, ceniza y levadura, los cuales son almacenados en botaderos y otras partes son vendidas a empresas externas. Pero debido a que estos residuos son de origen orgánico pueden reaprovechados y obtener de ellos un abono orgánico (compost) rico en nutrientes que podría generar beneficios para la empresa debido a la disminución del volumen de residuos. Con lo que respecta a los costos de producción, para producir una tonelada de abono orgánico se tiene un costo de S/. 333.14, con un precio de venta de mercado de S/. 511, el flujo de caja señala que la

producción de abono orgánico es rentable y viable, con un VAN de S/. 2, 358,463.68 y un TIR de 68 %, que aplicando el análisis de beneficio costo se tiene como resultado S/. 4.93. (p.7)

Gulden A. (2016), investigó sobre el efecto del volumen de agua y guano vacuno en la descomposición de broza de *Saccharum officinarum* L. con microorganismos eficientes y vinaza, con el objetivo de descomponer la broza a fracciones menores. Para la instalación de cada una de las unidades experimentales, se colectó broza picada de un campo dos días después de su cosecha. En la instalación y a los 36 días se tomaron muestras compuestas de cada uno de los tratamientos para analizar las características nutricionales, además de la relación C/N, Conductividad Eléctrica (CE), C orgánico, materia orgánica (MO), N total y pH. La temperatura de cada uno de los tratamientos, fue registrada por un periodo de 36 días del ensayo. La broza de caña de azúcar logró una descomposición parcial cuando se mezcló con agua, microorganismos benéficos y vinaza, sin embargo, no se logró la fracción necesaria en ninguna de las mezclas para ser incorporada en campo por la dureza de la fibra con el fin de facilitar las operaciones de la maquinaria agrícola. La broza de caña de azúcar es alta en lignina y difícil de descomponer (p. 6)

Saucedo A. (2017), desarrollo su investigación en la empresa industrial Pucalá, dedicada a la siembra de caña de azúcar, el cual después de muchos procesos tiene como producto final la azúcar rubia. Uno de los tantos procesos son los que cumplen los filtros Oliver el cual genera un residuo llamado cachaza, que es arrojado a la acequia que pasa por toda la fábrica, sin ningún tratamiento alguno contaminando el recurso agua, por ello se realiza bono orgánico de este subproducto para mejorar la calidad de los suelos agrícolas. El diseño metodológico que se utilizó fue no experimental inferencial - longitudinal con modelo de regresión lineal simple, la población fue el residuo de cachaza originado por los filtros Oliver de la empresa , el muestreo fue no probabilístico y la muestra fue por conveniencia de 100 kg la cual fue recolectada en un solo día, para luego analizar sus parámetros fisicoquímicos de pH, temperatura, humedad, conductividad electica, concentración de materia orgánica, químicos N, P, K, Ca, C, Mg y la relación C/N, los datos obtenidos fueron procesados en los programas Microsoft Excel y SPSS. Se obtuvieron los siguientes resultados: en el análisis del bono orgánico de cachaza

sus resultados son pH: 7.80; conductividad eléctrica 2.92 mmhos/cm; materia orgánica 35.70 %; fosforo 3.12 %; potasio 0.73 %; calcio 2.03 %; humedad 43% y relación C/N 14.08 % y si puede ser utilizado en suelos agrícolas. En cuanto a los resultados de los datos estadísticos obtuvimos un comportamiento lineal y un parámetro de  $B1 \neq 0$ ,  $B1 < 0$  para todos los indicadores, Conductividad Eléctrica ( $b1=26,412$ ); Materia Orgánica ( $b1=1,106$ ); Fosforo ( $b1=9,318$ ); Potasio ( $b1=298,630$ ); Carbonatos ( $b1=3,245$ ) concluyendo que a mayor tiempo es mejor la concentración de los parámetros analizados (p xiii)

Reyna A. (2020), tuvo como objetivo principal de estudio establecer la viabilidad de la producción de un fertilizante orgánico, a partir de vinaza en la Región de Lambayeque, con la finalidad de maximizar el potencial de los cultivos orgánicos y residuos de vinaza, que es un subproducto de la destilación del alcohol. Para la producción de fertilizante orgánico se utiliza la vinaza, añadiendo pajilla de arroz en proporciones de 30% y 70%, logrando así la mejora de las propiedades del fertilizante, para una mejor interpretación del secado y su soldado mezcla. El proceso de producción de fertilizante orgánico se llevó a cabo utilizando muestras concentradas de vinaza divididas en tres grupos: 55 °Bx, 65 °Bx y 75° Bx, a las cuales se le agregaron una mezcla de pajilla, en proporciones de: 45%, 50% y 55% de vinaza y el resto en los grupos establecidos. Las pruebas, que se llevaron a cabo con la ayuda un laboratorio, revelaron que es posible elaborar abono orgánico a partir de la uva respetando los estándares establecidos. Finalmente, el proyecto si es viable dado que tiene un valor actual neto (VAN) de S/ 21, 798,900.89, siendo el proyecto rentable. Además, la tasa interna de rentabilidad financiera (TIR) del 121%, lo que da por entendido que aparte de devolver el capital invertido, se podrá otorgar un adicional (p. iv)

Cardoza J. (2021), expone que el estudio se desarrolló en el Proyecto Agroindustrial Maple Etanol de propiedad de la empresa Maple Etanol S.R.L, y que fue transferida al Grupo Gloria con la razón social de Agro Aurora SAC. Dentro del proceso integral del proyecto agroindustrial Maple Etanol S.R.L. considera 5 componentes: Agrícola, Industrial, energía, transporte y almacenamiento (ver Figura N°01). Este estudio ha profundizado en los componentes agrícola e Industrial, que es donde se

desarrolla la investigación. El Componente industrial describe el proceso, desde la descarga de Caña de azúcar hasta la producción de etanol, y emisión de efluentes tóxicos, como la Vinaza. Se concluye, como mejor opción: “Que la vinaza debe de ser aplicada como fertilizante, en el Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión, para mitigar el problema de los sólidos; y aplicada en el lote cosechado, donde se extrajo la materia prima; devolviendo al suelo, gran parte de Nitrógeno, fosforo y Potasio. Con este tratamiento cumplimos con lo aprobado en el EIA, cerrando así, el círculo de producción ambientalmente saludable. En el Capítulo III, describe el planteamiento metodológico de la solución al problema planteado en el Capítulo I (p. viii)

## **2.1 Bases teóricas**

### **2.2.1 Características de la vinaza**

Flores C. (2019), menciona que los desechos originados en la industria alcoholera, azucarera y derivados pueden convertirse en subproductos, con cierto valor económico y a la vez, evitar el impacto al medio ambiente que ocasionaría su incorrecta disposición. En la presente investigación monográfica presentamos el impacto que ocasiona en el medio ambiente la vinaza de destilería en la agroindustria MAPLE ETANOL S.A. esto como un elemento de especial importancia en la gestión ambiental para analizar la utilización de un subproducto del proceso; así también se abordará el impacto técnico que ocasiona la vinaza, por su naturaleza coloidal, en la saturación de los filtros por los cuales pasa en forma diluida hacia los campos de cultivo, ocasionando un alto riesgo para el deterioro de la bomba, clave para que funcione el riego tecnificado de los terrenos de cultivo. Los principales indicadores de impacto ambiental tomados en cuenta en el desarrollo de este trabajo son los tecnológicos y medio ambientales. Los impactos ambientales que la industria alcoholera genera, provoca una incidencia directa en la población, ya sea por la emisión de partículas, gases contaminantes y residuales, efluentes sólidos y líquidos emitidos que dificultan el saneamiento ambiental de la población, y la afectación de la flora y fauna, fundamentalmente por la vinaza, por tener componentes químicos que son contaminantes refractarios (difíciles de tratamiento) y compuestos orgánicos persistentes (COPs). El grado o nivel de contaminación por vinaza es considerable y la naturaleza química compleja de sus componentes, ha sido determinante para sugerir y recomendar procesos físicos,

químicos y biológicos como mecanismos de tratamiento. La información entregada por este trabajo se presenta en seis capítulos, así como conclusiones y recomendaciones (p. 7)

### **Características del compost a base de residuos de caña de azúcar**

Gordillo F. y Guzmán M. (2017), mencionan que los desechos son una problemática mundial debido a los altos volúmenes que se generan, una alternativa para el manejo controlado es el compostaje. El estudio se orientó en identificar la influencia del método de aireación empleado en la temperatura del proceso de compostaje. Se elaboraron tres combinaciones de cachaza, bagazo, ceniza, dos fuentes de microorganismos y dos formas de aireación. Las pilas se establecieron bajo un diseño de tres factores, y se valoraron dos veces por semana; para el análisis se utilizaron análisis de varianzas, gráficas y tablas de medias, y pruebas de múltiples rangos con un 95% de confianza mediante el método LSD Fisher. El factor que influencia en la temperatura es la aireación por volteos y sus interacciones. Además, las características de los materiales compostados generan influencia en el comportamiento de la temperatura; es así que el Material con alto contenido de bagazo presentó temperaturas adecuadas en el proceso, debido a su capacidad de almacenar calor (p. 1)

Palma-López D. *et al.* (2016) evaluaron la calidad nutrimental de diferentes tipos de vermicompost elaboradas con base en residuos (cachaza y bagazo) de la agroindustria de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) mezclados con diferentes fuentes de estiércol (gallina, caballo, vaca y borrego), sometidas a vermicompost por tres meses con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), registrando un valor de pH y materia orgánica en el rango aceptable de la norma mexicana, mientras que la conductividad eléctrica y la Relación C/N fueron superiores al rango aceptable y el nitrógeno total fue inferior a la norma. La relación % de ácidos húmicos entre % de ácidos fúlvicos (AH/AF) se registró en concentraciones elevadas en todos los tratamientos. Se evidenció que los mejores tratamientos fueron los adicionados con estiércol de borrego y vaca (p. 29)

Bernui F. y Rivero J. (2017), tuvieron como objetivo determinar la influencia del cultivo orgánico (compost) obtenido a partir de desechos agroindustriales en el



rendimiento del cultivo *Zea mays*. El desarrollo metodológico de obtención de abono y manejo del cultivo se realizó en terreno fértil del CEPCAM ubicado en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo. Los análisis de caracterización del abono compost se realizaron en el laboratorio de Servicios a la Comunidad de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Trujillo, cuyos reportes fueron: % de humedad 46,21, % de nitrógeno 0,97, % de fósforo 0,15 y % de M.O. 13,93. La metodología utilizada para desarrollar los cálculos de diseño del sistema comprende dos etapas: producción de abono a partir rastrojos de las áreas verdes de la ciudad universitaria, cachaza y estiércol de cuy; y manejo del cultivo de maíz siguiendo según recomendaciones del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Los principales resultados referidos a la caracterización del terreno señalan que se trata de un suelo textural franco arenoso, y el análisis del agua señalan que la salinidad del agua es la adecuada para este cultivo ( $CEa = 1,14$ ), la profundidad del suelo agrícola supera a la extensión radicular en un 100%. En lo que respecta al cultivo se han obtenido rendimientos de 7920 kg/Ha que al compararlo con el rendimiento de manejos tradicionales con urea (7000 kg/Ha) se obtiene un incremento en la productividad de 920 kg/Ha. Los resultados permiten concluir que la eficiencia agrícola aumenta al utilizar el abono orgánico (compost) en el cultivo de maíz. Al comparar los rendimientos de producción con los reportados por el Ministerio de Agricultura a nivel nacional 4,5 Ton/ha se obtienen mejoras cercanas al 100 (p. 45)

## **2.2 Bases filosóficas**

La incorporación del abono orgánico al suelo tiene la función de mejorar sus propiedades física, química y biológica, esto permitirá que la planta pueda desarrollar vegetativamente de manera eficiente. Asimismo, se debe tener en cuenta la dosificación del compostaje en las hortalizas de la zona, esto se basa con las investigaciones de Da Costa D. *et al.* (2018) quienes mencionaron que el compostaje se presenta como una alternativa para reciclar residuos sólidos orgánicos biodegradables, transformarlos en fertilizantes para la agricultura y evitar su deposición inadecuada en rellenos sanitarios.

## **2.3 Definición de términos básicos**

### **Bagazo**

El bagazo es el residuo lignocelulósico, fibroso, obtenido a la salida del último molino del tándem, que, en la fábrica de azúcar, extrae el jugo de la caña (Almazán, O. *et. al.*, 2012)

### **Compostaje**

El compostaje es una práctica ampliamente aceptada como sostenible y utilizada en todos los sistemas asociados a la agricultura climáticamente inteligente. Ofrece un enorme potencial agroecológicos y sostenible (Román P., *et. al.*, 2013)

### **Densidad de siembra**

Se define como el número de plantas por unidad de área de terreno. Tiene un marcado efecto sobre la producción del cultivo (Arcila J., 2007)

### **Dosis**

Se denomina dosis a una ración o una cantidad de algo, ya sea material (físico) o inmaterial (simbólico) (Pérez J. y Gardey A., 2017).

### **Vinaza**

Por cada litro de etanol se producen, en promedio, 13 litros de vinazas por lo que es muy importante darle el tratamiento adecuado a este residuo que, de otra manera, resulta altamente contaminante (Valeiro A. *et. al.*, 2017)

## **2.4 Hipótesis de investigación**

### **2.4.1 Hipótesis general**

La fertilización orgánica influye en el rendimiento agroecológico de col en el distrito de Barranca.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

Las dosis de compost y distanciamiento influyen en el mayor rendimiento de col en Barranca.

Las dosis de compost y distanciamientos tienen efectos en las características físicas de la col en el distrito de Barranca.

La concentración de nutrientes en hojas influye en el rendimiento de col en el distrito de Barranca

La dosis de compost y distanciamiento obtienen mayor la rentabilidad de col en el distrito de Barranca.

## 2.5 Operacionalización de las variables

**Variable Independiente:** Fertilización orgánica

**Variable Dependiente:** Rendimiento agroecológico de col

**Variable Interviniente:** Método experimental, materiales.

Tabla 1:  
Operacionalización de las Variables

VARIABLES	Dimensiones	INDICADORES	INDICES	Instrumental
<b>Independiente</b>	<b>Fertilización orgánica</b>	Porcentaje de componentes del	25 % de bagazo, 25 % de vinaza, 25 % de guano de cuy y 25 % de hierba seca	Balanza digital
		de compost	Características del compost como: físicas y químicas	Laboratorio de fertilización
	(Uso de compost)	Componentes nutricional	Componentes de macro elementos	Laboratorio De fertilización
			Componentes de micro elementos	De fertilización
<b>Dependiente</b>	<b>(Rendimiento Comercial de col por hectárea)</b>	Densidad de siembra de col	Cantidad de planta por surco Cantidad de plantas por hectárea	Operación de proyección
		por Rendimiento de col por unidad	Longitud de planta y diámetro de col Peso representativo de una col por planta	Vernier y balanza
	Rendimiento agroecológico	Peso de col por parcela	Rendimiento comercial de la col por hectárea	Operación de proyección

## CAPÍTULO III METODOLOGÍA

### 3.1 Diseño metodológico

#### a) Diseño del experimento

Para el desarrollo del experimento se implementó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) el cual se ajusta a este modelo estadístico. Asimismo, constó de 3 bloques y 6 tratamientos incluido los testigos de manera aleatoria.

#### b) Factor de estudio

La aplicación de las dosis de compost se tuvo en cuenta el análisis de suelo, lo que emplean los agricultores de la zona e investigaciones como Hirzel y Salazar (2016), quien menciona que requiere de 6 a 12 tn/ha de compost que sea base de guano de aves, aserrín, residuos vegetales y otros de alto C/N.

También se menciona que se planteó las dosis de compost con relación a las densidades siembra (Ver tabla 2 y 3).

*Tabla 2:  
Dosis de fertilización para mayor población de plantas*

Símbolo	Kg/ha	g./planta
F <sub>1</sub>	0	0
F <sub>2</sub>	8000	144
F <sub>3</sub>	10 000	180
F <sub>4</sub>	12 000	216

Nota Aplicado a distanciamiento (D<sub>1</sub>) entre planta 0.30 m \* 0.60 m entre surco

*Tabla 3:  
Dosis de fertilización para menor población de plantas*

Símbolo	Kg/ha	g./planta
F <sub>1</sub>	0	0

F <sub>2</sub>	8000	168
F <sub>3</sub>	10 000	210
F <sub>4</sub>	12 000	252

Nota Aplicado a distanciamiento (D<sub>2</sub>) entre planta 0.35 m \* 0.60 m entre surco

#### *Densidades de siembra*

En cuanto a la cantidad de plantas por hectárea se tomó los distanciamientos entre planta y surco que más emplean en las siembras los agricultores de la zona. Esto se planteó en dos medidas (Ver tabla 4)

*Tabla 4:*

#### *Densidad de siembra de col*

Símbolo	Entre planta * entre surco	Plantas/ha	Poblacion/ ha
D <sub>1</sub>	0.30 m* 0.60 m	55556	Mayor
D <sub>2</sub>	0.35 m* 0.60 m	47620	Menor

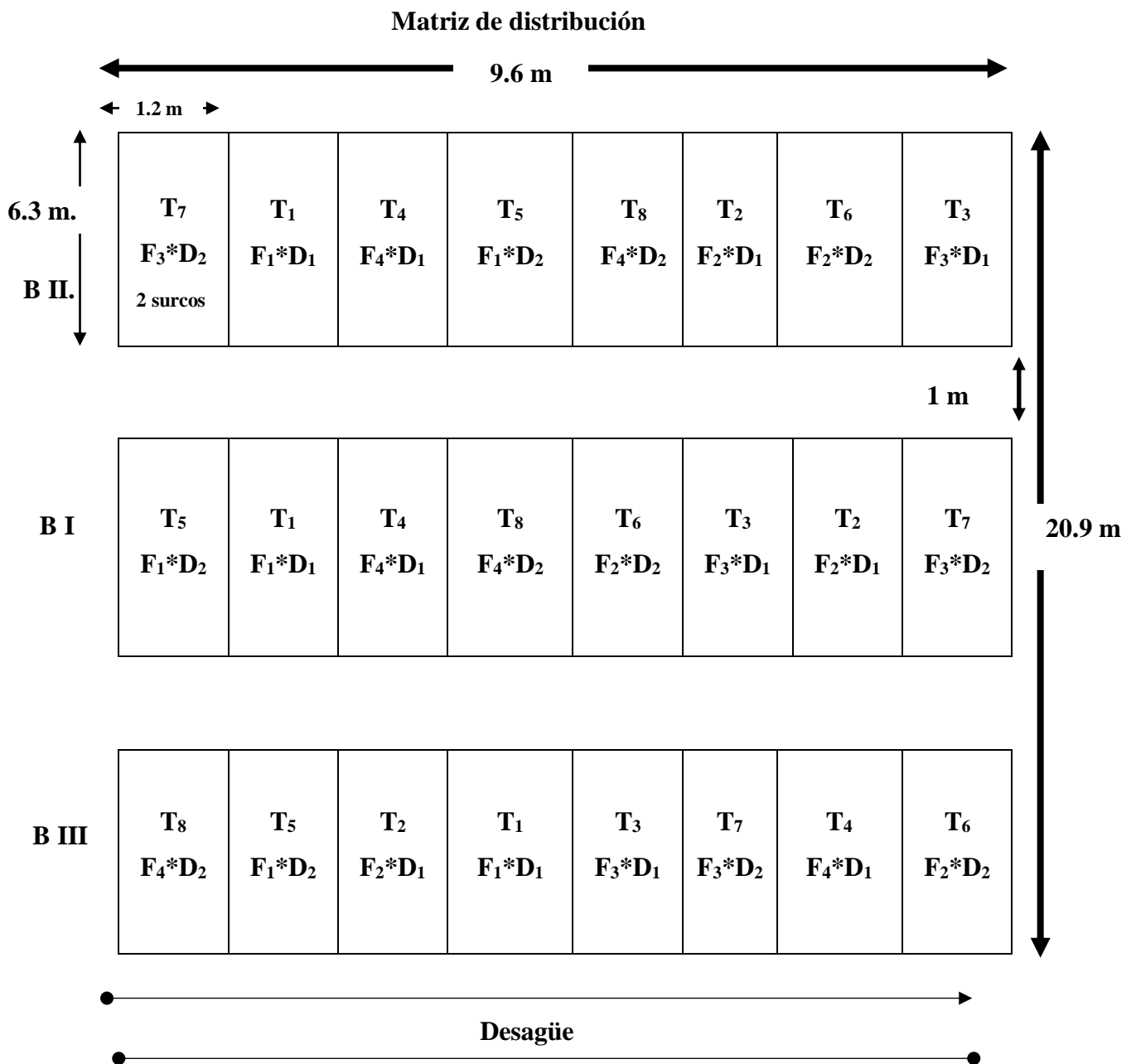
En cuanto a los tratamiento se estableció con la combinación ordenada de las fertilizaciones y densidades de siembra obteniéndose de esta manera las interacciones. Asimismo, comprenden los dos testigos de fertilización en las 2 densidades de siembra (Ver tabla 5)

*Tabla 5:*

#### *Interacción de dosis de compost y distanciamientos por tratamiento*

Tratamiento	Fertilizacion	Distanciamiento	Interacción
T <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> * D <sub>1</sub>
T <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	F <sub>2</sub> * D <sub>1</sub>
T <sub>3</sub>	F <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	F <sub>3</sub> * D <sub>1</sub>
T <sub>4</sub>	F <sub>4</sub>	D <sub>1</sub>	F <sub>4</sub> * D <sub>1</sub>
T <sub>5</sub>	F <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	F <sub>1</sub> * D <sub>2</sub>
T <sub>6</sub>	F <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> * D <sub>2</sub>
T <sub>7</sub>	F <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	F <sub>3</sub> * D <sub>2</sub>
T <sub>8</sub>	F <sub>4</sub>	D <sub>2</sub>	F <sub>4</sub> * D <sub>2</sub>

c) Croquis del área experimental



#### **d) Características del área experimental.**

##### **A- Características**

- Número de tratamientos : 6
- Número de repeticiones : 3

##### **B. Tratamientos**

- N° de parcela. : 24
- N° de surco por parcela. : 2
- Distancia entre surco. : 0.60 m.
- Distancia entre plantas. : 0.30 m. y 0.35 m.
- N° de plantas por golpe. : 1
- N de plantas por parcela. :  $D_1 = 42$  plantas.  
 $D_2 = 36$  plantas.
- Total de plantas/ tratamiento :  $D_1 = 504$  plantas.  
 $D_2 = 432$  plantas.
- Longitud de surco. : 6.3 m.
- Ancho de la parcela. : 1.2 m.
- Área de la parcela :  $7.56 \text{ m}^2$

##### **C. Bloque**

- Largo de bloque. : 9.6 m.
- Ancho de bloque. : 6.3 m.
- Área neta del bloque. :  $60.48 \text{ m}^2$
- Distancia entre bloque : 1 m.

##### **D. Área del experimento**

- Área neta del experimento. :  $181.44 \text{ m}^2$ .
- Área total del experimento :  $200.64 \text{ m}^2$ .
- Total de plantas : 936 plantas

## **e) Procedimientos**

### Preparación de terreno

Se realizó de manera convencional en Barranca; es decir como lo realizan los agricultores de la zona.

### Limpieza de terreno

Se recogió las hierbas secas, envases y otros residuos en bolsas para su posterior disposición final. Esto se hizo en todo el área experimental.

### Riego de machaco

Se regó en todo el área experimental hasta que este en capacidad de campo; es decir el suelo este saturado de agua.

### Oreo

Se dejó reposar de 3 a 4 días hasta que este en condición adecuada el suelo; es decir el suelo que este con agua disponible para el desarrollo de la planta.

### Discado

Seguido se paso por el área del experimento el disco colocado en maquinaria agrícolas por tiempo de 2 horas por hectárea. Esto se hizo con la finalidad de remover y orearlo a una profundidad de 25 a 30 cm (Capa arable).

### Rayado

Luego se colocó la herramienta rayado puesto en el tractor y surco a distanciamiento de 0.60 m en todo el área del experimento.

### Elaboración del compost

Se hizo de la siguientes manera: se cabó una zanja de 1m de ancho, 1.2 m largo y 0.70 m de profundidad. Allí se colocó una bolsa de plástico encima 25 kg de bagazo, 25 l. de vinaza, 25 kg de guano de cuy y 25 kg de hierba seca, luego se tapó y cada semana se removió con una lampa hasta los 120 días. Este abono tiene la fórmula de 25% de cada material mencionado en un total de 100 % empleado para el compostaje. Luego se aplicaron al cultivo de col de acuerdo a las dosis establecidas en la tabla 6.

### Almácigo

La instalación de almácigo se hizo de manera convencional en el mes de noviembre del 2021, para lo cual se tuvo en cuenta la calidad de semilla certificada y las



condiciones del suelo. Asimismo, durante el desarrollo del cultivo se realizaron de manera eficiente las labores culturales y control fitosanitario.

#### Trasplante de col

El trasplante se hizo el 11 de diciembre del 2021 y se tuvo en cuenta que los plantines esten en óptimas condiciones como enteras, no dañadas, 2 a 3 hojas y altura de 10 a 12 cm. Estas plantas se desinfectó con Benomilo a dosis de 10 g por 1 litro de agua, luego se trasplantó a campo definitivo en 2 distanciamientos (D1) entre planta 0.30 m y entre surco a 0.60 m y el otro distanciamiento (D2) entre planta 0.35 m y entre surco a 0.60 m.

#### Riego

Se regó el área experimental después de 2 días de trasplante y luego cada 7 días dependiendo las condiciones de suelo y clima, esta labor se hizo en todas las parcelas demostrativas de manera uniforme y buen drenaje con el fin de evitar encharcamiento.

#### Deshierbo

Labor cultural que se realizó a los 12 a 15 días o cada dos semanas con una lampa en todas las parcelas demostrativas, con la finalidad de erradicar hospederos de plagas, enfermedades y competencia nutricional. Esto se hizo en todas las parcelas demostrativas y de manera cuidadosa a fin de no dañar las plantas.

#### Fertilización

Esta labor se realizó el 4 de enero del 2022 a los 24 días después del trasplante (ddt), en el cual se aplicaron las dosis establecidas en la tabla 6. Cabe mencionar, que las dosis de compost se aplicaron en todas las parcelas demostrativas 1 sola vez y las labores culturales se realizaron en todas las parcelas de igual manera.

Tabla 6:  
Aplicación de dosis de compost por tratamiento

Tratamiento	Interacción	Dosis (kg/ha)	Cantidad (g./planta)	Cantidad (Kg/ha)
T <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> * D <sub>1</sub>	0	0	0.000
T <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> * D <sub>1</sub>	8000	144	6.048
T <sub>3</sub>	F <sub>3</sub> * D <sub>1</sub>	10000	180	7.560
T <sub>4</sub>	F <sub>4</sub> * D <sub>1</sub>	12 000	216	9.072
T <sub>5</sub>	F <sub>1</sub> * D <sub>2</sub>	0	0	0.000
T <sub>6</sub>	F <sub>2</sub> * D <sub>2</sub>	8000	168	6.048
T <sub>7</sub>	F <sub>3</sub> * D <sub>2</sub>	10000	210	7.560
T <sub>8</sub>	F <sub>4</sub> * D <sub>2</sub>	12 000	252	9.072

Nota: D1 aplicado a distanciamiento entre planta 0.30 m \* 0.60 m entre surco (55556 pltas/ha)

D2 aplicado a distanciamiento entre planta 0.35 m \* 0.60 m entre surco (47620 pltas/ha)

Cálculo de la cantidad de nitrógeno en el suelo

Cálculo del peso de la capa arable por hectárea con la fórmula

$$[P.ha] = (\text{Prof. suelo}) * D.A. \text{ Ha}$$

P.ha : Peso de la capa arable por hectárea

Prof. Suelo: Profundidad del suelo (0.25m)

D.A. Densidad aparente (1.4 g/cm<sup>3</sup>)

H.A.: 10 000 m<sup>2</sup>

[P.ha] : 3500 tn de suelo/hectárea

Luego se calculó el carbono orgánico aplicando la fórmula del Factor de Van Bemmelen, [C org.] = (M.O.x 0.58) (Vela G. *et. al.*, 2012)

$$C \text{ org.}] = (M.O.x 0.58) = (1.60*0.58) = 0.928\%$$

Dónde:

C.org.: Carbono orgánico

M.O.: Materia orgánica: 1.60 % (Tabla 8)

Reemplazando en la relación C/N:

$$\frac{C}{N} = \frac{(1.37.x 0.58) \%}{0.08 \%} = \frac{0.928}{0.080} = 11.60$$

Donde:

C: Carbono orgánico

N: 0.08 % (Tabla 8)

C/N: Relación Carbono/ Nitrógeno 11.60

Obtenido el resultado se comparó con la relación C/N = 11.60 para la conversión de Nitrógeno total al Nitrógeno disponible (N.D) en ppm (Ver tabla 7)

*Tabla 7:*  
*Factor de conversión de nitrógeno total a disponible en ppm en relación (C/N)*

Margen Relación C/N	Factor de conversión de Nitrógeno total en porcentaje, a Nitrógeno en ppm
Mayor a 12	11.2
De 10 a 12	140
Menor de 12	225

**Fuente:** Kass C.L D (1998)

Como se aprecia 11.60 está dentro del margen C/N 10 a 12; por lo que corresponde a 140 ppm de nitrógeno. Luego se efectuó la operación de relación con el nitrógeno del análisis de 0.08 (Tabla 8), N.D. =  $140 \text{ ppm} * 0.08 = 11.2 \text{ ppm}$  y proyectando por 3500 tn/ha del peso de hectárea es igual 39.2 N.D. kg/ha.

#### *Cálculo de la dosis estándar de compost con relación al nitrógeno*

Los procedimientos del cálculo de nitrógeno para establecer la dosis estándar de compost se hizo de la siguiente manera:

Se tomó el resultado del nitrógeno de la recomendación del análisis de suelo de INIA-Huaral (Tabla 9), que es de 220 N kg/ha y se restó con 39.2 N.D. kg/ha obteniéndose 180.8 N kg/ha.

Luego se tomó el resultado de la concentración de nitrógeno del análisis de compost (Tabla 10) que es 3.64 N % que al proyectar en 8 y 10 tn de compost /ha equivale a 291.2 y 364 kg de nitrógeno/ha.

Por lo que, se establece que en la comparación de nitrógeno del suelo y nitrógeno de la concentración del compost está en la dosis de 8 y 10 tn/ha que en promedios es 181 kg

de nitrógeno hasta 364 Kg de nitrógeno/ha; siendo estas dosis tomadas en cuenta para los tratamientos.

#### Aporque

Luego de aplicar las dosis de compost se removió el suelo con una lampa con la finalidad de darle soporte a la planta, aereación y al mismo tiempo eliminar las malezas. Esta labor se realizó a los 24 días después del trasplante en todas las parcelas demostrativas.

#### Control de plagas y enfermedades

Durante el desarrollo de las plantas se monitoreó continuamente y se determinó las principales plagas clave como gusano de tierra, mosca blanca, mosca minadora, áfidos y otros insectos para lo cual se aplicaron productos químicos de ingredientes activos como Methomil, Imidacloprid, Clorpirifós y Ciromazina en el control de enfermedades se aplicó productos como Benomilo.

#### Cosecha

La cosecha se realizó cuando la planta tuvo las condiciones adecuadas como la dureza de la cabeza al momento de tocar, llenado firme y antes de que se rajen y se abran las hojas. esta labor se realizó en 4 momentos a los 63, 89, 96 y 103 días después del trasplante.

### **3.2 Población y muestra**

#### **3.2.1 Población**

La población está referida a las plantas de col que se desarrolla desde los 50 a 150 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar), por lo que los resultados son validados.

#### **3.2.2 Muestra**

Respecto a la muestra se tomaron 20 plantas de cada parcela, estas plantas se marcaron y evaluaron desde la siembra hasta la cosecha.

### **3.3 Técnicas de recolección de datos**

La recolección de los datos se hizo de la siguiente manera, se observó y cuantificó el peso y medida de la col; e decir se midió las características físicas desde el

trasplante hasta la cosecha. Esto se hizo en todas las parcelas demostrativas y se usó instrumentos de recolección como fichas de anotación, cuadernos de apunte.

A fin de desarrollar el presente trabajo de investigación se requirieron los siguientes materiales:

a) Materiales

- Residuos de bagazo, vinaza, hierba seca y guano de cuy
- Semillas de col
- Insecticidas y fungicidas.
- Estacas
- Baldes,
- Lampas
- Libretas de apuntes
- Tableros
- Carteles

b) Equipos

- Equipos de laboratorios
- Balanza
- Cámara fotográfica
- Laptop

### **3.4 Técnicas para el procesamiento de la información**

Para el procesamiento de los datos se utilizó el software Excel y el paquete estadístico SAS. 9.4. Esto se utilizó para determinar los resultados del análisis de varianza y prueba de Duncan al 5 % de error de las características físicas del cultivo.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Análisis de resultados

##### 4.1.1 Resultados de análisis de suelo

En cuanto al análisis de suelo, se tomaron muestras de manera zig- zag en el área experimental luego se vertió en una manta y se removió de allí se tomó una muestra representativa de 1 kg que se llevó al laboratorio del Insitituo Nacional de Innovación Agraria (INIA)- Huaral. Los resultados determinaron los de pH que esta en neutro, baja concentración de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y alto en potasio de acuerdo a los valores de Prialé (2016). Concerniente a los elementos intercambiable tiene alto en calcio, potasio, magnesio dentro del valor normal, bajo en sodio y conductividad eléctrica (CIC) según los rangos de clasificación de McKean (1993). Por lo tanto, este suelo es adecuado para la siembra de col; si embargo es necesario incorporar compost u otra materia orgánica (Ver tabla 8).

*Tabla 8:*  
*Análisis de suelo del área experimental, Barranca*

N° Lab.	C.E. 1:2:5 mS/cm	pH 1:2:5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO <sub>3</sub> %	Intercambio catiónico (mEq/100 g suelo)				CIC
								Ca	Mg	Na	K	
246	1.57	7.12	1.60	0.08	5	262	0.88	12.2	0.51	0.17	0.67	13.55

**Fuente:** INIA (2021) “Análisis de suelo”

CIC: Capacidad de intercambio catiónico

M.O: Materia orgánica

C.E: Conductividad eléctrica

Reacción del suelo (PH)	: Neutro
Salinidad (C.E.)	: Sin peligro de sales
Materia orgánica (M.O.)	: Bajo
Nitrógeno (N)	: Bajo
Fósforo disponible (P)	: Bajo
Potasio disponible (K)	: Alto
Carbonato de calcio(CaCO <sub>3</sub> )	: Normal

También se determinó la recomendación adecuada para la aplicación de macronutrientes (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O), para el cultivo de col, que se tomará en cuenta para el establecimiento de los tratamientos (Ver tabla 9)

*Tabla 9:  
Recomendación de nutrición para el cultivo de col*

Cultivo	Col		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Kg/ha	220	160	120

**Fuente:** INIA (2021) “Análisis de suelo”

#### 4.1.2 Resultados de análisis del abono orgánico

En cuanto al análisis del compost que se detalla en la tabla 10, se aprecia que es considerable el porcentaje de materia orgánica, nitrógeno pero bajo porcentaje de fósforo y potasio de acuerdo a los parámetros de INIA- Huaral.

*Tabla 10:  
Análisis de macronutrientes del abono orgánico*

N°	ID	pH	C.E. mS/cm	Humedad (%)	M.O. (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)	C/N
AO-003	Abono	8.13	5.21	67.45	22.70	3.64	0.92	0.80	2.29	2.66	6.24

**Fuente:** INIA (2022) “Análisis de compost”

Respecto al análisis de microelementos que se indica en la tabla 11, se aprecia que de acuerdo a los valores de INIA (2022) se encuentran dentro de los valores normales.

*Tabla 11:  
Análisis de micronutrientes del abono orgánico*

N°	ID	Fe	Zn	Cu	Mn
Laboratorio	Muestra	ppm	ppm	ppm	ppm
AO-003	Abono	672.3	86.28	5.34	121.54

**Fuente:** INIA (2022) “Análisis de compost”

### 4.1.3 Resultados de evaluación en campo y laboratorio

#### a. Evaluación en campo

##### *Altura de planta*

La medición de la planta se hizo con una wincha desde la base de la planta hasta el ápice. Estas medidas se tomaron a 20 plantas por parcela y luego se anotó en cuaderno para el procesamiento estadístico.

##### *Peso de cabeza por tratamiento*

Estas medidas se realizaron en 4 momentos a los 63, 89, 96 y 104 días después del trasplante en el cual se tomó 5 plantas en cada momento. Estas se pesaron y promediaron hasta completar las 20 plantas en los días de las cosechas mencionados, luego se procesaron con análisis estadístico el cual se determinó el tratamiento que destacó en relación a los demás.

##### *Rendimiento comercial*

La obtención de los resultados de rendimiento comercial, se hizo de la siguiente manera los datos de los pesos de las parcelas en los 4 momentos que fueron a los 63, 89, 96 y 104 días después del trasplante se sumaron y estos datos se proyectaron por hectarea. Esto se hizo con el fin de determinar que tratamiento destacó en relación a los demás.

#### b. Evaluación en laboratorio

##### *Diámetro de col*

Luego de la evaluación del peso de col por tratamiento, se midió con una cinta métrica la longitud circunferencial del ancho de la col en cada cosecha y se promedió. Estos procedimientos se hicieron hasta completar los 4 momentos de la cosecha en total de 20 plantas de allí se obtuvo el promedio y se aplicó la fórmula de diámetro que se detalla a continuación.

Fórmula de:

$$Lc = 2\pi r, \text{ Diámetro} = 2 * \text{radio}$$

Donde.

Lc = Longitud de la circunferencia

$$\pi = 3.1415$$

r = radio



### *Longitud de raíz*

Seguido de la anterior evaluación se midió con una wincha la longitud de la raíz que es desde el cuello de la raíz o en nivel del suelo hasta la cofia. Estos procedimientos se hicieron en los 4 momentos de la cosecha hasta completar las 20 plantas, luego se efectuó el análisis estadístico.

## **c Características químicas**

### *Aporte de nitrógeno por tratamiento*

Se calculó la concentración de nitrógeno con el procedimiento de peso de suelo por hectárea, luego se aplicó la fórmula del Factor de Van Bemmelen seguido el dato se comparó con la Factor de conversión de nitrógeno total a nitrógeno disponible y de allí se relacionó con el nitrógeno del suelo. Obteniéndose 39.2 kg de nitrógeno/ha. Esto se sumó con la concentración de nitrógeno del compost dado por el análisis de compost y proyectado por hectárea y se hizo en todos los tratamientos. De esta manera se determinó que cantidad de nitrógeno obtuvo mayor rendimiento

### *Análisis foliar*

Para el análisis químico se llevó muestras de hojas de col de los 8 tratamientos al laboratorio de AGQ Labs, Perú. Este análisis se hizo con la finalidad de determinar cómo influyen los nutrientes en relación al mayor rendimiento de col.

## **d Rentabilidad**

Se determinó con la división de la utilidad y el costo de producción luego se multiplicó por 100. Esta operación se hizo en todos los tratamientos para conocer si es rentable.

## **4.2 Contrastación de la hipótesis**

A fin de contrastar la hipótesis se hizo una evaluación estadística, que consistió en evaluar las características físicas del cultivo de col, los datos obtenidos se procesaron con el análisis de varianza de dos factores, lo que determinó si hubo efecto de dosis o no; es decir si la fertilización de compost y distanciamiento influyó en el desarrollo de la planta. En la tabla 12, se detalla las fórmulas del análisis de varianza también se indica el modelo aditivo lineal del análisis de varianza

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

- $\mu$  es la media general,
- $\alpha_i$  es el efecto debido al  $i$ -ésimo nivel del factor  $A$ ,
- $\beta_j$  es el efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor  $B$ ,
- $(\alpha\beta)_{ij}$  representa al efecto de interacción en la combinación  $ij$  y
- $\varepsilon_{ijk}$  es el error aleatorio que se supone sigue una distribución (Gutiérrez, H. *et al.* 2008) (p. 134)

Tabla 12:  
Análisis de varianza para el diseño factorial  $a \times b$ .

FV	SC	GL	CM	F <sub>0</sub>	Valor-p
<b>Efecto A</b>	SC <sub>A</sub>	a - 1	CM <sub>A</sub>	CM <sub>A</sub> /CM <sub>E</sub>	P(F > F <sub>0</sub> <sup>A</sup> )
<b>Efecto B</b>	SC <sub>B</sub>	b - 1	CM <sub>B</sub>	CM <sub>B</sub> /CM <sub>E</sub>	P(F > F <sub>0</sub> <sup>B</sup> )
<b>Efecto AB</b>	SC <sub>AB</sub>	(a - 1)(b - 1)	CM <sub>AB</sub>	CM <sub>AB</sub> /CM <sub>E</sub>	P(F > F <sub>0</sub> <sup>AB</sup> )
<b>Error</b>	SC <sub>E</sub>	ab(n - 1)	CM <sub>E</sub>		
<b>Total</b>	SC <sub>T</sub>	abn - 1			

Fuente: Gutiérrez, H. *et al.* (2008), "Análisis y diseño de experimentos" (p. 136)

### Prueba de Duncan

Seguido de efectuar el análisis de varianza de dos factores, se procesó con la Prueba de Duncan al 5 % de error, lo que determinó que tratamiento destacó con relación a los demás y si hubo diferencias estadísticas que se calificó con letras.

### Fórmula de la Prueba de Duncan:

$$D_x: Kr * \sqrt{\frac{CM_E}{N}}$$

### Descripción

- **CM<sub>E</sub>**: Cuadro Media del Error
- **D<sub>x</sub>**: Son los rangos estudentizado de menor significancia y depende del nivel de significancia y del número de grados de libertad.
- **Kr**: Puede entenderse como la diferencia mínima que debe existir entre las medias más grande y la más pequeña de un conjunto de tamaño p.
- **N**: Es el número de elemento para un tratamiento específico

#### 4.2.1 Análisis de contrastación de la altura de planta

Efectuado el análisis de varianza de altura de planta que se detalla en la tabla 13, se aprecia que no hubo significancia en la interacción; es decir no hubo efecto de dosis y distanciamiento en la longitud de la col. Asimismo, se observa que el coeficiente de variación fue de 8.44 %, lo que quiere decir que hubo poca variación de los promedio de parcela (Moscote Flórez, O. y Quintana Rincón L., 2008)

Tabla 13:  
Análisis de varianza de altura de planta

F. Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T. (5%)	Interpretación
Bloque	2	11.56840000	5.78420000	0.55	3.739	**
Fertilización	3	24.91935000	8.30645000	0.78	3.344	**
Densidad	1	99.47081667	99.47081667	9.39	4.600	*
F*D	3	9.93415000	3.31138333	0.31	3.344	**
Error	14	148.2559333	10.5897095			
Total	23	294.1486500				

Coef. de variación 8.44 %

Con respecto al análisis estadístico de la Prueba de Duncan sobre la altura de planta que se indica en la tabla 14, se determinó que hubo homogeneidad en los promedios de interacción y fertilización; sin embargo en densidad de siembra hubo variación significativa, lo cual se presenta en distintas letras. Por lo tanto, se interpreta que las interacción no influyó en tamaño de planta.

Tabla 14:  
Prueba de Duncan al 5 % de error de doble entrada de altura de planta, para los efectos de fertilización, densidad de siembra e interacción.

Densidad de siembra	Fertilización				Efecto de densidad (cm)
	F1	F2	F3	F4	
D <sub>1</sub>	34.683 b	35.683ab	37.390 ab	38.190 ab	36.487 b
D <sub>2</sub>	39.207 ab	41.030 ab	41.883 a	40.113 ab	40.558 a
Efecto de fertilización (cm)	36.945 a	38.357 a	39.637 a	39.152 a	

Nota: Letras iguales son estadísticamente homogéneos

Elaborado la figura 1, se indica que ha mayor fertilizacion y menor densidad de siembra, que es  $F_3 * D_2$  se obtuvo mayor altura de planta con 41.88 cm. Por lo que, se analiza que a medida que se incrementó la dosis de compost y menor densidad de siembra destacó en la arquitectura de la planta.

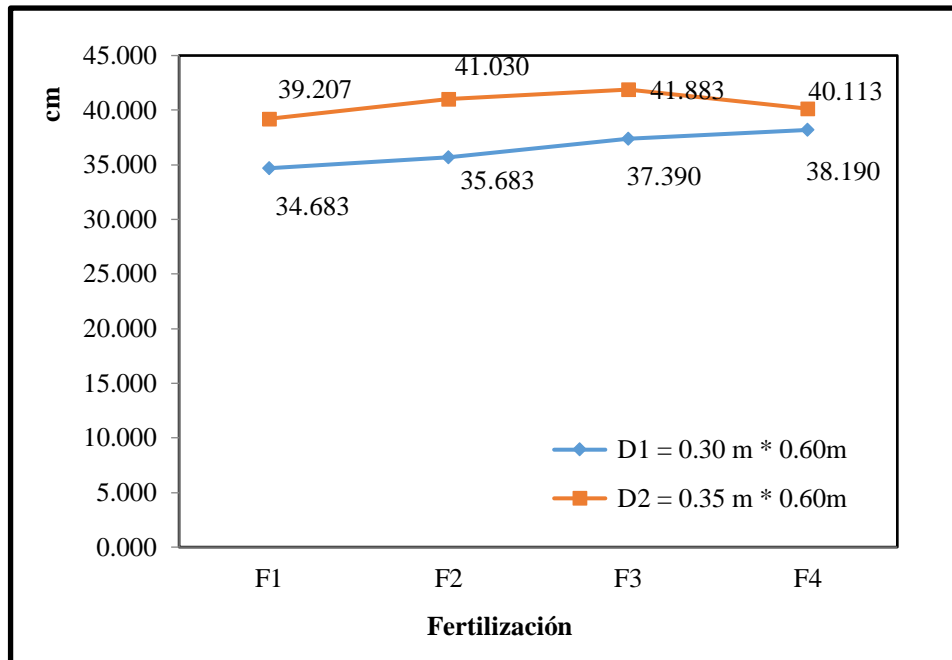


Figura 1: Efecto de interacción de altura de planta de col

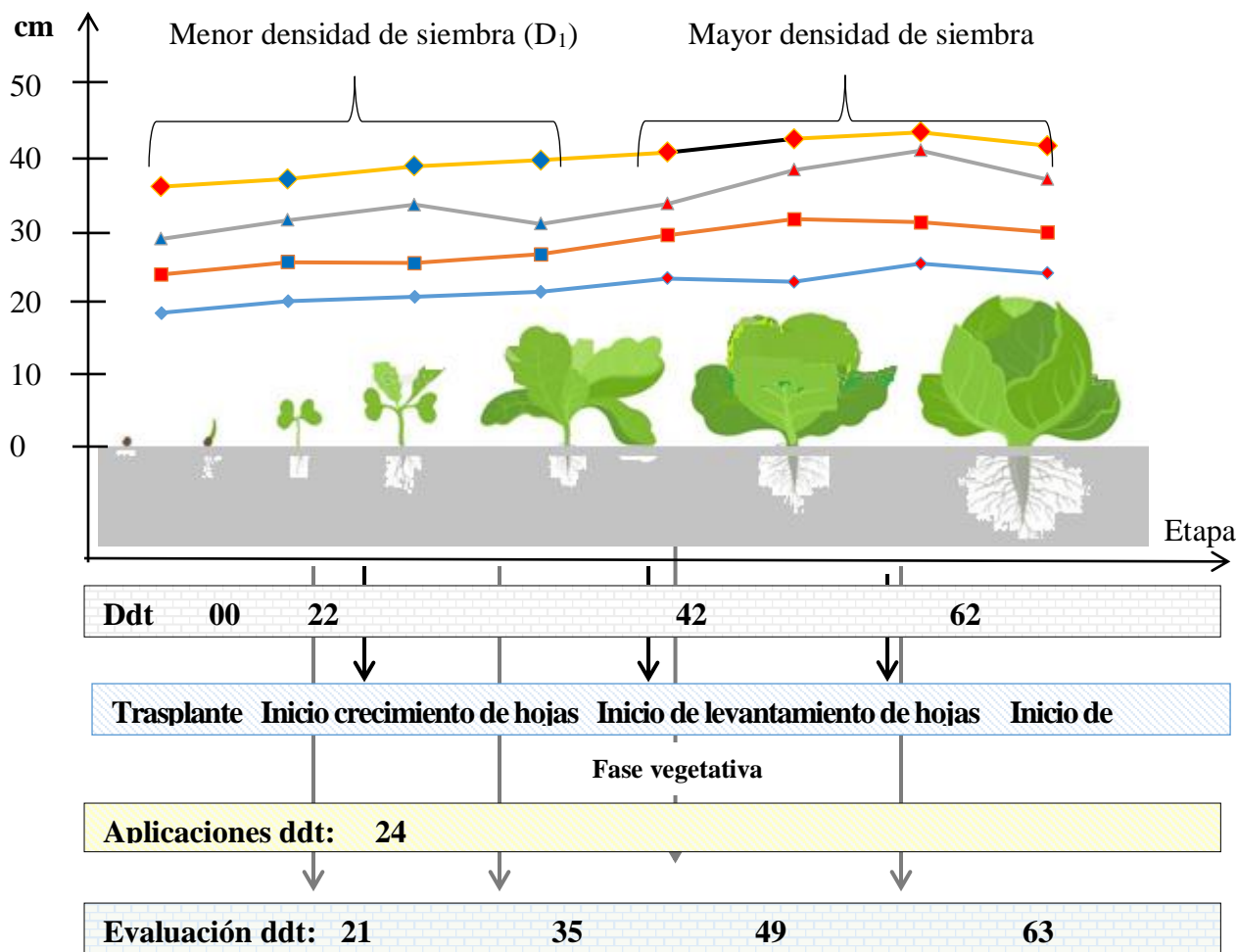


Tabla 15:  
Interacción de la altura de la planta por efectos del compost y densidad de siembra

Fecha de evaluación	ddt	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
		F <sub>1</sub> *D <sub>1</sub>	F <sub>2</sub> *D <sub>1</sub>	F <sub>3</sub> *D <sub>1</sub>	F <sub>4</sub> *D <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> *D <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> *D <sub>2</sub>	F <sub>3</sub> *D <sub>2</sub>	F <sub>4</sub> *D <sub>2</sub>
01/01/2022	21	17.95	19.47	20.06	20.75	22.49	22.05	24.48	23.19
15/01/2022	35	23.03	24.69	24.56	25.70	28.24	30.38	29.94	28.63
29/01/2022	49	27.74	30.25	32.30	29.75	32.39	36.89	39.46	35.66
12/02/2022	63	34.68	35.68	37.39	38.19	39.21	41.03	41.88	40.11

Nota: ddt (Días después del trasplante)  
Aplicación de abono 24 ddt, 4 de enero 2022

Figura 2: Etapa fenológica del cultivo de col de acuerdo a la interacción

#### 4.2.2 Análisis de contrastación del peso de cabeza por tratamiento

Efectuado el análisis de varianza de peso de cabeza por tratamiento que se observa en la tabla 16, se determinó que no hubo efecto en la interacción, fertilización y densidad de siembra; es decir la aplicación de compost y densidades de siembra no influyeron en el rendimiento. También se indica el valor de coeficiente de variación es de 28.43 % que quiere decir que es moderada o los promedios son ligeramente homogéneos.

*Tabla 16:  
Análisis de varianza de peso de col por tratamiento*

F. Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T. (5%)	Interpretación
Bloque	2	95130.21481	47565.10741	3.71	3.739	**
Fertilización	3	28387.12579	9462.37526	0.74	3.344	**
Densidad	1	48257.70484	48257.70484	3.77	4.600	**
F*D	3	3864.35582	1288.11861	0.10	3.344	**
Error	14	179386.1050	12813.2932			
Total	23	355025.5063				
Coef. de variación	28.43 %					

(\*) *Significativo*

(\*\*) *No significativo*

Respecto al análisis estadístico de la prueba de Duncan que se expone en la tabla 17, se indica que no hubo variación significativa; es decir que los tratamientos tienen relación calificativa (a) o son estadísticamente homogéneos. Por lo que quiere decir que no influyeron las dosis de compost y distanciamientos en el rendimiento de peso de col.

*Tabla 17:  
Prueba de Duncan al 5 % de error de doble entrada de peso de cabeza, para efectos de fertilización, densidad de siembra e interacción.*

Densidad de siembra	Fertilización				Efecto de densidad (g)
	F1	F2	F3	F4	
D1	284.70 a	350.26 a	399.35 a	378.75 a	353.26 a
D2	407.54 a	447.45 a	485.93 a	430.87 a	442.95 a
Efecto de fertilización (g)	346.12 a	398.85 a	442.64 a	404.81 a	

Nota: Letras iguales son estadísticamente homogéneos

Concerniente a la figura 3, se indica que al incrementar las dosis de compost y mayor distanciamiento entre plantas que es la interacción  $F_3 * D_2$  o  $T_7$  destacó con 485.93 g de peso de col con relación a los demás tratamientos.

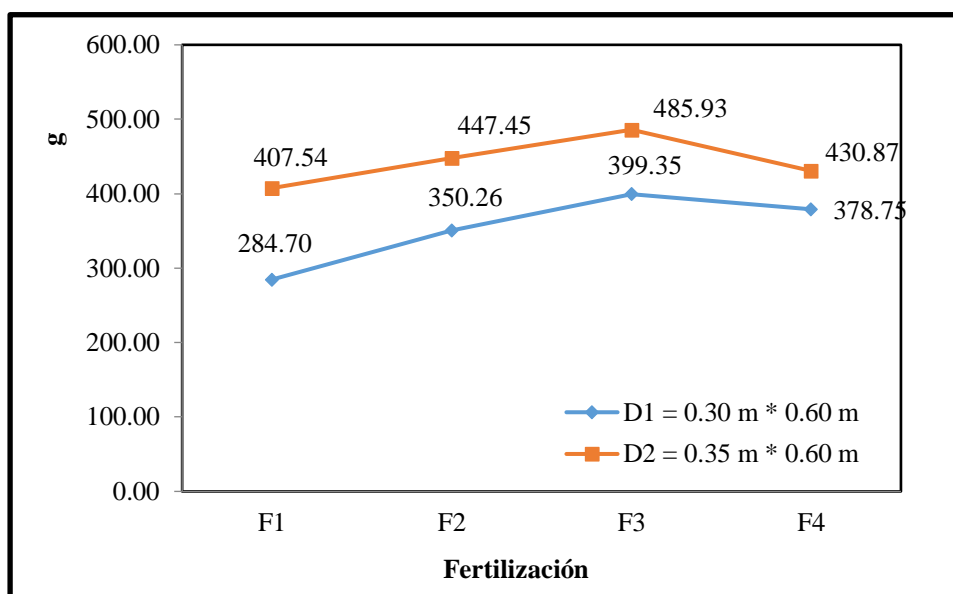


Figura 3: Efecto de interacción de peso de cabeza

#### 4.2.3 Análisis de contratación del rendimiento

Procesado el análisis de varianza del rendimiento comercial que se detalla en la tabla 18, se determinó que no hubo significancia en la interacción; por lo que quiere decir que la aplicación de compost y densidad de siembra no influyeron en rendimiento; sin embargo en densidad de siembra obtuvo significancia; es decir influyó los distanciamientos en rendimiento. También se indica que el coeficiente de variación es de 27.27 % que quiere decir hubo variación moderada de los promedios de parcela (Moscote Flórez, O. y Quintana Rincón L., 2008)

Tabla 18:  
Análisis de varianza de rendimiento comercial de col por tratamiento

F. Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T. (5%)	Interpretación
Bloque	2	190.3018013	95.1509007	3.26	3.739	**
Fertilización	3	181.3386221	60.4462074	2.07	3.344	**
Densidad	1	172.9193850	172.9193850	5.93	4.600	*
F*D	3	29.1102091	9.70340304	0.33	3.344	**
Error	14	408.1479673	29.1534262			
Total	23	981.8179850				

Coef. de variación 27.27 %

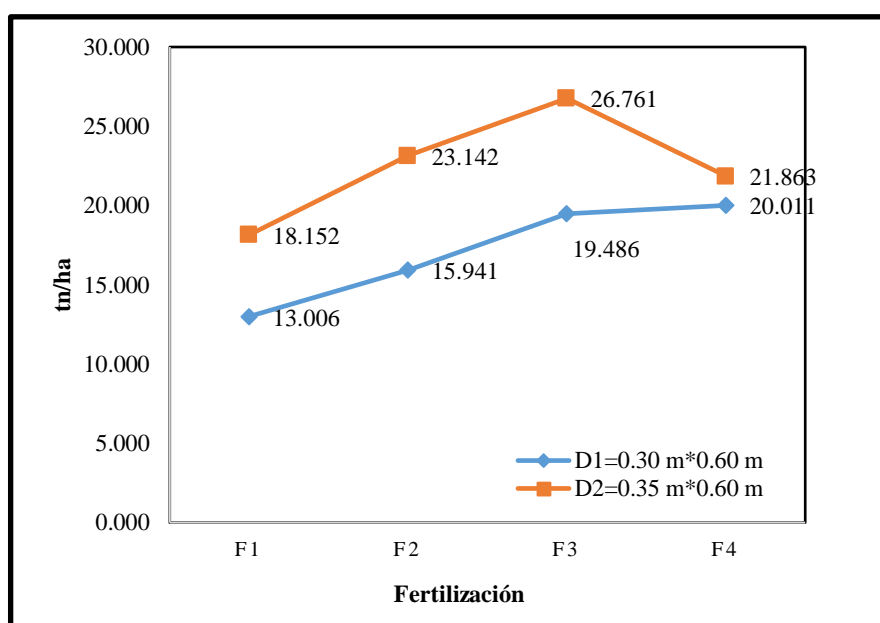
Con respecto al procesamiento de la Prueba de Duncan que se aprecia en la tabla 19, se aprecia que en los promedios de la interacción y la fertilización de compost tienen relación en la calificación (ab), lo que indica que son estadísticamente homogéneos. Sin embargo en la densidad de siembra la calificación es distinta (a y b), esto significa que no son estadísticamente homogéneos que quiere decir influyeron los distanciamientos en el rendimiento.

*Tabla 19:*  
*Prueba de Duncan al 5 % de error de doble entrada del rendimiento comercial de col, para efectos de fertilización, densidad de siembra e interacción.*

Densidad de siembra	Fertilización				Efecto de densidad (tn/ha)
	F1	F2	F3	F4	
D1	13.006 b	15.941 b	19.486 ba	20.011 ba	17.111 b
D2	18.152 ba	23.142 ba	26.761 a	21.863 ba	22.480 a
Efecto de fertilización (tn/ha)	15.579 b	19.542 ba	23.124 a	20.937 ba	

Nota: Letras iguales son estadísticamente homogéneos

Continuando con el procesamiento estadístico que se detalla en la figura 4, se interpreta que a una dosis de fertilización adecuada y mayor distanciamiento que es F<sub>3</sub>\*D<sub>2</sub> (T<sub>7</sub>) obtuvo mayor rendimiento comercial con relación al testigo de F<sub>1</sub>\*D<sub>1</sub> (T<sub>1</sub>) y F<sub>1</sub>\*D<sub>2</sub> (T<sub>5</sub>).



*Figura 4: Efecto de interacción en el rendimiento de comercial de col*



#### 4.2.4 Análisis de contrastación de la longitud de raíz por tratamiento

Respecto al análisis de varianza de longitud de raíz que se expone en la tabla 20, se aprecia que no hubo efecto en la interacción, por lo que quiere decir que la aplicación de compost y distanciamientos no influyeron en el desarrollo radicular. Se observa también que el coeficiente de variación es de 10.09 % que indica poca variación de los datos de promedio de parcela.

Tabla 20:  
Análisis de varianza de longitud de raíz por tratamiento

F. Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T. (5%)	Interpretación
Bloque	2	2.34873258	1.17436629	0.32	3.739	**
Fertilización	3	4.08263113	1.36087704	0.37	3.344	**
Densidad	1	0.39398438	0.39398438	0.11	4.600	**
F*D	3	5.66158246	1.88719415	0.51	3.344	**
Error	14	51.76568142	3.69754867			
Total	23	64.25261196				
Coef. de variación		10.09 %				

(\*) *Significativo*

(\*\*) *No significativo*

Concerniente a la prueba Duncan, se aprecia que no hubo variación entre los promedios de densidad de siembra, fertilización e interacción. Por lo tanto, todos los resultados tienen calificación (a) que quiere decir son estadísticamente homogéneos (ver tabla 21).

Tabla 21:  
Prueba de Duncan al 5 % de error de doble entrada de longitud de raíz de col, para efectos de fertilización, densidad de siembra e interacción.

Densidad de siembra	Fertilización				Efecto de densidad (cm)
	F1	F2	F3	F4	
D1	18.46 a	18.91 a	19.02 a	19.31 a	18.93 a
D2	18.84 a	20.22 a	19.69 a	17.99 a	19.18 a
Efecto de fertilización (cm)	18.65 a	19.56 a	19.36 a	18.65 a	

Nota: Letras iguales son estadísticamente homogéneos

Continuo al análisis estadístico se aprecia en la figura 5, que a dosis adecuada de compost y mayor distanciamiento que es T<sub>6</sub> obtuvo 20.22 cm, lo que se diferencia con relación a los demás tratamientos.

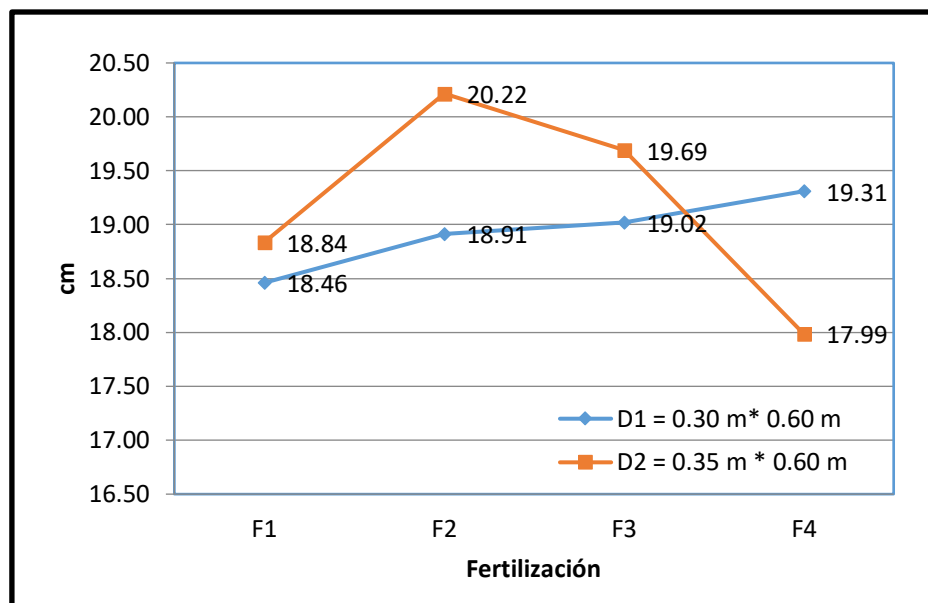


Figura 5: Longitud de raíz por tratamiento

#### 4.2.5 Análisis de contrastación del diámetro ecuatorial de col

Con respecto al análisis de varianza del diámetro de col que se expone en la tabla 22, se determinó que no hubo significancia en la interacción; sin embargo hubo efecto en la densidad de siembra; es decir los distanciamientos entre planta influyeron en el vigor de la col. Asimismo, se aprecia que el coeficiente de variación fue de 12.72 % que indica una ligera variación de promedios de parcela.

Tabla 22:

Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de col por tratamiento

F. Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. C.	F.T. (5%)	Interpretación
Bloque	2	18.24205733	9.12102867	3.55	3.739	**
Fertilización	3	18.96450579	6.32150193	2.46	3.344	**
Densidad	1	18.78147337	18.78147337	7.30	4.600	*
F*D	3	2.10854213	0.70284737	0.27	3.344	**
Error	14	36.01411533	2.57243681			
Total	23	94.11069396				
Coef. de variación	12.72					

(\*) Significativo

(\*\*) No significativo

Con respecto a la Prueba de Duncan que se detalla en la tabla 23, se aprecia que a una dosis adecuada de compost y mayor distanciamiento que es T<sub>7</sub> con 14.78 cm destacó en relación a los demás. También se aprecia que no hubo diferenciación

estadísticas entre tratamientos; puesto que las interacciones tienen relación por el calificativo de (ab); sin embargo en efecto de densidad si hubo variación por distinta letras a y b. Por lo tanto, se determina que la densidad de siembra influyó en el vigor o presencia de la col.

Tabla 23:

Prueba de Duncan al 5 % de error de doble entrada de diámetro ecuatorial de col, para efectos de fertilización, densidad de siembra e interacción.

Densidad de siembra	Fertilización				Efecto de densidad (cm)
	F1	F2	F3	F4	
D1	11.01 b	11.41 b	13.09 ab	11.39 b	11.73 b
D2	11.86 ab	13.83 ab	14.78 a	13.51 ab	13.49 a
Efecto de fertilización (cm)	11.43b	12.62 ab	13.93 a	12.45 ab	

**Nota:** Letras iguales son estadísticamente homogéneos

Con relación a la gráfica de doble entrada de las interacciones de diámetro de col que se indica en la figura 6, se evidencia que F<sub>3</sub>\*D<sub>2</sub> o T<sub>7</sub> destacó con 14.78 cm con respecto a los demás. Por lo que, se interpreta que una adecuada dosis de compost y mayor distanciamiento se obtuvo buen volumen de col; es decir vigor.

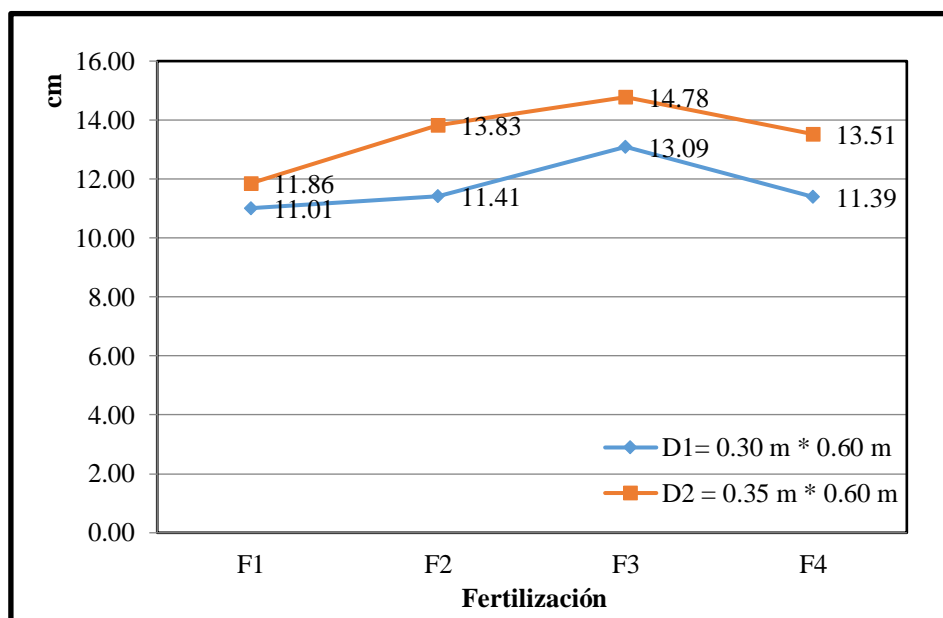


Figura 6: Diámetro ecuatorial de col por tratamiento

#### 4.2.6 Análisis de contrastación de las características químicas de col

Analizados las concentración de elementos químico de las hojas de col, se determinó que los valores de nitrógeno, calcio, azufre, manganeso, zinc y boro se encuentran dentro de los valores normales y el hierro en exceso en el T<sub>7</sub>. Lo que quiere decir que la concentración de estos nutrientes influyeron en el proceso bioquímico lo que favoreció al rendimiento del la col (ver tabla 24)

*Tabla 24:  
Característica química del cultivo de col por tratamiento*

<b>Macro nutrientes (%)</b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	<b>T<sub>4</sub></b>	<b>T<sub>5</sub></b>	<b>T<sub>6</sub></b>	<b>T<sub>7</sub></b>	<b>T<sub>8</sub></b>	<b>Valores normales</b>
Potasio	3,13	2,24	2,33	2,34	2,65	2,45	2,54	2,62	3,00 - 5,00
Nitrógeno	4,64	3,61	3,67	3,36	3,91	3,28	3,66	4,28	3,60 – 5,00
Fósforo	0,326	0,238	0,213	0,216	0,252	0,210	0,236	0,308	0,330 – 0,750
Calcio	2,11	2,43	2,26	2,66	2,54	2,46	2,33	1,59	1,10 – 3,00
Magnesio	0,328	0,328	0,287	0,363	0,329	0,296	0,327	0,254	0,400 – 0,750
Azufre	1,09	0,79	0,76	0,97	0,74	0,66	0,75	0,77	0,30 – 0,75
<b>Micro nutrientes (mg/Kg)</b>									
Hierro	234	255	250	217	298	211	225	134	30,0 - 200
Manganeso	113	222	208	159	195	186	154	82,6	25,0 – 200
Cobre	3,36	3,28	3,58	2,70	3,07	2,79	2,38	2,85	5,00 – 15,0
Zinc	32,9	43,8	43,2	37,3	39,0	38,0	35,1	28,9	20,0 – 200
Boro	29,4	29,5	30,5	32,9	26,4	21,9	28,6	28,3	25,0 – 75,0
Molibdeno	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,20	0,30	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
<b>Elementos Fitotóxicos (mg/Kg)</b>									
Cloruros	8872	10465	9853	11128	9926	9265	10718	7773	
Sodios	4723	5768	7702	5614	5313	3515	4160	2685	

**Fuente:** AGQ Perú SAC (2022) Informe De Ensayo-Material Vegetal

#### 4.2.7 Aporte de nitrógeno

Respecto al consumo de nitrógeno por hectárea que se detalla en la tabla 25, se determinó que el T<sub>4</sub> con 476 Kg de nitrógeno /ha se destacó en mayor consumo; sin embargo el T<sub>7</sub> con 403 Kg de nitrógeno/ha sobresalió en rendimiento comercial. Lo que quiere decir, que a consumo adecuado de nitrógeno se obtuvo mayor rendimiento comercial de col.

*Tabla 25:  
Cantidad de nitrógeno utilizado en relación al rendimiento*

Tratamiento	Interacción	Dosis (kg/ha)	Concentración de Nitrógeno en compost (kg/ha)	Nitrógeno en el suelo Kg/ha	Total nitrógeno utilizado Kg/ha	Rendimiento (tn/ha.)
T <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	0	0	39.2	39.2	13.006
T <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	8000	291.2	39.2	330.4	15.941
T <sub>3</sub>	F <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	10000	364.0	39.2	403.2	19.486
T <sub>4</sub>	F <sub>4</sub> D <sub>1</sub>	12 000	436.8	39.2	476.0	20.011
T <sub>5</sub>	F <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	0	0	39.2	39.2	18.152
T <sub>6</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	8000	291.2	39.2	330.4	23.142
T <sub>7</sub>	F <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	10000	364.0	39.2	403.2	26.761
T <sub>8</sub>	F <sub>4</sub> D <sub>2</sub>	12 000	436.8	39.2	476.0	21.863

**Nota:** El resultado del análisis de compost es de 3.64 % de Nitrógeno que equivale a 364 Kg de nitrógeno/10 000 Kg de compost (Ver tabla 8)

#### **4.2.8 Análisis económico**

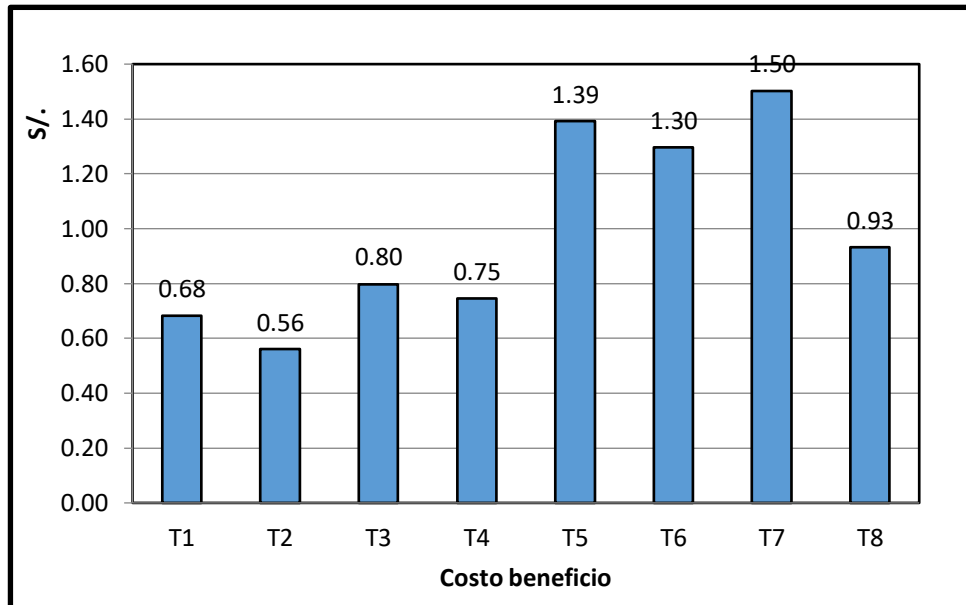
En cuanto al análisis económico que se detalla en la tabla 26, se aprecia que la mayor rentabilidad se obtuvo el T<sub>7</sub> con 150.15 % que se diferenció con respecto a los testigos T<sub>1</sub> y T<sub>5</sub> con 81.9 % y 11 % respectivamente.

*Tabla 26:  
Análisis económico de rentabilidad por tratamiento*

Tratamiento	Interacción	Utilidad (S/.)	Rentabilidad (%)	Costo de prod. Unitario (S/.)	Ganancia por S/. 1	Costo-beneficio
T <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	6858.80	68.25	1.68	1.00	0.68
T <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	7442.30	56.04	1.56	1.00	0.56
T <sub>3</sub>	F <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	11242.80	79.80	1.80	1.00	0.80
T <sub>4</sub>	F <sub>4</sub> D <sub>1</sub>	11117.30	74.63	1.75	1.00	0.75
T <sub>5</sub>	F <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	13730.40	139.15	2.39	1.00	1.39
T <sub>6</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	16985.40	129.67	2.30	1.00	1.30
T <sub>7</sub>	F <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	20882.10	150.15	2.50	1.00	1.50
T <sub>8</sub>	F <sub>4</sub> D <sub>2</sub>	13706.70	93.15	1.93	1.00	0.93

**Nota:** Costo de prod. Unitario (S/.) (Valor total/Costo de prod.) y Rentabilidad (Utilidad/Costo prod.) \* 100

Con relación al costo beneficio que se indica en la figura 7, se aprecia que a mayor distanciamiento o menor densidad de siembra y aplicando fertilización de compost adecuada, que es T<sub>7</sub> se obtuvo S/. 1.50 Sol lo que quiere decir que por cada S/. 1 Sol invertido se gana S/. 1.5 Sol; siendo este resultado beneficioso para los agricultores de la zona.



*Figura 7: Análisis económico de costo beneficio por tratamiento*

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN**

#### **5.1 Discusión de resultados**

##### **5.1.1 Altura de planta**

Procesado los datos de altura de planta que se detalla en la tabla 14, se determinó que la interacción  $F_3 * D_2$  o  $T_7$  con 41.88 cm destacó con relación a los demás tratamientos. Por lo que se analiza que a medida que se incrementó la dosis de compost y menor distanciamiento alcanzó la máxima altura. Esto se debe a que esta dosis de compost se incorporó nutrientes que promovió la eficiencia en las reacciones bioquímicas para la formación de carbohidratos y fortalecimiento, lo cual influyó en la arquitectura y presencia de la planta. Según Quiroz I e Perez A. (2013), concluyen que la aplicación de cachaza al suelo tiene efectos positivos en su calidad principalmente en la estructura, infiltración y retención de agua. Estimula la formación de agregados, el reciclaje de N, P, K, Ca, Mg, el desarrollo radical y la actividad microbológica. Asimismo, en menor densidad plantas; es decir a mayor distanciamiento entre plantas hubo menor competencia nutricional, esto optimizó la absorción de nutrientes entre plantas que influyó en el desarrollo. Este análisis se sostiene con Gómez Atero M. (2015), quien concluye que existe efecto significativo de los distanciamientos de siembra en el tamaño y diámetro de col variedad Capitata, al reportar 42,28 cm de tamaño y 77,16 cm de diámetro por planta.

##### **5.1.2 Peso de cabeza de col**

Concerniente al procesamiento estadístico de la tabla 17, indica que la interacción  $F_3 * D_2$  o  $T_7$  destacó con 485.93 g de col. Por lo que, se analiza que a una dosis adecuada de compost y mayor distanciamiento influyó en el rendimiento de col. Esto se debe que al aplicar 10 tn/ha de compost a base de residuos de caña de azúcar al suelo mejoró la disponibilidad de nutrientes y esto influyó en la absorción a la planta, lo cual favoreció y promovió las óptimas reacciones bioquímicas obteniéndose buen desarrollo del fruto, vigor y peso. Lo mencionado se fundamenta con Palma-López D. (2018), quien determinó que la relación % de ácidos húmicos entre % de ácidos fúlvicos (AH/AF) registró concentraciones elevadas en todos los tratamientos, lo que evidenció que los mejores tratamientos fueron los adicionados con estiércol de borrego y vaca compostados con residuos de caña de azúcar como cachaza y

bagazo además lombriz californiano. Lo que incorporó nutrientes para el desarrollo de la planta. Asimismo, es necesario tener en cuenta que a mayor distanciamiento influyó en el peso de la col, esto se debe a que hubo mejora en la absorción de nutrientes por medio de las raíces; es decir hubo menor competencia nutricional entre plantas, lo que favoreció al desarrollo de la planta. Según Luño A. (2008), concluyó que para el rendimiento (T/6000 m<sup>2</sup>) T<sub>1</sub> (0.30 m. x 0.30 m.) y T<sub>2</sub> (0.40 m. x 0.40 m.) fueron los más promisorios en comparación a los demás tratamientos. Por lo tanto, la densidad de siembra influye sobre el rendimiento en el cultivo de *Brassica sinensis*, col china híbrido Jade Crow.

### 5.1.3 Rendimiento comercial

En rendimiento comercial se precisa que la interacción F<sub>3</sub>\*D<sub>2</sub> o T<sub>7</sub> destacó con 26,761 tn/ha diferenciándose del T<sub>1</sub> y T<sub>5</sub> con 51.39 % y 32.17 % respectivamente (ver tabla 19). Este resultado se analiza que al aplicar 10 tn/ha de compost se adicionó nutrientes a suelo, lo cual mejoró la disponibilidad para la mayor abosición de elementos, lo que promovió la eficiencia de las reacciones bioquímicas en la formación de carbohidratos y resistencia frente al estrés ambiental obteniéndose como resultado mayor rendimiento, reducción del costo de producción y reducción del riesgo ambiental. Esta afirmación se sostiene con Hernández-Cázares A. *et. al.* (2016) quienes concluyeron que la producción de composta a partir de residuos agroindustriales es una alternativa potencial para generar materia orgánica estabilizada que mantiene e incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas, fertilidad y reduce el riesgo ambiental. Lo cual influye en el desarrollo de la planta y por ende en el rendimiento. También es necesario mencionar que a mayor distanciamiento entre planta influyó en el rendimiento de col; puesto que hubo mayor disponibilidad de elementos favorables para el desarrollo y por ende en el rendimiento de la planta. Este análisis se corrobora con Cancino I. (2022), quien concluye que el distanciamiento de siembra influye en el comportamiento de los componentes agronómicos de la col de hoja, var. Tronchuda portuguesa; puesto que el T<sub>4</sub> (0.50 m x 0.30 m) obtuvo los mejores resultados de los componentes agronómicos y rendimiento del cultivo frente al T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>; el T<sub>4</sub> presentó el mayor rendimiento de peso de hojas/ha, con 43.48 t, mostrando su adaptación a las características edafoclimáticas del lugar; obtuvo mayor rentabilidad/ha.



#### **5.1.4 Longitud de raíz**

Respecto a la longitud de raíz se determinó que a una dosis adecuada de compost y mayor distanciamiento entre planta que es la interacción F2\*D2 destacó con 20.22 cm de longitud de raíz (Ver tabla 21). Este resultado evidencia que la aplicación de 8 tn/ha de compost se incorporó nutrientes al suelo que mejoró las propiedades del suelo y esto a la mayor absorción de elementos por medio de las raíces influyendo el desarrollo de la planta. Asimismo, el mayor distanciamiento entre planta favoreció en la nutrición; puesto que hubo menor competencia nutricional entre plantas. Lo analizado se sostiene con Cajamarca D. *et. al.* (2018) concluyen que la obtención del compost a base de residuos agroindustriales tienen características de mantener la humedad relativa del suelo, poseer minerales que el suelo y el cultivo necesiten para generar mejores y mayores cantidades de producción, debe ser capaz de regular y mantener un pH óptimo y principalmente debe tener solo lo que el suelo necesite es decir no debe presentar un exceso de minerales, de humedad. Asimismo, Ríos L. (2012) concluye que hubo efecto de los tratamientos en estudio sobre el rendimiento más no sobre las características agronómicas. El distanciamiento tuvo efecto sobre el rendimiento en "col china" y fue d0 (0.60 x 0.40). Por lo tanto, el distanciamiento influyó en el desarrollo radicular lo que favoreció en la mayor absorción de nutrientes y esto influyó en el desarrollo y por ende en rendimiento de la col.

#### **5.1.5 Diámetro de col**

Efectuado el análisis estadístico se determinó que el F3\*D2 o T7 obtuvo 14.78 cm, lo cual lo diferencia con relación a los demás tratamientos (ver tabla 23). Por lo que, se analiza que a una adecuada dosis de compost y a mayor distanciamiento influyeron en el desarrollo de la planta mostrándose mayor vigor y robusticidad. Esto se debe a que esta dosis de compost se adicionó nutrientes que promovieron y optimizaron las reacciones bioquímicas, lo cual influyó en el óptimo desarrollo de la planta, fortaleciendo frente al estrés ambiental y de esta manera obteniendo mayor peso y vigor de la col. Asimismo a mayor distanciamiento hubo mayor eficiencia en la absorción de nutrientes puesto que redujo la competencia nutricional entre plantas. Según Laaz A. (2022), concluye la fertilización orgánica a base de compost, T2: Compost de caña 500 kg ha<sup>-1</sup> en el cultivo de hierbaluisa permite un adecuado desarrollo del cultivo, así como rendimiento aceptable que se ve reflejado en un alto

beneficio económico, puesto que presentó los valores más cercanos a la aplicación de fertilización química a base de N-P-K

### **5.1.6 Característica química del cultivo de col**

Respecto al análisis químico se determinó que la mayoría de elementos aumenta su concentración al incrementar las dosis de compost y en los dos distanciamientos. Cabe mencionar que a mayor dosis de compost y mayor distanciamiento que es el T<sub>8</sub> incrementó la concentración de macro nutrientes con respecto al T<sub>7</sub>; sin embargo esta dosis influyó en el mayor rendimiento esto se debe a que la mayoría de los elementos como N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn y Boro se encuentra dentro de los valores normales.(ver tabla 24). Por lo tanto, estas concentraciones de nutrientes influyeron en muchas reacciones bioquímicas, fortalecimiento frente a estrés ambiental lo que se obtuvo mayor rendimiento. Este análisis se sostiene con Mejía J. (2021), quien determinó la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar, vacaza, gallinaza y cuyaza. Concluye que presentan óptimos resultados en la composición de macro y micro minerales como N, P, K, Co, Ca Mg, Fe y otros nutrientes. Por lo que, estos elementos influyeron en el desarrollo del cultivo de col.

### **5.1.7 Aporte de nitrógeno**

Con respecto al consumo de nitrógeno que se indica en la tabla 25, se aprecia que T<sub>4</sub> y T<sub>8</sub> destacaron en consumo de nitrógeno con 476 kg/ha en los dos distanciamientos, sin embargo esta cantidad no influyó en el rendimiento; puesto que el T<sub>7</sub> con 403 kg/ha de nitrógeno obtuvo 26.761 tn/ha. Se analiza que al aplicar esta dosis de compost de 10 tn/ha al cultivo de col se adicionaron nutrientes como nitrógeno que en esa medida influyó en el proceso bioquímico y fortalecimiento frente a estrés ambiental. Obteniéndose como resultado mayor rendimiento (Ver tabla 25).

### **5.1.8 Análisis económico**

En cuanto al análisis económico que se determinó que la mayor rentabilidad lo obtuvo T<sub>7</sub> con 150.15 % diferenciándose respecto a los testigos T<sub>1</sub> y T<sub>5</sub> con 81.9 % y 11 % respectivamente. Este resultado se analiza que el T<sub>7</sub> obtuvo mayor rendimiento que destacó en la rentabilidad en casi más del 50 % a parte del costo de producción. Asimismo, el costo benéfico fue de S/. 1.50 Soles, lo que quiere decir que por cada S/. 1 Sol invertido se obtiene S/. 1.50 Soles; siendo este resultado viable para los agricultores de la zona al usar compost a base de residuos caña de azúcar y a mayor distanciamiento (Ver tabla 26 y figura 7)

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

Se determinó que la dosis adecuada de compost a base de residuos de caña de azúcar es de 10 tn/ha y distanciamiento 0.35 m entre planta y 0.60 m. entre surco, que es T<sub>7</sub> que se diferencia con 51.39 % y 32.17 % de los testigos T<sub>1</sub> y T<sub>5</sub> respectivamente; sin embargo no hubo efecto de dosis en la interacción; es decir la aplicación de compost y este distanciamiento no influyeron estadísticamente en el rendimiento de col.

También se determinó en el análisis foliar que a medida que se incrementaron las dosis de compost en los dos distanciamientos hubo incremento de nutrientes; lo cual destacó el T<sub>8</sub> en nitrógeno, fósforo, potasio y otros elementos; sin embargo el T<sub>7</sub> que obtuvo mayor rendimiento destacó en valores normales de nitrógeno potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, zinc boro y molibdeno. Por lo tanto, estos elementos dentro de los valores normales influyeron en el rendimiento de col.

Se precisa que el T<sub>4</sub> y T<sub>8</sub> consumieron 476 Kg/ha de nitrógeno; sin embargo el T<sub>7</sub> consumió 403 Kg/ha de nitrógeno/ha, lo cual destacó en rendimiento comercial. Por lo tanto, a una dosis adecuada de 10 tn/ha de compost y a mayor distanciamiento que es de 0.35 m entre surco y 0.60 m entre planta influyó en el desarrollo y fortalecimiento de la planta obteniéndose de esta manera mayor rendimiento.

Por último, se concluye que en el análisis económico el T<sub>7</sub> obtuvo 150.15 % de rentabilidad, lo que se diferenció con respecto a los testigos T<sub>1</sub> y T<sub>5</sub> con 81.9 % y 11 % respectivamente y en costo beneficio S/. 1.50 Soles, lo que quiere decir que por cada S/. 1 Sol invertido se obtiene S/. 1.50 Soles; siendo este resultado viable y sostenible para los agricultores de la zona.

## **6.2 Recomendaciones**

Es necesario darle un valor agregado a los residuos generados de la caña de azúcar como el bagazo y vinaza para la elaboración del compost, puesto que se demostró que al usarlo a una dosis de 10 Tn/ha y a distanciamiento de 0.35 m entre planta y a 0.60 m entre surco obtuvo mayor rendimiento con relación a los tratamiento.

El uso de compost a base de residuos de caña de azúcar es una alternativa viable y sostenible; puesto que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, reduce el costo de producción y al mismo tiempo la contaminación ambiental. La aplicación de este abono adiciona nutrientes como N, P, K, Ca y otros elementos que son favorables para el desarrollo y por ende el rendimiento de col.

Con la aplicación de este abono a dosis de 10 tn/ha y distanciamiento de 0.35 m entre plantas y 0.60 m entre surco que es T<sub>7</sub>, obtuvo mayor rendimiento y por ende mayor rentabilidad con 150.15 % y costo beneficio de S/. 1.50 Soles. Por lo tanto, con esta dosis y densidad de siembra, genera recurso económico siendo favorable y recomendación para los agricultores de la zona.

## REFERENCIAS

- AGQ Perú SAC (2022). Informe De Ensayo-Material Vegetal. Agq labs. Acreditado IAS, Testing Laboratory TL-502, Perú, Códigos V-22/051668, V-22/051669, V-22/051670, V-22/051671, V-22/051672, V-22/051673, V-22/051674, V-22/051675
- Almazán O., Hernández A., Brizuela M., Carvajal O., Arias G., y Fernández N. (2012). “El bagazo de la caña de azúcar. Propiedades, constitución y potencial”. Informe, ICIDCA. (Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña), Cuba. (Acceso 25 de agosto del 2022) <https://docplayer.es/72041168-Parte-v-el-bagazo-de-la-cana-de-azucar-propiedades-constitucion-y-potencial.html>
- Arcila, J., (2007). Densidad de siembra y productividad de los cafetales, Libro Capítulo 6. Sistemas de producción de café en Colombia. Colombina, pp. 132-143 (Acceso 1 de agosto del 2022) <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/720/7/6.%20Densidad%20siembra%20y%20productividad%20cafetales.pdf>
- Bernui F. y Rivero J. (2017). Obtención de abono orgánico (compost) a partir de desechos agroindustriales y su influencia en el rendimiento del cultivo *Zea Mays*. *Ciencia y Tecnología*, 12(1),45-56. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/1359>
- Bohórquez, A., Puentes, Y. y Menjivar, J. (2014). Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(1)1, 73-81. <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v15n1/v15n1a07.pdf>
- Cajamarca D., Paredes M., Guananga N. y Guevara L. (2018). Sostenibilidad económica de un compost elaborado a partir de los residuos de la Agroindustria Cañera Ecuatoriana. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Servicios Académicos Intercontinentales SL*. <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/09/sostenibilidad-economica-compost.html>
- Cancino I. (2022). *Comportamiento de componentes agronómicos y de rendimiento bajo los distanciamientos de siembra en Brassica oleracea L. “col de hoja”, var. Tronchuda Portuguesa, en Zungarococha - Loreto. 2021.* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/8134>
- Cardoza, J. (2021). *Evaluar los Tratamientos de Vinaza para Mitigar el Impacto Ambiental en el Área de Influencia del Proyecto Maple Etanol – Piura.* (tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Perú. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/82952/Cardoza\\_RJC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/82952/Cardoza_RJC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cerioni J., Nicchio N. y Santori G. (2019). Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar para la producción de xilitol. *Jornadas En Ciencias Aplicadas "Dr. Jorge Ronco", volumen 2.* (Acceso 15 de agosto del 2022) <https://revistas.unlp.edu.ar/CienciasAplicadas/article/view/9144>
- Da Costa, D., Da Silva, N., Da Costa, A., Barbosa, E., Lima, C., Souto, F., Nascimento, V., Dos Santos, C., Navarro, M. (2018). Efecto del compost de residuos orgánicos domiciliarios, vegetales y estiércol en el crecimiento de lechuga. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(2), 464-474. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v12n2/2011-2173-rcch-12-02-464.pdf>

- Dancé, J. y Sáenz, D. (2016). La cosecha de caña de azúcar: impacto económico, social y ambiental. Dirección de Investigación FCCEF – USMP, Perú. (Acceso 20 de agosto del 2022). <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:9SWwe6BJo38J:https://es-static-dn.net/files/dd2/bf7d127742b51245315817dad4262628.pdf+&cd=13&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>
- Flores, C. (2019). *Impactos ambientales ocasionados por la Empresa Maple Etanol S.A. y propuesta de un plan de mitigación*. (tesis de pregrado) Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8317/BC-4717%20FLORES%20ESCOBAR.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- Garcés, M. (2014). *Producción de abono orgánico a partir de residuos de caña de azúcar y azolla con la aplicación de microorganismos eficientes (EM's)*. Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI), Presentado como Requisito Previo para la Obtención del Título de Ingeniera Bioquímica otorgado por la Universidad Técnica de Ambato. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8458/1/BQ%2059.pdf>
- Gómez M. (2015). *Efecto de la densidad de siembra de la col corazón de buey (Brassica oleracea L.) En el rendimiento en condiciones edafoclimáticas de San Nicolás - Ancash - 2014*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional "Hermilio Valdizán" Huánuco. Página web: <https://1library.co/document/q2nm4eeq-densidad-corazon-brassica-oleracea-rendimiento-condiciones-edafoclimaticas-nicolas.html>
- Gordillo, F. y Guzmán, M. (2017). Efecto de la aireación sobre la temperatura del proceso de compostaje de residuos de la caña de azúcar. *Cadernos de Agroecología*, (13)1. <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/1589/1002>
- Gulden A. (2016). *Efecto del volumen de agua y guano vacuno en la descomposición de broza de Saccharum officinarum L. con microorganismos*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Perú. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2995785>
- Gutiérrez, H., De la Vara, R., Cano, A. y Osorio, M. (2008). Análisis y diseño de experimentos. Libro Segunda Edición. Editorial Mc Graw Hill, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería y Centro de Investigación de Matemáticas. México. Página 134-136. [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis\\_y\\_diseno\\_experimentos.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis_y_diseno_experimentos.pdf)
- Hernández-Cázares A., Real-Luna N., Delgado-Blancas M., Bautista-Hernández L. y Velasco-Velasco J. (2016). Residuos agroindustriales con potencial de compostaje. *Agroproductividad*. 9(8), 10-17. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/2642/1/Agroproductividad%20vol%209%2c%20no%209%2c%20p%2010-17.pdf>
- Hirzel J. y Salazar F. (2016). Guía de manejo y buenas prácticas de aplicación de enmiendas orgánicas en agricultura. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias Ministerio de Agricultura (INIA)- Chile. 1 -56* (Acceso 10 de agosto del 2022). <https://n9.cl/0n2kw>
- Ibarra-Camacho, R. y León-Duharte, L. (2018), Caracterización químico-física de vinazas de destilerías. *Ciencia en su PC*, 1(2), 1-13. <https://www.redalyc.org/journal/1813/181358410001/html/>
- INIA (2021). Análisis de suelo. Resultados de análisis de suelo. INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria)- Huaral., Perú 2021, N° 246

- INIA (2022) “Análisis de compost” Resultados de análisis de compost. INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria)- Huaral., Perú 2021, N° AO-003
- Kass, C.L D, (1998). Fertilidad de suelos. EUNED (Editorial Universidad Estatal a Distancia), Editado por Jorge Núñez Solís. Primera edición. San José, Costa Rica. Página 205 (Acceso 18 de agosto del 2022) [https://books.google.com.pe/books?id=sRua411JhvgC&pg=PP8&dq=KASS+FERTILIDAD+DE+SUELOS&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiQ\\_p2Tx\\_r0AhU\\_qZUCHcNUAwQQ6AF6BAGHEAI#v=onepage&q=KASS%20FERTILIDAD%20DE%20SUELOS&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=sRua411JhvgC&pg=PP8&dq=KASS+FERTILIDAD+DE+SUELOS&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiQ_p2Tx_r0AhU_qZUCHcNUAwQQ6AF6BAGHEAI#v=onepage&q=KASS%20FERTILIDAD%20DE%20SUELOS&f=false)
- Laaz, A. (2022). Fertilización orgánica del cultivo de hierbaluisa (*Cymbopogon citratus*) en la provincia de Los Ríos, Ecuador. (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8574/1/UTC-PIM-%20000460.pdf>
- López, E., Andrade, A., Herrera, M., Gonzalez, O. y García de la Figal, A. (2017). Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña. *Centro Agrícola*, 44(3), 49-55. Recuperado en 11 de agosto de 2022, de [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:b-6AYVFXLUJ:scielo.sld.cu/scielo.php%3Fscript%3Dsci\\_arttext%26pid%3DS0253-57852017000300007&cd=3&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:b-6AYVFXLUJ:scielo.sld.cu/scielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext%26pid%3DS0253-57852017000300007&cd=3&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe)
- Luño, A. (2008). *Densidad de siembra y su efecto sobre el rendimiento y las características agronómicas del cultivo de Brassica sinensis, col china híbrido jade crow, en Zungarococha – Iquitos* (tesis de pregrado). Unirversidad Naciuoanl de la Amazonía Peruana, Perú. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4565>
- McKean, S. (1993). Manual de análisis de suelos y tejido vegetal. Una guía teórica y práctica de metodologías, Documento de trabajo No. 129, *Laboratorio de servicios analíticos, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*, (Acceso 10 de agosto del 2022). [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/Digital/S593.M2\\_Manual\\_de\\_an%C3%A1lisis\\_de\\_suelos\\_y\\_tejido\\_vegetal\\_Una\\_gu%C3%ADa\\_de\\_metodolog%C3%ADa\\_de\\_metodologia.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/S593.M2_Manual_de_an%C3%A1lisis_de_suelos_y_tejido_vegetal_Una_gu%C3%ADa_de_metodolog%C3%ADa_de_metodologia.pdf)
- Mejía, J. (2021). *Determinación de la calidad de compost orgánico producido en pilas de compostaje, utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (Saccharum spp), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco marca región Huánuco-Perú-2020- 2021.* (tesis de pregrado). Universidad de Huánuco, Perú. <http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3083/MEJIA%20PAULIN%20O%2c%20JUNIOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moscote O., y Quintana L. (2008). Estadística Programa Administración Pública Territorial. Escuela Superior de Administración Pública. Bogotá, Colombia. (Acceso 12 de agosto del 2022) <https://www.esap.edu.co/portal/wp-content/uploads/2017/10/5-Estadistica-1.pdf>.
- Ordinola J. (2021). *Propuesta de elaboración de Compost mediante el aprovechamiento de los subproductos del proceso de etanol en una empresa agroindustrial en el distrito de Ignacio Escudero– 2020.* (tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72321/Ordinola\\_ZJJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72321/Ordinola_ZJJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ospina, I. (2016). Influencia de la aplicación de compost producido a partir de residuos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en un Vertisol de Valle del Cauca .(tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia.. [https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57963/2016-Isabel\\_Cristina\\_Ospina.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57963/2016-Isabel_Cristina_Ospina.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



- Palma-López D, Zavala-Cruz J., Cámara-Reyna J. Ruiz-Maldonado E. y Salgado-García S. (2016), Uso de residuos de la agroindustria de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) para elaborar abonos orgánicos. *Agro Productividad*, volumen 9, número 7, pp. 29-34. <https://core.ac.uk/download/pdf/249320568.pdf>
- Palma, D. (2018). Uso de residuos de la agroindustria de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) para elaborar abonos orgánicos. *Agro Productividad*, 9(7). 29-34. Recuperado a partir de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/782/648>
- Pérez H., Rodríguez I., Moreno A. y Jara W. (2017). Efecto del compost en un suelo dedicado al cultivo de caña de azúcar en el Ingenio Valdez, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 5(2),55-65. Recuperado a partir de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/120>
- Pérez J. y Gardey A. (2017). Definición de dosis. Fuente de información “Definición. de”. (Acceso 25 de junio del 2022) Página web <https://definicion.de/dosis/>
- Prialé, C. (2016) Muestreo de suelos: referencias sobre el análisis e interpretación de resultados, Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. 2016 (Acceso 20 de marzo del 2022) [http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/bitstream/inia/286/1/Muestreo\\_de\\_suelos.pdf](http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/bitstream/inia/286/1/Muestreo_de_suelos.pdf)
- Quiroz I. y Pérez A. (2013). Vinaza y compost de cachaza: efecto en la calidad del suelo cultivado con caña de azúcar. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(spe5), 1069-1075. Recuperado en 30 de julio de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000900019&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000900019&lng=es&tlng=es).
- Reyna, A., (2020). Propuesta de factibilidad para la producción y comercialización de un fertilizante orgánico a partir de la vinaza en la región Lambayeque. (tesis de posgrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú. [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/659075/Reyna\\_DA.pdf?sequence=11&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/659075/Reyna_DA.pdf?sequence=11&isAllowed=y)
- Ríos L. (2012) “Alcolchado sintético y distanciamiento de siembra y su efecto sobre las características agronómicas y su rendimiento del cultivo de *Brassica campestris* L. Col China var. Jade Crown en la zona de Nina Rumi-distrito de San Juan”. *Tesis para optar el título e ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.* <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/1774>
- Rodríguez, I., Pérez, H. y Jara, W. (2017) Efecto del compost en el rendimiento agrícola de caña de azúcar en el Ingenio Valdez. *Revista Cumbres*, 3(1), 119 – 126. <https://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres/article/view/166/61>
- Román, P., Martínez, M. y Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 1-108. Santiago de Chile. <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>.
- Saucedo, A. (2017). *Producción de abono orgánico a partir de cachaza para mejorar la calidad de suelos agrícolas.* (tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Perú. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/33241/saucedo\\_ra.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/33241/saucedo_ra.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Sotomayor C., Esquivel C., Garnica M., Rojas H., Ruiz M., Sanzano A., Quaia E., Paz D. y Abregú M. (2019). Manejo sustentable de residuos de la caña de azúcar. Elaboración y empleo de compost en suelos cañeros. *Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres; Avance Agroindustrial;* 40-4, 14-19. <https://www.eeaoc.gob.ar/wp-content/uploads/2020/04/avance40-4-14-19.pdf>.

- Suárez K. (2020). Diseño de producto para la comercialización de compost de bagazo de caña de azúcar producido en el sitio San Carlos. Trabajo de Titulación Modalidad proyecto de Investigación previo a la Obtención del Título de: Ingeniero Comercial en Mención Comercio Exterior. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2488/1/TESIS%20COMPLETA%20KEVIN%202020-DISCO.pdf>
- Valeiro A., Portocarrero R., Ullivarri E. y Vallejo J. (2017). Los Residuos de la Industria Sucro-Alcoholera Argentina, Ediciones INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), Colección Investigación de Desarrollo e Innovación, Argentina, 1-13. (Acceso 24 de agosto del 2022) [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_residuos\\_sucro\\_alcoholera\\_argentina.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_residuos_sucro_alcoholera_argentina.pdf)
- Vela G., López, J., Rodríguez M. (2012) Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México. *Boletín Investigaciones Geográficas*, Número 77,18-30. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112012000100003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112012000100003)

## **ANEXOS**

Anexo 1: Costo de producción del mayor rendimiento de col,  $T_7 = F_3 * D_2$

Cultivo : Col Riego: Gravedad		Distanciamiento: 0.30 m entre planta y 0.60 m entre surco Fertilización: 10 000 kg de compost/ha		
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/	TOTAL S/
<b>I COSTO DIRECTO</b>				
1.1 Alquiler de terreno	Ha.	1	2000	2000
1.2 Mano de obra				
<b>A. Preparación de terreno</b>				
Desmalezado y quema	jornal	4	50	200
Limpieza de acequias	jornal	2	50	100
Riego de machaco	jornal	2	50	100
Toma y mejora de surcos	jornal	1	50	50
<b>B. Almácigo</b>				
Siembra	Jornal	1	50	50
Aplicación de insecticidas	jornal	3	50	150
Riego	jornal	4	50	200
Fertilización	jornal	2	50	100
<b>C. Siembra</b>				
Trasplante	jornal	11	50	550
Resiembra	jornal	3	50	150
<b>C. Labores culturales</b>				
Abonamiento	jornal	4	50	200
Deshierbo	jornal	4	50	200
Riegos	jornal	9	50	450
<b>D. Control fitosanitario</b>				
Aplicación de pesticidas	Jornal	10	50	500
<b>E. Cosecha</b>				
Recojo	Jornal	15	50	750
Carguío	Jornal	8	50	400
Número total de jornales		83		
Sub total de Mano de Obra + Preparación de terreno				<b>6150</b>
<b>1.3 Maquinaria Agrícola (Tracción mecánica / animal)</b>				
<b>A. Preparación de terreno</b>				
Aradura	H. M.	3	80	240
Gradeo	H. M.	2	80	160
Surcado	H. M.	2	80	160
<b>B. Aporque</b>				

Caballo aporque	ha	1	150	150
Sub total de Maquinaria Agrícola				710
<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTO (S/.)</b>				<b>6860</b>
<b>II. GASTOS ESPECIALES</b>				
<b>A. Insumos</b>				
Semilla de col	100 g	5	80	400
<b>B Fertilizante</b>				
Compost	Bolsa (50 Kg)	200	20	4000
<b>C Acidificante Y adherente</b>				
Sol PH (Regulador de PH )	Lt.	1	35	35
Break Thru (Siliconado )	1/4Lt.	1	45	45
<b>D Pesticidas</b>				
Stripto	Sobre	3	80	240
Clorpirifos	Lt	1	45	45
Absolute	Lt.	1	1000	1000
Antracol	Kg	1		
Atack	kg	3	65	195
Lancer	Lt.	1	90	90
Hook x 200 g r	sobre	3	35	105
Sulfodin (Azufre Micronizado )	kg	3	30	90
<b>F. Otros</b>				
Alquiler de Mochila a Motor	Unidad	7	55	385
Transporte de Fertilizantes	Viaje	1	80	80
<b>G. Canon de agua</b>				
Agua / ha /campaña	m3			150
<b>TOTAL GASTOS ESPECIALES</b>				<b>6860</b>
<b>TOTAL GASTOS DIRECTOS S/.</b>				<b>13720</b>
<b>III. GASTOS INDIRECTOS</b>				
Asistencia técnica				50
Gastos Administrativos(1% Costos Directos)		%	1	137.2
<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>				<b>187.2</b>
<b>COSTO TOTAL (Gastos Directos + Gastos Indirectos)</b>				<b>13907.2</b>

<b>IV. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE CULTIVO DE VAINITA</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>Costo Ha s/</b>
Rendimiento tratamiento	TM.	26761
Valor unitario por kg.	S/.	1.3
Ingresos	S/.	34,789.30
Costo de producción	S/.	13907.2
<b>Ganancia Neta</b>	<b>S/.</b>	<b>20,882.10</b>

<b>V.- ANÁLISIS ECONÓMICO:</b>	
A.-Valor Total de la Producción	34,789.30
B.-Costo de Producción Total	13,907.20
C.-Utilidad (S/.)	20,882.10
D.-Precio Unitario (S/. / Kg.)	1.3
E.-Costo de Producción Unitario	2.501
F.-Margen de Utilidad Unitario	-1.201
G.-Índice de Rentabilidad (%)	150.153

*Anexo 2:**Altura de planta por tratamiento (cm)**Fecha: 18/12/2022 (7 d.d.t.)*

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	13.25	16.98	15.85	18.85	16.73	19.63	14.58	17.25	133.12	16.64
II	14.15	17.75	13.65	17.96	15.85	18.63	15.04	15.77	128.80	16.10
III	15.25	16.05	16.23	16.98	14.83	17.21	16.88	18.85	132.28	16.54
Suma	42.65	50.78	45.73	53.79	47.41	55.47	46.50	51.87	394.20	
Promedio	14.22	16.93	15.24	17.93	15.80	18.49	15.50	17.29		
F. promedio	15.57		16.59		17.15		16.40			
D. Promedio	15.19				17.66					

*Anexo 3:**Altura de planta por tratamiento (cm)**Fecha: 25/12/2022 (14 d.d.t.)*

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	15.88	18.48	17.72	21.66	19.35	22.63	18.91	19.77	154.40	19.30
II	14.25	20.38	15.86	19.47	17.85	21.32	17.37	17.85	144.35	18.04
III	17.88	18.04	18.91	17.98	16.88	19.96	19.19	20.33	149.17	18.65
Suma	48.01	56.90	52.49	59.11	54.08	63.91	55.47	57.95	447.92	
Promedio	16.00	18.97	17.50	19.70	18.03	21.30	18.49	19.32		
F. promedio	17.49		18.60		19.67		18.90			
D. Promedio	17.50				19.82					

*Anexo 4:**Altura de planta por tratamiento (cm)**Fecha: 01/01/2022 (21 d.d.t.)*

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	17.98	22.45	19.15	23.85	21.46	26.63	20.55	23.78	175.85	21.98
II	16.95	24.15	18.55	22.33	20.36	24.53	19.55	20.15	166.57	20.82
III	18.92	20.88	20.72	19.98	18.35	22.28	22.15	25.63	168.91	21.11
Suma	53.85	67.48	58.42	66.16	60.17	73.44	62.25	69.56	511.33	
Promedio	17.95	22.49	19.47	22.05	20.06	24.48	20.75	23.19		
F. promedio	20.22		20.76		22.27		21.97			
D. Promedio	19.56				23.05					

*Anexo 5:**Altura de planta por tratamiento (cm)**Fecha: 08/01/2022 (28 d.d.t.)*

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	20.15	25.24	22.25	28.98	24.12	29.09	22.48	25.77	198.08	24.76
II	19.05	27.38	21.52	27.11	21.95	26.03	21.01	23.05	187.10	23.39
III	22.16	23.74	23.82	25.55	20.06	25.81	24.63	28.02	193.79	24.22
Suma	61.36	76.36	67.59	81.64	66.13	80.93	68.12	76.84	578.97	
Promedio	20.45	25.45	22.53	27.21	22.04	26.98	22.71	25.61		
F. promedio	22.95		24.87		24.51		24.16			
D. Promedio	21.93				26.31					

Anexo 6:

Altura de planta por tratamiento (cm)

Fecha: 15/01/2022 (35 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	23.03	28.63	24.28	32.73	26.43	33.11	25.63	28.44	222.28	27.79
II	22.02	30.22	23.15	30.55	24.02	29.65	23.85	26.43	209.89	26.24
III	24.05	25.88	26.63	27.86	23.22	27.05	27.63	31.02	213.34	26.67
Suma	69.10	84.73	74.06	91.14	73.67	89.81	77.11	85.89	645.51	
Promedio	23.03	28.24	24.69	30.38	24.56	29.94	25.70	28.63		
F. promedio	25.64		27.53		27.25		27.17			
D. Promedio	24.50				29.30					

Anexo 7:

Altura de planta por tratamiento (cm)

Fecha: 22/01/2022 (42 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	25.63	30.22	26.35	35.85	28.89	37.12	27.35	32.12	243.53	30.44
II	24.12	32.72	25.06	33.81	27.42	35.88	26.14	30.51	235.66	29.46
III	27.85	27.96	28.63	31.82	25.89	33.44	29.25	34.83	239.67	29.96
Suma	77.60	90.90	80.04	101.48	82.20	106.44	82.74	97.46	718.86	
Promedio	25.87	30.30	26.68	33.83	27.40	35.48	27.58	32.49		
F. promedio	28.08		30.25		31.44		30.03			
D. Promedio	26.88				33.02					

Anexo 8:

Altura de planta por tratamiento (cm)

Fecha: 29/01/2022 (49 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	27.16	32.62	29.89	39.12	34.58	41.62	29.12	35.78	269.89	33.74
II	26.05	34.77	27.95	37.13	32.49	39.12	28.01	32.65	258.17	32.27
III	30.01	29.78	32.92	34.42	29.83	37.64	32.11	38.55	265.26	33.16
Suma	83.22	97.17	90.76	110.67	96.90	118.38	89.24	106.98	793.32	
Promedio	27.74	32.39	30.25	36.89	32.30	39.46	29.75	35.66		
F. promedio	30.07		33.57		35.88		32.70			
D. Promedio	30.01				36.10					

Anexo 9:

Altura de planta por tratamiento (cm)

Fecha: 05/02/2022 (56 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	31.66	33.12	34.63	40.23	37.25	42.63	34.65	36.76	290.93	36.37
II	29.51	35.85	31.51	37.56	35.82	40.85	33.51	34.23	278.84	34.86
III	33.63	32.15	35.85	35.82	33.45	38.12	36.36	39.12	284.50	35.56
Suma	94.80	101.12	101.99	113.61	106.52	121.60	104.52	110.11	854.27	
Promedio	31.60	33.71	34.00	37.87	35.51	40.53	34.84	36.70		
F. promedio	32.65		35.93		38.02		35.77			
D. Promedio	33.99				37.20					



Anexo 10:

Altura de planta por tratamiento (cm)

Fecha: 12/02/2022 (63 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	35.57	38.51	34.26	43.53	40.36	41.11	37.25	39.83	310.42	38.80
II	30.63	42.15	32.56	41.03	36.96	44.82	35.51	36.88	300.54	37.57
III	37.85	36.96	40.23	38.53	34.85	39.72	41.81	43.63	313.58	39.20
Suma	104.05	117.62	107.05	123.09	112.17	125.65	114.57	120.34	924.54	
Promedio	34.68	39.21	35.68	41.03	37.39	41.88	38.19	40.11		
F. promedio	36.95		38.36		39.64		39.15			
D. Promedio	36.49				40.56					

Anexo 11:

1era muestra de cabeza de col (g)

Fecha 12/02/2022 (63 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	294.26	602.42	616.60	691.73	443.93	920.60	594.80	772.27	4936.61	617.08
II	461.40	785.00	520.80	640.80	307.80	438.80	913.58	468.00	4536.18	567.02
III	315.00	315.63	249.00	256.21	447.40	503.43	272.55	375.63	2734.85	341.86
Suma	1070.66	1703.05	1386.40	1588.74	1199.13	1862.83	1780.93	1615.90	12207.64	
Promedio	356.89	567.68	462.13	529.58	399.71	620.94	593.64	538.63		
F. promedio	462.29		495.86		510.33		566.14			
D. Promedio	453.09				564.21					

Anexo 12:

2da muestra de cabeza de col (g)

Fecha 10/03/2022 (89 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	396.06	401.60	505.50	750.73	424.33	819.60	179.20	512.35	3989.37	498.67
II	301.40	354.00	246.60	294.20	330.80	209.80	482.78	389.60	2609.18	326.15
III	235.40	246.00	325.40	427.01	550.30	336.52	280.95	312.40	2713.98	339.25
Suma	932.86	1001.60	1077.50	1471.94	1305.43	1365.92	942.93	1214.35	9312.53	
Promedio	310.95	333.87	359.17	490.65	435.14	455.31	314.31	404.78		
F. promedio	322.41		424.91		445.23		359.55			
D. Promedio	354.89				421.15					

Anexo 13:

3ra muestra de cabeza de col (g)

Fecha 17/03/2022 (96 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	381.63	319.82	269.40	615.73	386.52	388.60	106.20	346.63	2814.53	351.82
II	168.20	505.36	405.36	292.20	320.12	188.40	385.38	397.00	2662.02	332.75
III	215.63	302.40	187.60	150.81	521.60	541.23	262.55	285.63	2467.45	308.43
Suma	765.46	1127.58	862.36	1058.74	1228.24	1118.23	754.13	1029.26	7944.00	
Promedio	255.15	375.86	287.45	352.91	409.41	372.74	251.38	343.09		
F. promedio	315.51		320.18		391.08		297.23			
D. Promedio	300.85				361.15					

Anexo 14:

4ta cosecha de cabeza de col

Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	275.06	491.82	361.00	530.33	403.96	682.20	346.30	489.63	3580.30	447.54
II	166.00	293.00	309.20	338.80	169.80	496.60	406.35	505.63	2685.38	335.67
III	206.36	273.40	206.60	380.81	485.60	305.36	314.35	315.65	2488.13	311.02
Suma	647.42	1058.22	876.80	1249.94	1059.36	1484.16	1067.00	1310.91	8753.81	
Promedio	215.81	352.74	292.27	416.65	353.12	494.72	355.67	436.97		
F. promedio	284.27		354.46		423.92		396.32			
D. Promedio	304.22				425.27					

Anexo 15:

Peso promedio de cabeza de col (g)

Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	336.75	453.92	438.13	647.13	414.69	702.75	306.63	530.22	3830.20	478.78
II	274.25	484.34	370.49	391.50	282.13	333.40	547.02	440.06	3123.19	390.40
III	243.10	284.36	242.15	303.71	501.23	421.64	282.60	322.33	2601.10	325.14
Suma	854.10	1222.61	1050.77	1342.34	1198.04	1457.79	1136.25	1292.61	9554.50	
Promedio	284.70	407.54	350.26	447.45	399.35	485.93	378.75	430.87		
F. promedio	346.12		398.43		442.64		404.81			
D. Promedio	353.26				442.95					

Anexo 16:

1era muestra de longitud de raíz de col (cm)

Fecha 12/02/2022 (63 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	17.40	17.60	21.60	17.20	15.20	18.80	16.80	21.40	146.00	18.25
II	14.60	16.20	16.60	13.80	16.40	18.40	21.40	19.60	137.00	17.13
III	15.80	17.20	18.20	15.00	14.60	15.40	14.60	16.40	127.20	15.90
Suma	47.80	51.00	56.40	46.00	46.20	52.60	52.80	57.40	410.20	
Promedio	15.93	17.00	18.80	15.33	15.40	17.53	17.60	19.13		
F. promedio	16.47		17.07		16.47		18.37			
D. Promedio	16.93				17.25					

Nota: Promedio de 5 plantas de col

Anexo 17:

2da muestra de longitud de raíz de col (cm)

Fecha 10/03/2022 (89 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	19.80	16.00	16.00	19.80	16.40	20.80	17.23	16.60	142.63	17.83
II	20.20	19.52	14.20	14.40	19.23	16.20	18.60	18.20	140.55	17.57
III	16.20	14.36	16.11	22.40	16.60	15.40	16.42	18.40	135.89	16.99
Suma	56.20	49.88	46.31	56.60	52.23	52.40	52.25	53.20	419.07	
Promedio	18.73	16.63	15.44	18.87	17.41	17.47	17.42	17.73		
F. promedio	17.68		17.15		17.44		17.58			
D. Promedio	17.25				17.67					

Nota: Promedio de 5 plantas de col

Anexo 18:

3ra muestra de longitud de raíz de col (cm)

Fecha 17/03/2022 (96 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	18.52	17.21	21.36	23.12	17.00	25.63	18.63	16.40	157.87	19.73
II	21.36	17.52	15.63	19.63	23.13	22.63	23.85	15.40	159.15	19.89
III	17.63	21.63	17.63	26.35	20.63	18.96	16.85	16.40	156.08	19.51
Suma	57.51	56.36	54.62	69.10	60.76	67.22	59.33	48.20	473.10	
Promedio	19.17	18.79	18.21	23.03	20.25	22.41	19.78	16.07		
F. promedio	18.98		20.62		21.33		17.92			
D. Promedio	19.35				20.07					

Nota: Promedio de 5 plantas de col

Anexo 19:

4ta muestra de longitud de raíz de col (cm)

Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	17.63	20.63	22.56	21.63	19.58	25.52	19.36	16.45	163.36	20.42
II	23.65	22.54	25.63	24.63	23.85	20.63	25.35	18.96	185.24	23.16
III	18.74	25.63	21.44	24.63	25.63	17.92	22.63	21.63	178.25	22.28
Suma	60.02	68.80	69.63	70.89	69.06	64.07	67.34	57.04	526.85	
Promedio	20.01	22.93	23.21	23.63	23.02	21.36	22.45	19.01		
F. promedio	21.47		23.42		22.19		20.73			
D. Promedio	22.17				21.73					

Nota: Promedio de 5 plantas de col

Anexo 20:

Longitud de raíz de col promedio (cm)

Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	18.34	17.86	20.38	20.44	17.05	22.69	18.01	17.71	152.47	19.06
II	19.95	18.95	18.02	18.12	20.65	19.47	22.30	18.04	155.49	19.44
III	17.09	19.71	18.35	22.10	19.37	16.92	17.63	18.21	149.36	18.67
Suma	55.38	56.51	56.74	60.65	57.06	59.07	57.93	53.96	457.31	
Promedio	18.46	18.84	18.91	20.22	19.02	19.69	19.31	17.99		
F. promedio	18.65		19.56		19.36		18.65			
D. Promedio	18.93				19.18					

Nota: Promedio de 20 plantas total de col

Anexo 21:

1era muestra de diámetro ecuatorial de col (cm) Fecha 12/02/2022 (63 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	11.52	12.29	15.15	14.83	12.99	19.86	14.45	15.60	116.69	14.59
II	14.01	15.79	12.83	16.68	14.13	15.52	16.65	15.34	120.95	15.12
III	9.10	8.66	7.86	13.54	11.27	16.52	10.63	12.86	90.45	11.31
Suma	34.63	36.73	35.85	45.05	38.39	51.90	41.74	43.80	328.09	
Promedio	11.54	12.24	11.95	15.02	12.80	17.30	13.91	14.60		
F. promedio	11.89		13.48		15.05		14.26			
D. Promedio	12.55				14.79					

Nota: Promedio de 5 plantas de col

Anexo 22:

2da muestra de diámetro ecuatorial de col (cm) Fecha 10/03/2022 (89 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	11.84	10.31	12.16	13.88	11.78	18.32	8.79	13.69	100.76	12.59
II	12.10	15.02	11.27	14.45	13.23	10.29	13.26	14.79	104.40	13.05
III	8.85	9.93	7.64	15.26	13.94	17.83	10.19	12.03	95.67	11.96
Suma	32.79	35.27	31.07	43.59	38.95	46.43	32.23	40.51	300.83	
Promedio	10.93	11.76	10.36	14.53	12.98	15.48	10.74	13.50		
F. promedio	11.34		12.44		14.23		12.12			
D. Promedio	11.25				13.82					

Nota: Promedio de 5 plantas de col

Anexo 23:

3ra muestra de diámetro ecuatorial de col (cm) Fecha 17/03/2022 (96 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	8.62	10.63	12.77	14.83	14.83	12.12	7.00	11.97	92.78	11.60
II	12.99	13.56	14.13	12.35	14.45	9.46	10.44	13.81	101.19	12.65
III	11.21	9.10	6.81	10.49	13.93	16.52	11.64	12.86	92.56	11.57
Suma	32.82	33.30	33.71	37.67	43.21	38.09	29.08	38.64	286.53	
Promedio	10.94	11.10	11.24	12.56	14.40	12.70	9.69	12.88		
F. promedio	11.02		11.90		13.55		11.29			
D. Promedio	11.57				12.31					

Nota: Promedio de 5 plantas de col

Anexo 24:

4ta muestra de diámetro ecuatorial de col (cm) Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	10.38	12.05	11.71	14.23	11.14	11.55	10.25	12.22	93.53	11.69
II	13.63	15.72	14.13	13.56	11.78	16.42	12.54	13.24	111.03	13.88
III	7.89	9.23	10.46	11.84	13.62	12.95	10.82	13.75	90.56	11.32
Suma	31.90	37.00	36.30	39.63	36.54	40.92	33.61	39.22	295.12	
Promedio	10.63	12.33	12.10	13.21	12.18	13.64	11.20	13.07		
F. promedio	11.48		12.66		12.91		12.14			
D. Promedio	11.53				13.06					

Nota: Promedio de 5 plantas de col

Anexo 25:

Diámetro ecuatorial promedio de col (cm)

Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	10.59	11.32	12.95	14.44	12.68	15.46	10.12	13.37	100.94	12.62
II	13.18	15.02	13.09	14.26	13.40	12.92	13.22	14.30	109.39	13.67
III	9.27	9.23	8.19	12.78	13.19	15.95	10.82	12.88	92.31	11.54
Suma	33.03	35.57	34.23	41.49	39.27	44.33	34.16	40.54	302.64	
Promedio	11.01	11.86	11.41	13.83	13.09	14.78	11.39	13.51		
F. promedio	11.43		12.62		13.93		12.45			
D. Promedio	11.73				13.49					

Nota: Promedio de 20 plantas total de col

Anexo 26:

1era cosecha de col (kg /parcela)

Fecha 12/02/2022 (63 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	2.326	3.387	3.468	5.196	3.358	5.583	3.858	3.985	31.161	3.895
II	2.885	3.438	2.664	5.112	2.497	2.795	6.511	2.662	28.564	3.570
III	2.075	1.300	1.479	2.042	2.551	3.371	1.557	2.056	16.431	2.054
Suma	7.287	8.125	7.610	12.349	8.407	11.750	11.925	8.703	76.155	
Promedio	2.429	2.708	2.537	4.116	2.802	3.917	3.975	2.901		
F. promedio	2.569		3.327		3.359		3.438			
D. Promedio	2.936				3.411					

Anexo 27:

2da cosecha de col (kg/parcela)

Fecha 10/03/2022 (89 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	3.822	3.961	3.953	5.042	4.279	10.626	2.553	6.148	40.384	5.048
II	3.474	5.092	2.385	4.755	3.914	3.815	5.031	5.557	34.023	4.253
III	2.622	3.640	2.254	5.486	6.511	3.426	3.535	4.494	31.968	3.996
Suma	9.919	12.693	8.591	15.282	14.705	17.868	11.118	16.199	106.375	
Promedio	3.306	4.231	2.864	5.094	4.902	5.956	3.706	5.400		
F. promedio	3.769		3.979		5.429		4.553			
D. Promedio	3.694				5.170					

Anexo 28:

3ra cosecha de col (kg /parcela)

Fecha 17/03/2022 (96 d.d.t.)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	2.712	3.426	4.644	7.991	4.211	8.466	2.597	4.486	38.533	4.817
II	2.369	5.092	6.087	4.163	2.793	4.712	5.390	5.461	36.067	4.508
III	2.458	3.185	2.180	3.034	5.555	4.865	3.585	4.153	29.015	3.627
Suma	7.540	11.703	12.910	15.187	12.560	18.043	11.571	14.100	103.615	
Promedio	2.513	3.901	4.303	5.062	4.187	6.014	3.857	4.700		
F. promedio	3.207		4.683		5.101		4.279			
D. Promedio	3.715				4.919					

Anexo 29:

4ta cosecha de col (kg /parcela)

Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	1.921	2.873	2.706	3.837	3.317	5.548	3.371	3.971	27.544	3.443
II	1.672	3.514	2.723	2.559	2.730	4.052	5.098	3.724	26.072	3.259
III	1.157	2.262	1.615	3.271	2.476	3.432	2.302	2.888	19.403	2.425
Suma	4.751	8.649	7.043	9.666	8.524	13.032	10.770	10.583	73.019	
Promedio	1.584	2.883	2.348	3.222	2.841	4.344	3.590	3.528		
F. promedio	2.233		2.785		3.593		3.559			
D. Promedio	2.591				3.494					

Anexo 30:  
Rendimiento de col (kg /parcela)

Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	10.783	13.647	14.770	22.065	15.166	30.224	12.378	18.590	137.622	17.203
II	10.402	17.136	13.858	16.588	11.935	15.374	22.029	17.404	124.725	15.591
III	8.313	10.387	7.527	13.832	17.094	15.095	10.978	13.591	96.816	12.102
Suma	29.498	41.169	36.154	52.486	44.195	60.693	45.384	49.585	359.164	
Promedio	9.833	13.723	12.051	17.495	14.732	20.231	15.128	16.528		
F. promedio	11.778		14.773		17.481		15.828			
D. Promedio	12.936				16.994					

Anexo 31:  
Rendimiento comercial de col (tn/ ha)

Fecha: 24/03/2022 (103 d.d.t)

Bloque	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>4</sub>		Suma	Promedio
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		
I	14.263	18.051	19.537	29.187	20.061	39.979	16.373	24.590	182.039	22.755
II	13.759	22.666	18.330	21.942	15.787	20.337	29.139	23.021	164.981	20.623
III	10.996	13.739	9.956	18.297	22.611	19.967	14.521	17.978	128.064	16.008
Suma	39.018	54.456	47.823	69.425	58.459	80.282	60.032	65.589	475.084	
Promedio	13.006	18.152	15.941	23.142	19.486	26.761	20.011	21.863		
F. promedio	15.579		19.541		23.123		20.937			
D. Promedio	17.111				22.479					

Anexo 32:  
Análisis de costo de producción y utilidad por tratamiento

Tratamiento	Interacción	Rendimiento comercial kg/ha	Valor unitario	Valor total	Costo de Prod.	Utilidad
T <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	13006	1.3	16907.8	10049.00	6858.8
T <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	15941	1.3	20723.3	13281.00	7442.3
T <sub>3</sub>	F <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	19486	1.3	25331.8	14089.00	11242.8
T <sub>4</sub>	F <sub>4</sub> D <sub>1</sub>	20011	1.3	26014.3	14897.00	11117.3
T <sub>5</sub>	F <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	18152	1.3	23597.6	9867.20	13730.4
T <sub>6</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	23142	1.3	30084.6	13099.20	16985.4
T <sub>7</sub>	F <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	26761	1.3	34789.3	13907.20	20882.1
T <sub>8</sub>	F <sub>4</sub> D <sub>2</sub>	21863	1.3	28421.9	14715.20	13706.7

*Anexo 33:  
Análisis de rentabilidad y costo beneficio por tratamiento*

Tratamiento	Interacción	Utilidad (S/.)	Rentabilidad (%)	Costo de prod. Unitario (S/.)	Ganancia por S/. 1	Costo- beneficio
T <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	6858.80	68.25	1.68	1.00	0.68
T <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	7442.30	56.04	1.56	1.00	0.56
T <sub>3</sub>	F <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	11242.80	79.80	1.80	1.00	0.80
T <sub>4</sub>	F <sub>4</sub> D <sub>1</sub>	11117.30	74.63	1.75	1.00	0.75
T <sub>5</sub>	F <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	13730.40	139.15	2.39	1.00	1.39
T <sub>6</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	16985.40	129.67	2.30	1.00	1.30
T <sub>7</sub>	F <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	20882.10	150.15	2.50	1.00	1.50
T <sub>8</sub>	F <sub>4</sub> D <sub>2</sub>	13706.70	93.15	1.93	1.00	0.93

**Nota:** Costo de prod. Unitario (S/.) (Valor total/Costo de prod.) y Rentabilidad (Utilidad/Costo prod.) \*100

*Anexo 34:  
Resumen de las evaluaciones por tratamiento*

Parámetro biométrico	Tratamientos							
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
<b>Evaluaciones en campo</b>								
Altura de planta (cm) (56 d.d.t.)	31.60	34.00	35.51	34.84	33.71	37.87	40.53	36.70
Peso de cabeza de col (g) (103 d.d.t)	284.70	350.26	399.35	378.75	407.54	447.45	485.93	430.87
Longitud de raíz (cm) (103 d.d.t.)	18.46	18.91	19.02	19.31	18.84	20.22	19.69	17.99
Diámetro ecuatorial (cm) (103 d.d.t.)	11.01	11.41	13.09	11.39	11.86	13.83	14.78	13.51
Rendimiento de col (kg /parcela)	9.833	12.051	14.732	15.128	13.723	17.495	20.231	16.528
Rendimiento comercial (tn/ha)	13.006	15.941	19.486	20.011	18.152	23.142	26.761	21.863
<b>Análisis químico</b>								
Nitrógeno total utilizado (Kg/ha)	39.2	330.4	403.2	476.0	39.2	330.4	403.2	476.0
<b>Análisis económico</b>								
Rentabilidad (%)	68.25	56.04	79.80	74.63	139.15	129.67	150.15	93.15
Costo beneficio (S/.)	0.68	0.56	0.80	0.75	1.39	1.30	1.50	0.93

Anexo 35: Análisis de suelo del área experimental

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

LABORATORIO DE SUELOS

**ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD**

NOMBRE: DANTE DANIEL CRUZ NIETO

FECHA: 02/08/2021

DIRECCION: BARRANCA

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTERCAMBIABLES meq/100 gr suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
246	1.57	7.12	1.60	0.08	5	262	0.88	12.2	0.51	0.17	0.67	13.55

REACCIÓN DEL SUELO (pH) : Neutro  
 SALINIDAD (C.E.) : Sin peligro de sales  
 MATERIA ORGANICA (M.O.) : Bajo  
 NITROGENO (N) : Bajo  
 FOSFORO DISPONIBLE (P) : Bajo  
 POTASIO DISPONIBLE (K) : Alto  
 CARBONATO DE CALCIO (CaCO3): Normal

**SUGERENCIAS:**

CULTIVO	COL		
	N	P2O5	K2O
kg/ha	220	160	120

**OBSERVACIONES:**


Proceder a fertilizar e incorporar aprox. 20 tm/ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombriz o guano de isla.

INIA  
Estación Experimental Agraria  
Donoso Kiyotada Miyagawa – Huaral

Dra. BEATRIZ SALES DAVILA

© LABORATORIO DE AGUA, SUELOS, FOLIARES  
Y ABONOS ORGANICOS






"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**Estación Experimental Agraria de Huaral "Donoso"**

Laboratorio de análisis de suelos, agua y foliares



**ANÁLISIS COMPLETO DE ABONO ORGÁNICO**

**NOMBRE : DANTE DANIEL CRUZ NIETO**

**DIRECCION : BARRANCA**


**FECHA: 03/01/2022**


N° LAB	ID MUESTRA	pH	C.E. mS/cm	Humedad (%)	M.O (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)	C/N
AO-003	Abono	8.13	5.21	67.45	22.70	3.64	0.92	0.80	2.29	2.66	6.24

N° LAB	ID MUESTRA	Fe ppm	Zn ppm	Cu ppm	Min ppm
AO-003	Abono	672.3	86.28	5.34	121.54



**INIA**  
Estación Experimental Agraria  
Donoso Kiyotada Miyagawa – Huaral




**Dra. BEATRIZ SALES DAVILA**  
LABORATORIO DE AGUA, SUELOS, FOLIARES Y ABONOS ORGANICOS

Carretera Chancay-Huaral Km 5,6 Huaral –Lima-Perú

[www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe)

Email: [jjaramillo@inia.gob.pe](mailto:jjaramillo@inia.gob.pe)

Contacto: 951932611



*Anexo 37: Almacigo de col*



*Anexo 38: Toma de muestra de suelo*



*Anexo 39: Delimitación del área experimental*



*Anexo 40: Trasplante de col en el área experimental*



*Anexo 41: Aplicación de las dosis de compost*



*Anexo 42: Vista panorámica del experimento*



*Anexo 43: Se monitoreó controló las plagas*



*Anexo 44: Se evaluó la altura de planta de cada tratamiento*



Anexo 45: Vista panorámica del experimento



Anexo 46: Se cosechó las muestras de cada tratamiento



*Anexo 47: Se evaluaron las características de la planta y se anotaron de cada parcela.*

