

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE COMPOST EN EL
RENDIMIENTO DE VARIEDADES DE APIO (*Apium graveolens* L.)
BAJO AMBIENTE PROTEGIDO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL
DE KALLUTACA**

Por:

Estefani Jhanneth Quispe Quispe

EL ALTO – BOLIVIA

Octubre, 2024

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE COMPOST EN EL RENDIMIENTO DE
VARIEDADES DE APIO (*Apium graveolens* L.), BAJO AMBIENTE PROTEGIDO EN LA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE KALLUTACA**

*Tesis de Grado presentado
como requisito para optar el Título de
Ingeniera Agrónoma*

Estefani Jhanneth Quispe Quispe

Asesores:

M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa torrez

Tribunal Revisor:

M. Sc. Lic. Ing. Pedro Mamani Mamani

Lic. Ing. Diego Orlando Lopez Portugal

Lic. Ing. David Luis Callisaya Gutierrez

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador



DEDICATORIA:

Mi tesis la dedico con mucho amor y cariño a Dios por haberme dado la fortaleza para enfrentar mis desafíos y seguir mis sueños. A mi papa. Lorenzo Quispe Poma, por sacrificarse para ayudarme a conseguir mi educación y ayudarme a seguir adelante cuando las cosas se pusieron difíciles, y gracias a mi mamá Florencia Quispe Aro, por enseñarme lo que es la persistencia y la fuerza de voluntad, aunque nuestra relación no fue siempre fácil. Gracias a los dos por el enorme sacrificio, por el amor incondicional, por la paciencia. Por el inmenso cariño y dedicación, por el apoyo, por sus consejos, porque son la razón de mi vida, y el tesoro más hermoso que Dios me pudo dar, gracias por estar siempre conmigo durante el recorrido de mi vida, pero sobre todo por su confianza depositada en mí.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su presencia en mi vida por haberme dado la fortaleza para enfrentar los desafíos y seguir, perseguir mis sueños y por darme las fuerzas necesarias para superar los obstáculos y perseverar en mis sueños.

A mis padres por su amor incondicional y apoyo, incluso cuando las cosas eran difíciles a mis hermanos por sus lecciones de perseverancia y resiliencia.

A mí misma por nunca rendirme y perseverar por mis sueños, por seguir adelante por ser valiente esas veces que quise rendirme, por no perder el ánimo a pesar de las circunstancias.

A la Universidad pública de El Alto de la Facultad de Agronomía, Autoridades, plantel docente de la carrera de Ingeniería Agronómica, por haber sido mi hogar de formación profesional para contribuir a la sociedad.

A mi asesor. M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa, por la orientación, asesoramiento, y apoyo incondicional para la realización del presente trabajo de investigación, así mismo el orgullo y la satisfacción de haber podido trabajar con su distinguida persona.

A los distinguidos miembros del tribunal Revisor conformado por M. Sc. Lic. Ing. Pedro Mamani Mamani, Lic. Ing. Diego Orlando Lopez Portugal, Lic. Ing. David Luis Callisaya Gutierrez, por sus valiosos aportes en la realización del trabajo de tesis, junto a sus acertadas correcciones. En la Estación Experimental de Kallutaca dependiente de la carrera de Ingeniería agronómica – UPEA por haberme brindado sus predios durante la realización del trabajo de investigación.

A mis compañeros y amigos de la universidad por acompañarme durante esta etapa de mi vida académica y profesional, su amistad y apoyo me ayudaron a crecer y han sido una gran fuente de motivación ¡gracias por todo!

A mi amigo anónimo, gracias por todo tu apoyo, gracias por estar ahí y escucharme y dejar que nunca me rinda gracias por todos tus consejos.

CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS.....	i
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ABREVIATURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix

ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Hipótesis.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Características principales del apio.....	4
2.1.1. Origen.....	4
2.1.2. Importancia del cultivo de apio.	4
2.1.3. Clasificación taxonómica	5
2.1.4. Descripción botánica	6
2.1.4.1. Raíz	6
2.1.4.2. Tallo.....	6
2.1.4.3. Hojas	7
2.1.4.4. Flor	7

2.1.4.5. Semilla.....	7
2.1.5. Descripción del cultivo de apio	8
2.1.5.1. Forma	8
2.1.5.2. Tamaño y color	8
2.1.5.3. Color	8
2.1.5.4. Sabor	8
2.2. Adaptabilidad del cultivo de apio	8
2.2.1. Almacigo.....	9
3.2. Materiales.....	18
3.2.1. Vegetación.....	18
3.2.2. Material de campo herramientas	18
3.2.3. Material de gabinete	19
3.3. Métodos.....	19
3.4. Metodología.....	20
3.4.1. Procedimiento experimental	20
3.4.1.1. Construcción de almaciguera	20
3.4.1.2. Preparación del sustrato para la almaciguera	20
3.4.1.3. Siembra de la semilla de apio	20
3.4.1.4. Preparación del sustrato para las Unidades experimentales	21
3.4.2. Labores antes del trasplante	21
3.4.2.1. Muestreo de suelo	21
3.4.2.1. Limpieza de terreno	21
3.4.2.2. Preparación del suelo.....	21
3.4.2.3. Trazado de parcelas.....	22
3.4.2.4. Aplicación del abono por tratamientos	22
3.4.2.5. Trasplante.....	22

3.4.2.6.	Deshierbe y aporque después del trasplante	22
3.4.2.7.	Riego	23
3.4.2.8.	Toma de datos.....	23
3.4.2.9.	Cosecha	23
3.4.2.10.	Post – cosecha	23
3.4.3.	Diseño experimental.....	23
3.4.4.	Factores de estudio	24
3.4.4.1.	Formulación de tratamientos	24
3.4.4.2.	Características del área experimental	25
3.4.4.3.	Croquis experimental.....	25
3.4.5.	Variable de respuesta.....	26
3.4.5.1.	Altura de la planta (AP)	26
3.4.5.2.	Numero de pencas por planta (NPP)	26
3.4.5.3.	Largo de la hoja (LH)	26
3.4.5.4.	Ancho de la hoja (AH)	26
3.4.5.5.	Peso del apio	26
3.4.5.6.	Rendimiento del apio (RA)	26
3.4.6.	Análisis económico.....	26
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1.	Variable de estudio.....	27
4.1.1.	Análisis físico y químico del suelo antes y después de la cosecha.....	27
4.1.2.	Temperatura en la carpa solar durante la investigación.....	27
4.2.	Variables agronómicas de la cosecha.....	29
4.2.1.	Altura de la planta.....	29
4.2.2.	Numero de pencas por planta	31
4.2.3.	Largo de hoja del apio	34

4.2.4.	Ancho de la hoja.....	36
4.2.5.	Peso de apio.....	39
4.2.6.	Rendimiento total del apio	41
4.2.7.	Análisis económico.....	44
5.	CONCLUSIONES	46
6.	RECOMENDACIONES	47
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	48
8.	ANEXOS	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Composición nutricional en 100 g de apio.....	5
Cuadro 2.	Análisis físico y químico del suelo, agua y compost.....	27
Cuadro 3.	Análisis de varianza para la altura de planta de apio	29
Cuadro 4.	Prueba de medias de Duncan variedad en la altura de planta de apio	30
Cuadro 5.	Prueba de medias de Duncan niveles en la altura de planta de apio	30
Cuadro 6.	Promedios de los tratamientos de altura de la planta de apio.....	30
Cuadro 7.	Análisis de varianza para número de pencas por planta.....	31
Cuadro 8.	Prueba de medias de Duncan variedad de numero de pencas por planta	32
Cuadro 9.	Prueba de medias de Duncan niveles en número de pencas por planta	32
Cuadro 10.	Promedios de los tratamientos de número de pencas por planta	33
Cuadro 11.	Análisis de varianza para largo de la hoja de apio	34
Cuadro 12.	Prueba de medias de Duncan variedad de largo de la Hoja de apio	34
Cuadro 13.	Prueba de medias de Duncan niveles de largo de hoja de apio	35
Cuadro 14.	Promedios de los tratamientos del largo de hoja del apio	35
Cuadro 15.	Análisis de varianza de ancho de la hoja de apio	36
Cuadro 16.	Prueba de medias de Duncan variedad del ancho de la hoja	37
Cuadro 17.	Prueba de medias de Duncan niveles del ancho de la hoja.....	37
Cuadro 18.	Promedios de los tratamientos de ancho de la hoja.....	38
Cuadro 19.	Análisis de varianza para el peso del apio	39
Cuadro 20.	Prueba de medias de Duncan variedad de peso de apio.....	40
Cuadro 21.	Prueba de medias de Duncan niveles de peso de apio	40
Cuadro 22.	Promedios de los tratamientos del peso del apio	41
Cuadro 23.	Rendimiento total del cultivo del apio	41
Cuadro 24.	Prueba de medias de Duncan variedad de rendimiento del apio	42
Cuadro 25.	Prueba de medias de Duncan niveles de rendimiento del apio	42
Cuadro 26.	Promedios de los tratamientos del rendimiento del apio	43
Cuadro 27.	Análisis de costo de producción de apio	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Temperatura máxima y mínima del invernadero de Kallutaca	28
-----------	--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Costos variables de producción de apio en el invernadero de la unidad experimental	52
Anexo 2.	Costos de producción de apio por tratamiento	53
Anexo 3.	Preparación de cama de almacigado.	53
Anexo 4.	Preparación del sustrato en el almacigado.	54
Anexo 5.	Riego del almacigo con atomizador para no lastimar los cotiledones	54
Anexo 6.	Preparación del suelo y abono para el respectivo análisis del suelo y abono	54
Anexo 7.	Preparación del terreno experimental	55
Anexo 8.	Instalación de riego por goteo	55
Anexo 9.	Marcado de los tratamientos e incorporación del abono por niveles en cada tratamiento.....	56
Anexo 10.	Trasplante de la planta al suelo definitivo	56
Anexo 11.	Cosecha del apio.....	57
Anexo 12.	Pesado de la planta.....	58
Anexo 13.	Lavado y embolsado	58
Anexo 14.	Planilla de datos.	59
Anexo 15.	Cálculos de nutrientes	60
Anexo 16.	Cálculo del Riego	61
Anexo 17.	Análisis de suelo, agua y abono.....	62

ABREVIATURAS

cm	Centímetro
km	Kilómetro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
Mm	Milímetro
U	Unidad
m ²	Metro cuadrado

RESUMEN

La presente investigación se realizó en predios del centro experimental Kallutaca, facultad de agronomía de la Universidad Pública de El Alto. Titulado: Efecto de diferentes niveles de Compost en el rendimiento de Variedades de apio (*Apium graveolens* L.) bajo ambiente protegido, en la gestión 2024.

El problema de la investigación fue el uso excesivo de los agroquímicos y el afecto que causa al suelo y salud humana. Como objetivo principal fue producir el apio con materia orgánica con diferentes niveles de compost ya que es de gran utilidad para los suelos agrícolas, mejora la estructura y la fertilidad, el cultivo de apio (*Apium graveolens* L.) es una hortaliza que tiene un alto valor nutricional y propiedades. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de tres niveles de compost en el cultivo de apio bajo ambiente protegido. Donde se usó un diseño completamente al azar con arreglo bi factorial, con seis tratamientos (To con Tall-Utah, T2 1kg de compost/m² Tall-Utah, T3 2kg de compost/m² Tall-Utah y To con Gigante, T5 1kg de compost/m² Gigante, T6 2kg de compost/m² Gigante). Resultado: Altura de la planta, la variedad Gigante obtuvo el mayor promedio con un nivel de compost 2kg/m² (67,41 cm); En número de pencas la variedad de Tall-Utah obtuvo el mayor promedio de apio con un nivel de compost 2kg/m² (8,07u); En largo de ahoja del apio la variedad Gigante obtuvo el mayor promedio con una nivel de compost 2kg/m² (39,93 cm); En ancho de la hoja de apio la variedad de Gigante obtuvo el mayor promedio de apio con un niveles de compost 2kg/m² (29,07 cm); En el caso del peso del apio que la variedad de Tall-Utah obtuvo los mayores promedios en la primera y segunda cosecha con un nivel 1kg/m² (256,07), en conclusiones la variedad de Tall-Utah, es la más recomendada se obtuvo un rendimiento total con un promedio más alto con un nivel de compost 1kg/m² (20,70). Realizando el análisis beneficio costo nos muestra T2 alcanzo con un nivel de 1kg/m² de la variedad Tall-Utah se obtuvo un mayor beneficio y por cada boliviano invertido recuperamos el boliviano y ganamos 72 ctvs.

ABSTRACT

The present research was carried out on the premises of the Kallutaca experimental center, faculty of agronomy of the Public University of El Alto. Titled: Effect of different levels of Compost on the performance of celery varieties (*Apium graveolens* L.) under a protected environment, in 2024 management.

The problem of the investigation was the excessive use of agrochemicals and the damage it causes to the soil and human health. The main objective was to produce celery with organic matter with different levels of compost since it is very useful for agricultural soils, it improves the structure and fertility, the cultivation of celery (*Apium graveolens* L.) is a vegetable that has a high nutritional value and properties. The objective of this research was to evaluate the effect of three levels of compost on the cultivation of celery under a protected environment. Where a completely randomized design with a bi-factorial arrangement was used, with six treatments (To with Tall-Utah, T2 1kg of compost/m² Tall-Utah, T3 2kg of compost/m² Tall-Utah and To with Gigante, T5 1kg of compost /m² Giant, T6 2kg of compost/m² Giant).

Result: Plant height, the Gigante variety obtained the highest average with a compost level of 2kg/m² (67.41 cm); In number of stalks, the Tall-Utah variety obtained the highest average of celery with a compost level of 2kg/m² (8.07 u); In celery leaf length, the Gigante variety obtained the highest average with a compost level of 2kg/m² (39.93 cm); In celery leaf width, the Gigante variety obtained the highest average of celery with a compost level of 2kg. /m² (29.07 cm); In the case of celery weight, the Tall-Utah variety obtained the highest averages in the first and second harvest with a level of 1kg/m² (256.07), in conclusions the Tall variety -Utah, is the most recommended, a total yield was obtained with a higher average with a compost level of 1kg/m² (20.70). Carrying out the benefit-cost analysis shows us T2 reached with a level of 1kg/m² of the Tall-Utah variety, a greater benefit was obtained and for each boliviano invested we recovered the boliviano and earned 72 ctvs.

1. INTRODUCCIÓN

La horticultura es una de las actividades agro-productivas más importantes a nivel mundial y nacional, su importancia económica se inició en el siglo XVII. Dentro de la economía de la producción, el hombre se ve obligado a consumir grandes cantidades de hortalizas, las mismas que se agotarán rápidamente, si este no se preocupa de producir productos en especial orgánicos, cuyo propósito es cuidar la seguridad alimentaria, por eso es importante producir hortalizas orgánicas y de calidad que disminuyan los riesgos de la salud de los consumidores (Medardo, 2013).

La producción de hortalizas en Bolivia es de aproximadamente de 240.000 toneladas, llegándose a consumir 15 kg/persona/año, en el área rural y 30,50 kg/persona/año en el área urbana, situándose entre los países con más bajos niveles de consumo de hortalizas comparado con la media mundial de 67,68 kilos de hortalizas consumidas por persona al año (Mamani, 2018).

El apio es rico en vitaminas del complejo B, calcio, potasio y fósforo; posee de diez y quince por ciento de almidón de fácil digestibilidad. En algunos casos el tallo tierno y la hoja son utilizados en ensaladas crudas o como vegetales cocidos. También se utilizan las hojas como alimento para ganado (Machaca, 2007).

La utilización de sustratos orgánicos permite recuperar la fertilidad del suelo, ya que sus propiedades retienen los nutrientes y cederles a las plantas cuando estas lo requieren. los abonos orgánicos son una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente, pueden ser aplicados al suelo en cantidades mayores, para favorecer el desarrollo radicular (Medardo, 2013).

El compost se obtiene a partir de un proceso biológico aeróbico mediante el cual diversas especies de microorganismos van descomponiendo los diferentes materiales de origen orgánico hasta obtener este abono orgánico que trae consigo beneficios en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Huanca, 2019).

A si mismo menciona que el fertilizante orgánico en el área agrícola mejora los suelos, dado que favorece la oxigenación y aireación de los suelos convirtiéndose en una fuente de energía para los microorganismos aerobios.

1.1. Planteamiento del problema

Una de los principales problemas que se presentó en el sector del altiplano boliviano es el uso de los agroquímicos, que ha provocado una disminución del contenido de materias orgánicas, una baja fertilidad del suelo el cual ocasiona el bajo rendimiento de cultivos, en este caso de la hortaliza de apio (*Apium graveolens* L.). Esto obliga a los productores al uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos, ya que influye en la degradación del suelo por el uso excesivos de fertilizantes químicos, estos alteran la estructura del suelo y hacen que reduzca la biodiversidad, y no solo esto nos afecta al suelo, sino también la exposición a residuos químicos en los alimentos cultivados en suelos contaminados esto puede tener efectos adversos en la salud a largo plazo incluso riegos para la seguridad alimentaria.

Otras problemáticas observadas en la producción de apio, es el mal manejo de los fertilizantes, al momento de proporcionar a las plantas ya que cada planta requiere sus nutrientes necesarios para su desarrollo, por eso es muy importante aplicar los fertilizantes de manera equilibrada. De tal manera que esto afecta a los productores que tengan pocos ingresos económicos ya que no tienen mucha demanda en el mercado por la baja calidad del producto. Por eso es importante producir el apio con materias orgánicas con la finalidad de volver a mejorar nuestros suelos y no dañarlos más con agroquímicos y así proporcionar al suelo nutrientes esenciales para las plantas y tener una mejor producción y saludable.

1.2. Justificación

El presente estudio se pretendió analizar el comportamiento agronómico mediante el uso de materia orgánica, en el cultivo de apio (*Apium graveolens* L.), como el compost ya que este abono está elaborado principalmente a partir de materia orgánica biodegradable, como restos de cocina (cascaras de frutas y verduras, etc.) para así desarrollar una mejor producción orgánica libre de fertilizantes químicos y así poder vender productos sanos y orgánicos.

En nuestro sector altiplano, el apio (*Apium graveolens* L.), es uno de los productos que se producen en ambientes atemperados, debido a las condiciones climáticas y bajas temperaturas; el presente estudio de investigación se realizó, con el fin de establecer una tecnología bajo condiciones de invernadero, para así aprovechar de todas sus características que requiere producir el cultivo de apio, De tal manera esto ayudara a los productores a mejorar su producción y así proporcionar los niveles de abonos adecuados a

la planta de apio y tener mejores ingresos económicos y así mejorar la salud de los consumidores con productos buenos libres de agentes tóxicos, aparte de proporcionar materia orgánica proporcionan una mayor cantidad de microorganismos al suelo que contribuyen a mejorar su fertilidad dando mayor resistencia y vigor a los cultivos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de diferentes niveles de compost en el rendimiento de variedades de apio (*Apium graveolens* L.) bajo ambiente protegido en la estación experimental de Kallutaca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico en dos variedades de apio (*Apium graveolens* L.) con diferentes niveles de Compost.
- Determinar el rendimiento de las variedades de apio bajo la aplicación de los niveles de compost.
- Analizar la relación beneficio y costo de la producción del cultivo de Apio con diferentes niveles de compost.

1.4. Hipótesis

- Ho. La evaluación de la producción del cultivo de apio (*Apium graveolens* L.) con la aplicación de compost en ambiente protegido en la Estación Experimental de Kallutaca, no tienen diferencias significativas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características principales del apio

2.1.1. Origen

Según Machaca (2007) señala “que el apio, cuyo nombre científico es *Apium graveolens* L, ha sido apreciado por sus propiedades culinarias y medicinales. Se ha utilizado en la cocina mediterránea una planta procedente del Mediterráneo, existiendo en otros puntos secundarios como en Cáucaso y la zona del Himalaya”.

Por otro lado Bonduelle (2020) menciona “que aunque se conocía en el antiguo Egipto, su uso como hortaliza se desarrolló en la Edad Media y actualmente es consumido tanto en Europa como en América del Norte” así mismo indica que se tomó como hortaliza en la edad media y hoy en día es consumida en todos los lugares.

“El apio silvestre se ha encontrado en Europa y nueva zelania. Hace unos 400 años el apio ha sido considerado como un purificador de la sangre, posteriormente en el siglo XVII se utilizó como planta alimenticia” (Casseres, 2001).

El mismo el autor menciona que la variedad de apio que crece de forma silvestre que se puede encontrar en áreas húmedas y pantanosas, como en Suecia hasta Argelia, abisinia y parte de Asia, en tiempos remotos se cultivó como una planta medicinal.

2.1.2. Importancia del cultivo de apio.

El cultivo de apio se utilizó como planta medicinal por sus propiedades diuréticas, carminativas y depuradoras de la sangre, debido a la presencia de un glucósido llamado apina y un aceite esencial compuesto principalmente por apiol y limoneno. La composición nutricional está compuesta por la vitamina A, vitamina B1, B2 y C (Vigliola, 2004).

También indica que el cultivo de apio, las pencas se debe consumir frescas y cocidas, en muchos países de Europa Occidental y los Estados Unidos, donde es apreciado su alto valor nutritivo y sus propiedades.

“El apio es una hortaliza muy apreciada en la dieta humana, atribuida a sus múltiples beneficios; posee un alto valor nutritivo, y hay quienes le confieren propiedades afrodisiacas” (Cusi, 2020).

El apio es una hortaliza muy saludable con grandes propiedades nutricionales y medicinales. Se utiliza para preparar platos nutritivos y tradicionales como las sopas. Hipócrates lo utilizaba por sus propiedades medicinales y los romanos y griegos lo utilizaban tanto por sus usos culinarios como curativos, es una verdura importante para adelgazar y perder peso de forma saludable (Cusi, 2020).

El apio, fue usado con fines medicinales, por sus propiedades diuréticas carminativas y purificantes. Hoy en día el uso predominante es en ensalada en fresco, aunque también se consume cocido y ocasionalmente sus semillas se usan como saborizantes, un uso de indudable interés (Rubatzki y Yamaguchi, 2003).

Cuadro 1. Composición nutricional en 100 g de apio

Componente	Unidad	Contenido
Agua	%	95.00
Calcio	Mg	35.00
Fosforo	Mg	25.00
Hierro	Mg	0.50
Potasio	Mg	285.00

Fuente: Vigliola (2004).

2.1.3. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica según (Morales, 2022).

Reino	Vegetal
División	Magno liophyta
Clase	Magno liopsida
Orden	Apiales
Familia	Apiaceae
Genero	Apium
Especie	<i>Apium graveolens</i> L.
Nombre Científico	<i>Apium graveolens</i>
Nombre Común	Apio

2.1.4. Descripción botánica

Según Vigliola (2004), indica que el apio común, es una planta bienal que posee tallos estriados, hojas pinnadas y una raíz pivotante y profunda. La inflorescencia es una umbela compuesta y el fruto es un esquizocarpo; la raíz es pivotante y puede destruirse con el trasplante, dando lugar a un sistema radical relativamente profundo.

2.1.4.1. Raíz

“La raíz se representa pivotante poco profunda, provista de un sistema de raíces secundarias abundantes, adventicias y superficiales. La raíz puede alcanzar una longitud de 50- 70 cm y 20-30 cm de ancho”. Indica que su raíz es pivotante muy profundo con raíces secundarios superficiales.(Machaca, 2007).

El mismo autor menciona, que el apio se clasifica como una planta que posee un sistema radical superficial, con una profundidad máxima de 45-50 cm y el sistema 7 radical del apio alcanza una profundidad media de 60 cm y consideran como profundidad efectiva para esta planta valores comprendidos entre 45-60 cm.

2.1.4.2. Tallo

Para Palomino (2021) menciona que el “tallo durante el primer año desarrolla el aparato vegetativo formado por un tallo corto, cubierto por una roseta de hojas muy divididas, de peciolo largo, acostillado y carnoso conocido con el nombre de pencas, pueden alcanzar alturas de 60-100 cm”.

Según Machaca (2007) menciona que los tallos son de color blanco a verde intenso, ensanchados en la base, con largo y ancho variable: usualmente entre 30 a 50cm y 2 a 5cm respectivamente, en las hojas más externas, hasta hacerse insignificantes en los primeros días foliares que rodean la yema apical. La naturaleza carnosa, succulenta y crocante del talle está dada por la predominancia de células parenquimáticas, con grandes espacios intercelulares en el córtex, en el que se encuentra inmerso los haces vasculares de colénquima angular. Estas estructuras surcan los peciolos en toda su extensión y resultan en las “fibras” sacadas al pelar el apio.

2.1.4.3. Hojas

Indica que las hojas del cultivo de apio son grandes” Las hojas son grandes, brotan en forma de corona; el pecíolo es una penca muy gruesa y carnosa, que se prolonga en gran parte del limbo” (Machaca, 2007).

“La hoja del apio es una parte distintiva de esta planta, se caracteriza por ser de color verde intenso y tener una forma peculiar dividida en segmento alargados y dentados, las hojas del apio son aromáticas y contienen un sabor característico que les hace reconocibles en la cocina, son una parte importante de la planta” (Machaca, 2007).

2.1.4.4. Flor

La floración en el apio se motiva principalmente, por la acción de temperaturas, durante un cierto tiempo (normalmente temperaturas por debajo de 7° a 10°C, actuando por un periodo comprendido entre 14 y 28 días), cuando la planta ya tiene un cierto tamaño, momento en que es capaz de recibir el estímulo penalizador. Desde que se planta, hasta que se recolecta, tiene una duración aproximada de unos 4 meses (Rubatzki y Yamaguchi, 2003).

2.1.4.5. Semilla

“La semilla tiene la facultad germinativa media de 5 años; en un gramo de semilla, entran aproximadamente 2.500 unidades” (Rubatzki y Yamaguchi, 2003).

Son muy pequeñas llegan a medir de 1.0 a 1.5 mm de longitud. Los frutos son diaquenios, pequeños, de color marrón, sin pubescencia, redondeado o con la base acorazonada, comprimidos lateralmente y recorridos por surcos en toda su longitud, sobre los que se insertan canales resiníferos portadores de aceites esenciales con un olor característico. Estos frutos son considerados usualmente semillas, siendo sensible al desgrane (Palomino, 2021).

2.1.5. Descripción del cultivo de apio

2.1.5.1. Forma

“El apio es un tallo grueso, hueco, estriado y alargado que se compone de pencas de forma cilíndrica, recorridas longitudinalmente por un surco profundo, de las que brotan numerosas hojas con apariencia semejante al perejil” (Vigliola, 2004).

2.1.5.2. Tamaño y color

Las pencas suelen tener una longitud de entre 30 y 60 cm. en las variedades cultivadas. Sin embargo, el tamaño comercial suele ser de 25 a 30 cm tras la cosecha, al apio se le cortan las pencas, se limpian, se lavan, se escurren y se 7 embolsan, sin dejar al descubierto los extremos superiores de los tallos. Tras este proceso, se pierde hasta el 30% del peso inicial de las pencas, y se obtienen piezas de entre 400 y 900 g. El peso idóneo se encuentra entre 460 y 720 g (Vigliola, 2004).

2.1.5.3. Color

Según Vigliola (2004), menciona que si se dejan crecer de forma natural, las pencas adquieren un color que va del verde amarillento al verde oscuro. Si proceden de cultivo, suelen blanquearse durante las etapas finales de crecimiento. Para ello se cubre la planta de modo que sólo las hojas reciben luz. En este caso, las pencas son de color verde claro

2.1.5.4. Sabor

“Las hojas tienen un sabor muy intenso, acre, ligeramente amargo y agradable el sabor del tallo es más suave y tiene cierto gusto anisado y una textura crujiente, el blanqueado, además de eliminar el color verde, también reduce notablemente el sabor” (Vigliola, 2004).

2.2. Adaptabilidad del cultivo de apio

Según Machaca (2007), indica que el cultivo de apio es un cultivo de clima templado, que al aire libre no soporta los fríos de invierno en el interior de España: cuando la planta está en el periodo de desarrollo, si ocurre una disminución fuerte de temperatura durante algunos días, puede dar lugar a que la planta florezca antes de tiempo, necesita luminosidad para su crecimiento.

El apio no es demasiado exigente en suelos, siempre que no sean excesivamente húmedos. Requiere un suelo profundo, ya que el sistema radicular alcanza gran longitud vertical. Este cultivo es exigente en humedad del suelo, pero sin que llegue a ser exagerada; los riegos deben permitir que el suelo esté en un estado perfecto de humedad de tempero. Si el suelo sufre sequedad da lugar a un embastecimiento de los tejidos y por tanto, a una pérdida de calidad (Vigliola, 2004).

El mismo autor anteriormente indica que en todo su ciclo, este cultivo sufre estrés si hay escasez de agua en el suelo. Se puede regar tanto por gravedad como por riego localizado como por aspersión (el riego por aspersión resulta interesante en este cultivo).

2.2.1. Almacigo

“Existen dos épocas de siembra en función de los dos ciclos productivos (invierno y primavera). Las siembra para la campaña de invierno se realizan desde primeros de julio a finales de agosto, efectuando los trasplantes desde ultimo de agosto hasta final de octubre” (Vigliola, 2004).

El mismo autor menciona que el trasplante en primavera obliga a una siembra en semillero durante las primeras semanas de noviembre, teniendo lugar los trasplantes durante los meses de enero y febrero.

2.3. Variedad de apio

2.3.1. Apio (Tall-Utah 52-70)

“Posee tallos largos, de 70 – 80 cm, con hojas verdes claras. El tallo es verde amarillento. Tolerante al virus del mosaico del apio. Se adapta bien a suelos franco liviano y profundo con buen drenaje con pH 5,5-7,8 rico en materia orgánica” (Semval, 2022).

2.3.2. Apio gigante

Para Gonzales (2018) señala que “son plantas de gran tamaño muy vigorosas; hojas de color verde; esta variedad se cosecha a los 138 días después del trasplante”.

2.4. Requerimiento del cultivo

2.4.1. Requerimiento de nutrientes

“El cultivo de apio requiere una cierta cantidad de nutrientes para un adecuado desarrollo, mencionando los más principales: N = 130 kg/ha, P = 50 kg/ha, K= 200 kg/ha” (Fao, 2011).

2.4.2. Importancia, del valor nutricional de apio

El cultivo de apio se utilizó como planta medicinal por sus propiedades diuréticas, carminativas y depuradoras de la sangre, debido a la presencia de un glucósido llamado apina y un aceite esencial compuesto principalmente por apiol y limoneno. La composición nutricional está compuesta por la vitamina A, vitamina B1, B2 y C, Descripción Botánica (Mercuri y Carrillo, 2022).

2.4.3. Ciclo del cultivo

“El ciclo en verano puede ser de 60-75 días, pero en los meses fríos se puede alargar a 130 días o más para poder completar un apio de buen tamaño. La cosecha se realiza desde que las plantas tienen 700 g y se corta la planta sin raíz” (Machaca, 2007).

2.4.4. Clima

El desarrollo del apio está claramente condicionado por el ambiente climático de hecho y especialmente en las primeras fases de crecimiento, las plantas son extraordinariamente sensibles a las bajas temperaturas. Los efectos del frío no solamente se evidencian con lesiones y daños directos en los órganos aéreos sino también en un fenómeno gravísimo: la prefloración en el primer año de cultivo, con la siguiente pérdida de las plantas, que resultan improductivas e incomedibles, mencionada por (Palomino, 2021).

El mismo autor menciona que cuando las plantas en las primeras fases de su desarrollo, se hallan sometidas a temperaturas de 5 – 10 °C durante algunos días, florecen regular y constantemente ya en el primer año. Si la temperatura ha sido un poco más alta, entre 10 – 15 °C, entonces solamente una parte reducida de las plantas forman el escapo floral durante el primer año.

El apio es una planta suculenta, que requiere un clima fresco con buena cantidad de lluvia o riego para asegurar un crecimiento continuo. Las temperaturas medias deben oscilar entre 15 a 18 grados centígrados lo cual hace que el apio sea un cultivo para clima frio y clima templado. Es bueno tener presente que la temperatura por debajo de 12 grados centígrados la planta produce tallo floral muy rápidamente, lo que resulta una mala cosecha (Pino, 2022).

El crecimiento vegetativo consiste en la aparición de las hojas desde el tallo, reducido a un pequeño disco, situado en la base de la planta. La temperatura óptima para el desarrollo vegetativo oscila entre 15 y 21 °C, y si bien requiere una intensidad moderada de luminosidad, los días largos favorecen el largo de hoja. Si existen temperaturas de 0°C (heladas) durante la fase vegetativa, con un crecimiento avanzado de la planta, pueden ocurrir ciertos defectos de calidad: desprendimientos de la epidermis de la parte superior de la penca, ahuecamiento de las pencas, necrosis en el cuello de la plántula (Pino, 2022).

2.4.5. Suelo

Según autores Mercuri y Carrillo (2022), indican que el cultivo de apio no es demasiado exigente en suelos, siempre que no sea excesivamente húmedo. Requiere un suelo profundo, ya que el sistema radicular alcanza gran longitud vertical. Es exigente en boro, por lo que este elemento no debe faltar en el suelo. No soporta la salinidad, tanto del suelo como del agua del riego.

2.4.6. Riego

Mamani (2018), por las condiciones de su ambiente de origen, el apio requiere abundante cantidad de agua especialmente en los periodos de alta temperatura y al final del ciclo de cultivo. Se estima que el requisito mínimo durante el ciclo es de alrededor de 900 mm con una demanda baja al inicio (salvo luego del trasplante).

2.4.7. Humedad

Este cultivo es exigente en humedad del suelo, pero sin que llegue a ser exagerado perfecto de humedad de tempero. Si el suelo sufre sequedad, da lugar a un abastimiento de los tejidos, por tanto, a una pérdida de calidad. Cuando está en las primeras fases de su

desarrollo, el riego debe ser abundante y regular, ya que la plántula, debe tener un crecimiento continuo (Maroto, 2008).

2.4.8. PH

Las soluciones con pH menor que 4 o pH mayor que 9, no deben emplearse para la producción vegetal, porque son muy ácidas o muy alcalinas respectivamente. De esta forma es posible determinar el pH de los suelos agrícolas, que son más apropiados, para un determinado cultivo. Y por extensión, es posible determinar el pH para cultivos. El pH recomendado para obtener una producción de calidad en cultivo de apio, oscila entre valores pH de 6.7 a 7.0 (Maroto, 2008).

2.4.9. Rendimiento

Menciona que en su investigación “Se obtuvo rendimientos entre 26.1 y 63.23 t/ha lo cual concuerda con los datos del MINAGRI (2019) (Ministerio del Desarrollo Agrario y Riego) que refiere que los mayores rendimientos se obtuvo rendimientos de 27.25 y 21.6 t/ha por lo que los datos concuerdan (Santos, 2019).

2.5. Materia orgánica

Según Chilon (2003), menciona que el suelo es un cuerpo natural e independiente, que nace crece, desarrolla y puede morir, es tridimensional y trifásico dinámico y reacciona a los estímulos, el suelo que se origina de la roca geológica por acción de los agentes climáticos y de los microorganismos, gracias a la población microbial, el fundamento de la recuperación de los suelos es regenerar la vida biológica del suelo.

Maroto (2008), señala que además de influir en una mejor estructura de los suelos, es una fuente de nutrientes, principalmente de nitrógeno. Normalmente se admite que entre 3 y un 5 por ciento, el contenido de M.O. de los suelos puede ser tildado de normal. En zonas áridas y/o suelos arenosos, normalmente el contenido en M.O. es inferior a otros casos.

2.5.1. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica, ecológica o biológica esta frecuentemente entendida como una agricultura que prescinde del uso de agroquímicos, fertilizantes solubles

y otros productos químicos. Sin embargo, la agricultura orgánica es desarrollar sistemas en las cuales el hombre produce alimentos minimizando los efectos negativos sobre el ambiente. Estos nuevos métodos alternativos de la agricultura, son desarrolladas a través de la aplicación de un complejo de sistema de técnicas agronómicas y lograr alimentos saludables de elevado valor nutritivo, libres de residuos de agroquímicos (Fao, 2011).

2.5.2. Abono orgánico

“Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objetivo de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas” Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha (Mita, 2016).

2.5.3. Beneficios de los abonos orgánicos

Salazar (2003), indica que entre los principales beneficios del uso de abonos orgánicos son:

- Los suelos conservan la humedad y amortiguan los cambios de temperatura.
- Mejoran la permeabilidad de los suelos y su bioestructura.
- Favorecen la colonización de los suelos por la macro y micro vida.
- Funcionan como una fuente constante de fertilizantes de liberación neta y acción residual prolongada, no solo de macro elementos, sino también de micro elementos.
- Aumenta la eficiencia de absorción nutricional por las plantas al tener mayor desarrollo masivo del sistema radicular.
- Las plantas cultivadas son vigorosas, no se enferman fácilmente, porque están naturalmente protegidas por el equilibrio nutricional, inherente a la presencia de hormonas, vitaminas y enzimas vegetales en función de la constante actividad fisiológica.
- Estimula el ciclo vegetativo de las plantas. Al ser suelos oscuros favorece a la germinación rápida de la semilla.

2.6. Fertilizantes

2.6.1. Compost

El compostaje es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas. Es posible interpretar el compostaje como el sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos que, en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost (Fao, 2011).

Sánchez (2013), menciona que es un abono natural que resulta de la transformación de las mezclas de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas. Este abono también se la conoce como tierra vegetal o mantillo. Su calidad depende de los insumos que se han utilizado (tipo de estiércol y residuos vegetales), pero en promedio tiene 1,04 % de N, 0,8 %P y 1,5 % de K.

La cantidad de compost que se debe aplicar a un suelo depende de la cantidad de materia orgánica que tenga es decir de la fertilidad natural que posea. Sin embargo en el caso de cultivos hortícolas se recomienda aplicar 2 kilogramos por metro cuadrado, o 1 kilogramo cuando la aplicación se efectúa en el surco (Sanchez, 2013).

2.6.2. Nutrientes % en compost

Según Machaca (2007), menciona los nutrientes del compost.

- Nitrógeno 0,3% – 1,5% (3 g a 15 g por Kg de compost)
- Fósforo 0,1% – 1,0% (1 g a 10 g por Kg de compost)
- Potasio 0,3% – 1,0% (3 g a 10 g por Kg de compost)

2.7. Funciones de los elementos nutritivos

Los macro nutrientes: N, P, K, Ca, Mg y S, son consumidos por las plantas en grandes cantidades, durante su ciclo “vegetativo, donde los tres primeros son los más importantes que los otros.

Que los 16 elementos químicos considerados esenciales para el crecimiento saludable de las plantas, 14 son nutrientes minerales. Ellos en condiciones naturales de cultivo, entran a la planta a través de las raíces, desde la solución del suelo. El déficit de uno de ellos limita o puede disminuir el rendimiento, por lo tanto, las utilidades del cultivador. De acuerdo con la cantidad, que la planta consume de cada uno de ellos (no todos son consumidos en igual cantidad) los 14 nutrientes extraídos normalmente del suelo, son clasificados en tres grupos: Nutrientes mayores (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), nutrientes secundarios (Calcio, Azufre y Magnesio) y micro nutrientes (Cobre, Boro, Hierro, Manganeseo, Zinc, Molibdeno y Cloro) (Alcivar, 2023).

2.7.1. Aplicación de compost

El compost se puede aplicar semi maduro o ya maduro. El compost semi maduro tiene una elevada actividad biológica y el porcentaje de nutrientes fácilmente asimilables por las plantas el compost maduro. Por otro lado, al tener un pH no estable aún (tendiendo a la acidez), puede afectar negativamente a la germinación, por lo que este compost no se usa para germinar semillas, ni en plantas delicadas. La aplicación en horticultura del compost semi maduro es normalmente una aplicación de primavera de 4 – 5 kg/m² en el terreno previamente labrado (coliflor, apio, papa...) En cultivos extensivos, la aplicación es de 7 – 10 T/ha de compost. El compost maduro se usa en gran medida para plántulas, jardineras y macetas. Se suele mezclar (20%-50%) con tierra y otros materiales como turba y cascarilla de arroz como preparación de sustrato (Ramos, 2019).

2.8. Funciones de los elementos nutritivos del apio

A continuación, se expone la sintomatología de carencias de macro elementos en el apio:

2.8.1. Nitrógeno

Según Suxo (2019) menciona que los primeros síntomas son una reducción del crecimiento vegetativo, amarillos y decaimientos de las hojas. Si la deficiencia es muy acusada el crecimiento se paraliza, tiene lugar una amarilla miento en toda la planta y se pueden observar manchas cloróticas interne viales en los limbos que evolucionan a moteado necrótico.

2.8.2. Fosforo

Así mismo el autor indica que el fosforo al principio provoca una disminución del vigor de la planta, las hojas jóvenes se debilitan y las muy desarrolladas tienen un crecimiento muy erguido. Si la deficiencia es muy acusada los limbos foliares se reducen, apareciendo necrosados el borde e algunos foliolos.

2.8.3. Potasio

Mismo autor citado anteriormente menciona que se manifiesta inicialmente por una reducción del crecimiento vegetativo y la aparición de amarilla miento ocre en las hojas más adultas, especialmente en la penfena de los foliolos. También pueden aparecer en los foliolos puntos de color marro rojizo.

2.8.4. Calcio

Para Agro (2023) señala que los síntomas inician es son: reducción del crecimiento, clorosis en la periferia de foliolos y nervios color marrón de las hojas del centro de la planta y zonas necróticas en el peciolo. Cuando la carencia es severa las hojas centrales evolucionan a necrosis "corazón negro"

2.8.5. Magnesio

Se manifiesta inicialmente con la aparición de clorosis interne vial que va desde el centro del foliolo hacia los bordes. Si la deficiencia es acusada la mayoría de los foliolos se tornan amarillos con el nervio central de color verde claro y desecación de los bordes del foliolo(Agro, 2023).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios de la Estación Experimental de Kallutaca, de la Universidad Pública de El Alto, ubicado a 20 km al sur este de la ciudad de La Paz, en la provincia Los Andes, Municipio de Laja, encontrándose en posiciones geográficas, entre 16°31'26" de latitud sur y 68°18'31" de longitud oeste a 3906 m.s.n.m (Earth, 2023).

3.1.2. Características Edafoclimáticas

La Estación Experimental de Kallutaca presenta un clima frio, la temperatura máxima promedio es de 17.5 °C, la temperatura media oscila entre 9.5 °C, la temperatura mínima promedio desde - 5°C., con una precipitación promedio de 435.6 mm y humedad relativa de 76% en promedio (Quiape *et al.*, 2020).

3.1.3. Suelo

La sede Kallutaca de la UPEA presenta suelos en su mayoría superficiales de color pardo oscuro, textura franca se nota claramente la presencia de grava y piedras. Con origen tipo volcánica con erosión eólica e hídrico provocado por las lluvias característicos de sector del suelo altiplánico además con deficiencia de nitrógeno y fosforo y Potasio que son notorios por ser seco en toda su dimensión, tiene suelos entre 5.5 a 7 de pH, y la humedad del suelo presenta 80 - 85% Los suelos son moderadamente profundos, arcillosos e imperfectamente drenados de textura franco arenosa a franco arcillosa, muestran erosión en cárcavas y están clasificados como Cambisoles y Lixisoles (Quiape *et al.*, 2020).

3.1.4. Flora

En el altiplano, en general, pocas especies forestales pueden desarrollarse. En la sección municipal, específicamente, se observa en forma muy dispersa o en los sitios de ex haciendas y algunas viviendas, la presencia de kiswaras (*Buddleja* sp.), cipreses

(*Cupressus* sp.), eucaliptos (*Eucalyptus* sp.) y en menor escala, queñua (*Polylepis* sp.) (Arteaga, 2007).

3.1.5. Fauna

Entre los mamíferos más importantes, está el zorro (*Canis culapeus*), zorrino (*Conepatus chinga*), el pampa huanco o liebre (*Orytalagus cuniculus*), de reciente aparición y que se ha convertido en una plaga principalmente de los granos y hortalizas. Dentro del grupo de aves, se menciona a la perdiz (*Tinamidae*), patos (*Anatidae*), marías (*Falconidae*), Yaca Yaca, Cernícalo, Picaflor, Chockas (Pato Silvestre) y otras, principalmente en orillas de los ríos y lugares húmedos. Se ha detectado poca presencia de batracios como ranas y sapos en algunas vertientes, pero no se ha observado en las orillas de los ríos ya que la contaminación de los mismos les afecta de manera directa. En algunos ríos y vertientes aparecen algunos peces, como el suche (*Trichomycterus rivulatus*) (Arteaga, 2007).

3.2. Materiales

3.2.1. Vegetación

Semilla de apio (*Apium graveolens* L.)

- Tall-Utah 52-70
- Gigante
- Compost
- turba

3.2.2. Material de campo herramientas

- Picota
- Motocultor
- Guantes
- Baldes
- Carretilla
- Marbetes
- Letreros
- Pala
- Cernidor

- Estacas
- Regla
- Flexómetro
- Manguera
- Rastrillo
- Yutes
- Título

3.2.3. Material de gabinete

- Cámara
- Balanza de precisión
- Impresora
- Bolígrafo
- Cuaderno de apuntes
- Muestreo de abono
- Muestreo de suelo, agua

3.3. Métodos.

La presente investigación es de tipo experimental. Las técnicas empleadas son observación directa, y la toma de datos en campo y los instrumentos fueron la guía de observación y las planillas de toma de datos. La población estaba conformada por 540 plantas de apio, cada una unidad experimental tuvo 30 plantas de los cuales se tomó como muestra. El tipo de muestreo fue el no probabilístico, acá se consideró los criterios de los expertos, donde recomiendan tomar como muestra a 10 plantas por unidad experimental. La sistematización de datos se realizó empleando el programa de Infostat versión 2020I. Para el análisis de datos se utilizó el programa de Excel; asimismo, la presentación de resultados se hizo a través de tablas de ANVA y tablas de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0,01$).

3.4. Metodología

3.4.1. Procedimiento experimental

3.4.1.1. Construcción de almaciguera

Se construyó 1 almaciguera de madera que tuvo las siguientes dimensiones: ancho 50 cm, largo 1 m y con una profundidad de 10 cm y forramos la cama con nailon y de agro fil de color negro después con la ayuda de unos clavos y un martillo forramos todo el almacigado, posteriormente desinfectamos antes de incorporar el sustrato.

3.4.1.2. Preparación del sustrato para la almaciguera

Se procedió con el preparado del sustrato, que contenía tierra del lugar previamente cernida, turba cernida, arena fina y humus de lombriz en una relación de 40:20:20:20% respectivamente, esto equivale a 4, 2, 2 y 2 palas para un total de 2 almacigueras, de la siguiente manera:

- Primero cernir la tierra, en una malla milimetrada para no tener partículas grandes.
- Alistar la arena, las partículas deben ser finas.
- Vaciar en un recipiente grande tierra del lugar, turba, arena y humus de lombriz en una relación de (40:20:20:20) %, luego mezclar bien y a continuación vaciar en las almacigueras, para luego nivelarlo y un riego con la regadera listo para la siembra de la semilla para luego poner una capa de turba y posteriormente cubrirlo bien tapándolo por completo para que pueda germinar más rápido.

3.4.1.3. Siembra de la semilla de apio

La siembra se efectuó en agosto de 2023, se procedió a la siembra con el método al voleo de las dos variedades manualmente, distribuyendo lo más homogéneamente posible en las 2 almacigueras. Luego se cubre con el mismo suelo preparado (3 a 4 veces el tamaño de la semilla), teniendo cuidado de no taparlos mucho. Posteriormente se procedió al tapado con nailon, totalmente cubierto con tela esto con el fin de mantener la humedad en las almacigueras, luego se hizo el riego suavemente con una regadera, evitando que las gotas de agua logren encharcar las semillas, se quitó la tela a los 19 días de la siembra cuando emergieron en un 80% ya que se observó que una variedad emergió más antes que la otra variedad, La frecuencia de riego se va disminuyendo a medida que la planta desarrolle, en los primeros 25 días la frecuencia de riego fue tres veces por semana y luego se fueron

disminuyendo hasta realizar de 1 a 2 veces por semana hasta que los plantines estén ya como para trasplantar.

3.4.1.4. Preparación del sustrato para las Unidades experimentales

Se procedió con el preparado del sustrato, que contenía tierra del lugar, arena fina y turba (incorporación a fondo), con una relación de (50%:20%:30%), equivale a (10, 4 y 6 carretillas respectivamente) según el diseño, para un total de 18 tratamientos, de la siguiente manera:

- Primero el cernido tierra del lugar para que no tenga terrones de suelo.
- Luego medir con carretilla las cantidades de tierra, turba y arena.
- Mezclado con pala, tres a cuatro veces de manera homogénea.
- Incorporación de sustrato preparado (20 carretillas por área experimental).
- Incorporación del compost previamente pesado con la balanza de acuerdo a los niveles de fertilización (0kg/m², 1kg/m², 2kg/m²), según el diseño respectivamente

3.4.2. Labores antes del trasplante

3.4.2.1. Muestreo de suelo

El muestreo de suelo que realizó fue por el método zigzag obteniendo seis muestras a 20 centímetros de profundidad las cuales fueron mezcladas y cuarteadas homogéneamente hasta obtener una muestra compuesta de 1kg de suelo. Esto se realizó antes de usar el terreno con el fin de saber el estado del terreno en donde se realizaría el trabajo de campo.

3.4.2.1. Limpieza de terreno

Como parte de las labores previas se realizó la limpieza y desbroce de malezas dentro y en el contorno de la parcela experimental, procedente a eso se realizó el removido del suelo con la ayuda de un motocultor para q el suelo quede completamente suelto para que la raíz de la planta pueda aprovechar más los nutrientes necesarios que requiere la planta y tenga un mejor desarrollo y quede el terreno previamente limpio.

3.4.2.2. Preparación del suelo

En la preparación del suelo se incorporó el sustrato preparado como: suelo, arena y turba mezclada, con la ayuda del motocultor se realizó la respectiva mezcla esto con el fin de que

el suelo sea más suelto, para que vea un buen prendimiento de la planta de apio y desarrollo, quedando listo para realizar el trasplante.

3.4.2.3. Trazado de parcelas

El trazado de las parcelas se realizó de acuerdo a las dimensiones establecidas, con la ayuda de una estaca elaborada de madera con un largo de 50 cm para que se incorporó 20 cm al suelo y 30cm por fuera esto con el fin de que se vea las dimensiones de los tratamientos y lo marcamos con cintas de agua para luego realizar la respectiva incorporación del sustrato.

3.4.2.4. Aplicación del abono por tratamientos

Se incorporó compost, de acuerdo a un autor que recomienda incorporar para el caso de cultivos hortícolas se recomienda aplicar 2 kilogramos por metro cuadrado, o 1 kilogramo (Sanchez, 2013).

Se estableció el compost a todas las parcelas del ensayo de acuerdo a las dosis establecidas, el compost se incorporó por planta esto con el fin de que aproveche mejor la planta de los nutrientes de la materia orgánica, se incorporó a 75g por planta en los tratamientos de 1kg y 150g por planta en los tratamientos de 2kg.

3.4.2.5. Trasplante

El trasplante se realizó en cada unidad experimental de acuerdo al croquis correspondiente, cuyo distanciamiento entre surcos fue de 0.50 m. y entre plantas a 0.30 m con la ayuda de una pequeña estaca elaborada de madera de 15 cm, se pudo realizar los agujeros y realizar el trasplante del apio con cuidado sin lastimar la raíz así al incorporar la raíz bien debemos taparlo bien sin que quede oxígeno, después de trasplantar debemos regar abundantemente, debe estar húmedo no encharcado para asegurar que las plántulas se establezcan bien.

3.4.2.6. Deshierbe y aporque después del trasplante

El deshierbe se realizó, después del trasplante a los 15 días y por cada semana una vez, sacando las malas hierbas manualmente u otras veces utilizando chuntilla teniendo cuidado

de no maltratar las plantas de apio, para mantener el suelo libre de malezas y el aporque de igual manera.

3.4.2.7. Riego

El riego se realizó por goteo; único para las fases fenológicas tanto en el trasplante y desarrollo) que corresponde a una aplicación de 20 min de riego con control automático de válvulas programables que contempla frecuencia y tiempo de riego; esto significa que el riego se estableció cada 24 horas al día, el tiempo de riego fue por 20min en las horas pico de calor del día 14:00. La lamina de riego establecido por día fue de 0,4 mm y la lámina por el tiempo de investigación fue de 39 mm, lo que significa aplicar una lámina de riego total de 1685lt de agua, lo que me genera una información de que por `planta se utilizó 3 litros de agua en el periodo de investigación.

3.4.2.8. Toma de datos

La toma de datos se realizó cada dos semanas para la variable altura de planta, así mismo se tomaron datos adicionales como registro del comportamiento de la temperatura en el interior de la carpa solar. Por otra parte, las demás variables como peso total, rendimiento, etc. fueron evaluadas una vez concluida el ciclo agronómico del cultivo.

3.4.2.9. Cosecha

Se realizaron tres cosechas durante el ensayo, una vez que la mayoría de las plantas hayan mostrado una madurez comercial, se realizara la cosecha por deshoje manualmente, tomado en forma de azar 10 plantas de cada unidad experimental.

3.4.2.10. Post – cosecha

Posterior a la cosecha se ha realizado la toma de datos correspondientes a las variables agronómicas y fisiológicas que se plantearon en la investigación, al final de este proceso se realizó el correspondiente pesado, lavado y embolsado.

3.4.3. Diseño experimental

El diseño que se utilizó en el presente trabajo de investigación, es el Diseño de Completamente al Azar (DBCA), con arreglo bi factorial de 2x3 con tres repeticiones y se designaran al azar cada unidad experimental, para su respectiva evaluación (Ochoa 2016).

Modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_{lok} + A_i + \beta_j + A\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional

β_{lok} = Efecto del k-ésimo bloque

A_i = Efecto de la i-ésima variedad del factor A

β_j = Efecto de la j-ésima niveles de abono factor B

$A\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción de la variedad y niveles de abono

ε_{ijk} = Error experimental

3.4.4. Factores de estudio

Los factores fueron:

Factor A: variedad

a_1 = (Tall-Utah 52-70)

a_2 = (Gigante)

Factor B: Niveles de abono

b_1 = compost 0kg (testigo)

b_2 = compost 1kg/m²

b_3 = compost 2kg/ m²

3.4.4.1. Formulación de tratamientos

Los tratamientos fueron:

- T₁

=

a₁b₁

(Tall- Utah 52-70 x nivel 0kg)
- T₂

=

a₁b₂

(Tall- Utah 52-70 x nivel 1kg compost)
- T₃

=

a₁b₃

(Tall- Utah 52-70 x nivel 2kg compost)
- T₄

=

a₂b₁

(Gigante x nivel 0kg)
- T₅

=

a₂b₂

(Gigante x nivel 1kg compost)
- T₆

=

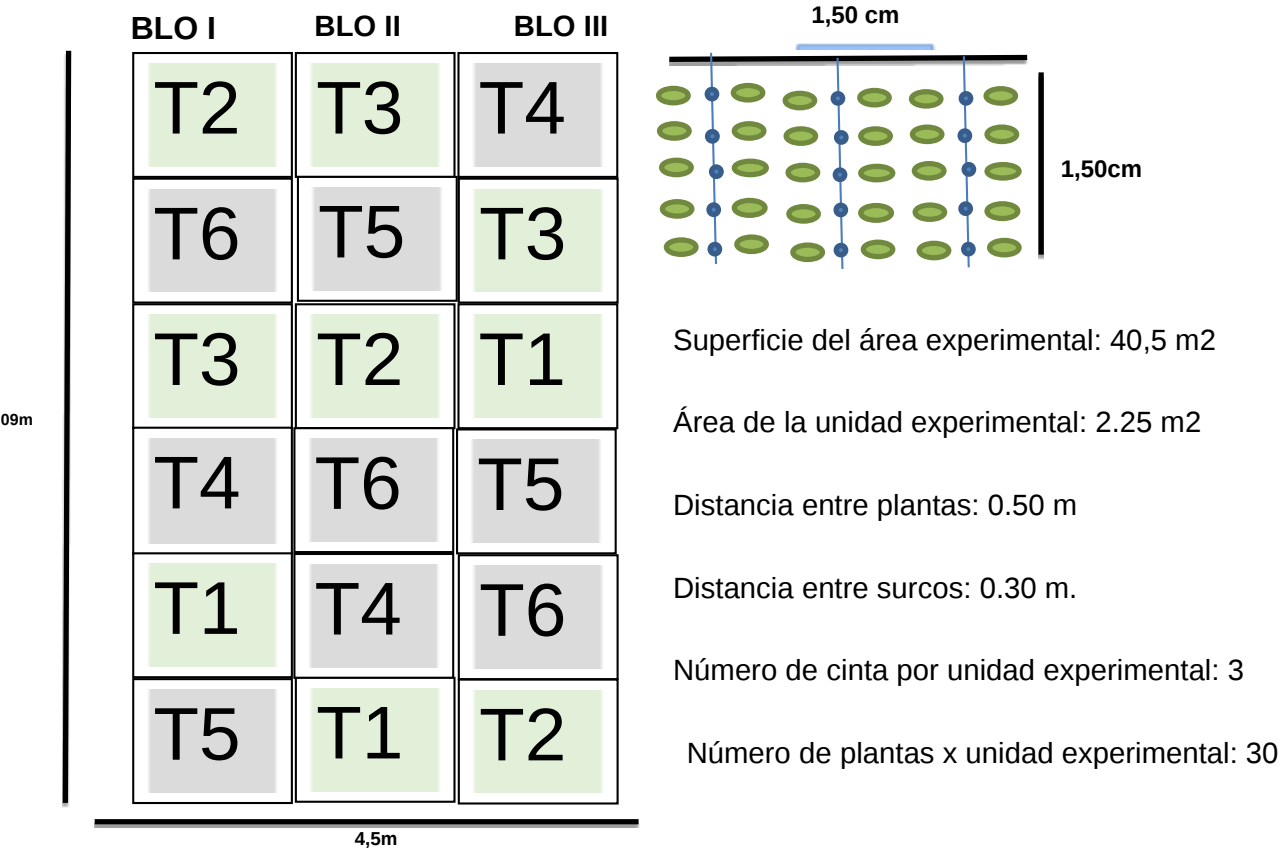
a₂b₃

(Gigante x nivel 2kg compost)

3.4.4.2. Características del área experimental

La distribución de las unidades experimentales se realizó en todo el ambiente atemperado, teniendo las siguientes dimensiones:

3.4.4.3. Croquis experimental



3.4.5. Variable de respuesta

Se consideraron las siguientes variables

3.4.5.1. Altura de la planta (AP)

La variable altura de la planta se midió cada dos semanas en (cm) con ayuda de una regla metálica, a partir del cuello o nudo vital de cada planta hasta el ápice de la hoja más superior.

3.4.5.2. Numero de pencas por planta (NPP)

Se contabilizó el número de pencas de cada unidad experimental evaluada, hasta que alcance su madurez fisiológica.

3.4.5.3. Largo de la hoja (LH)

La medición se realizó desde cuello del tallo de la hoja hasta el ápice de la hoja, con la ayuda de una regla de 60cm y con un flexómetro.

3.4.5.4. Ancho de la hoja (AH)

Se tomaron medidas de extremo a extremo de la hoja con la ayuda de una regla graduada de 30 cm y una plancha transparente introducida a la regla, para obtener datos exactos de la variable

3.4.5.5. Peso del apio

Esta medición se realizó en el momento de la cosecha, se toman los datos una vez deshojando y con la ayuda de una balanza analítica, donde se pesó las hojas principales de cada planta seleccionada al azar.

3.4.5.6. Rendimiento del apio (RA)

Cada planta cosechada en el invernadero, se dio el trabajo del pesaje del apio (rendimiento) según cada tratamiento, usándose una balanza digital calibrada en gramos, sometidas en estudio, para luego hacer la transformación de datos en $\text{kg}/2,25\text{m}^2$

3.4.6. Análisis económico

Para el análisis económico se consideró la relación beneficio costo, que está dado por la siguiente relación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que a continuación se presentan, muestran los efectos de los factores estudiados en el presente trabajo de investigación sobre el comportamiento del cultivo de apio en la producción orgánica.

4.1. Variable de estudio

4.1.1. Análisis físico y químico del suelo antes y después de la cosecha

En cuanto al análisis físico y químico del suelo, agua y compost se tomaron los siguientes parámetros como: Macro nutrientes (N, P y K) la materia orgánica respectivamente, conductividad eléctrica y textura del suelo.

Cuadro 2. Análisis físico y químico del suelo, agua y compost

Análisis Físico y Químico del Suelo			
Parámetro		Unidad	Resultado
Textura	Arena	%	21
	Limo	%	45
	Arcilla	%	34
	Clase Textual	%	FRANCO ARCILLOSO
Nitrógeno Total		%	0,48
Materia Orgánica		%	7,7
Fosforo Disponible		Ppm	6,28
Potasio		meq/100g S.	0,161
Análisis Químico Del Agua			
Conductividad Eléctrica		Mmhos/Cm	0,02
Análisis Del Compost			
Fosforo Total		Mg/Kg	6479
Materia Orgánica		%	42
Nitrógeno Total		%	1,9
Potasio Total		Mg /Kg	21244

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Temperatura en la carpa solar durante la investigación

Dentro de los ambientes atemperados las fluctuaciones climáticas son muy variadas de acuerdo a la época del año y horas del día, de la noche en sus parámetros de temperaturas, humedad etc. que influyen en el comportamiento fisiológico del cultivo. Las temperaturas han sido registradas con un termómetro ambiental, diariamente a partir del 14 de octubre

hasta 12 de enero, con lecturas a las 7:00 a.m. y a las 14:00 p.m., esto para adquirir toda la información posible.

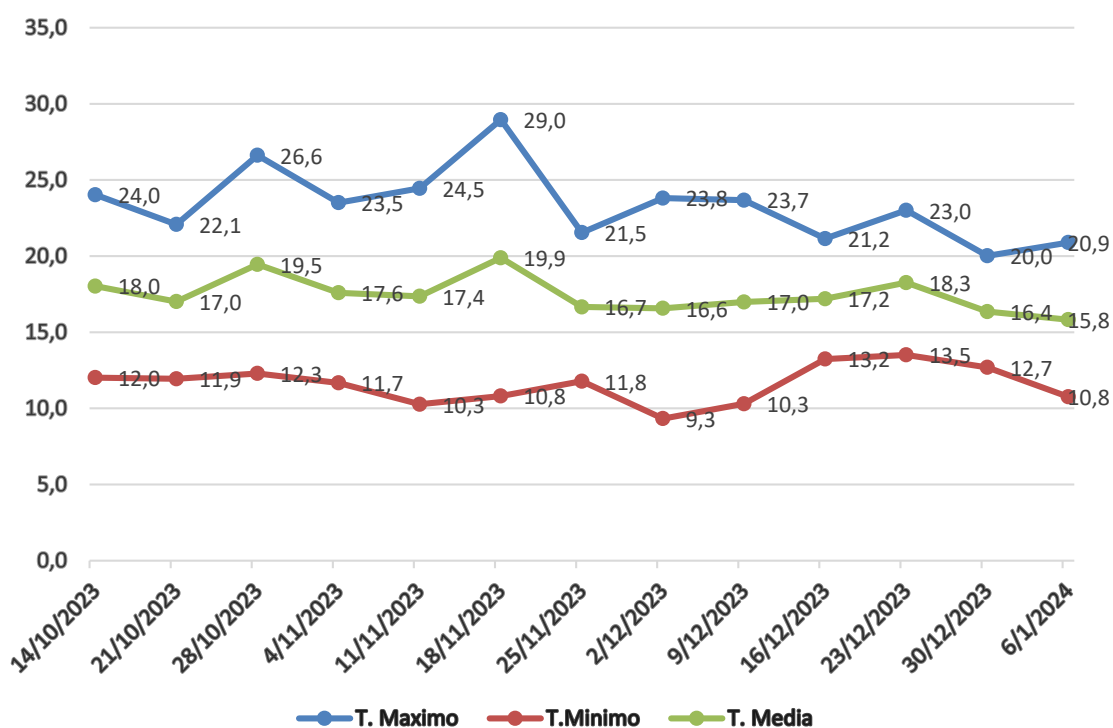


Figura 1. Temperatura máxima y mínima del invernadero de Kallutaca

En la Figura 1, se observa las fluctuaciones de temperaturas máximas y mínimas que alcanzó el ambiente en el interior de la carpa solar, mismas que se presentan por semana, haciendo un total de 13 de evaluaciones

El cultivo del apio requiere un clima fresco y riego para asegurar un crecimiento continuo. Las temperaturas medias deben oscilar entre 15 a 21 °C menciona Pino (2022), las temperaturas medias están en los rangos de 15,8 a 19,9 °C cumple el rango establecido.

La temperatura máxima registrada se dio en la sexta semana con 29°C y la temperatura mínima registrada fue en la semana doce con 13.5°C. Para su desarrollo normal del apio requiere en su fase de crecimiento temperaturas que oscilen entre 16 y 21°C y para la fase de inducción floral necesita entre 15 a 18°C. Conociendo las temperaturas registradas en el interior de la carpa y las que requiere el cultivo se puede decir que las temperaturas medias durante la formación de las pencas fueron superiores a 16 °C el cual se asume que influyó en la formación de las mismas.

4.2. Variables agronómicas de la cosecha

4.2.1. Altura de la planta

Los resultados que a continuación se presentan, muestran los efectos de los factores estudiados sobre el comportamiento de dos variedades de apio a tres niveles de compost y tres cosechas realizadas en cultivo orgánico.

Cuadro 3. Análisis de varianza para la altura de planta de apio

		1ra Cosecha		2da Cosecha		3ra Cosecha	
f.v.	gl	cm	f	cm	f	cm	f
Bloque	2	* 44,86	5,58	* 20,07	10,06	* 24,09	5,53
Variedad	1	* 45,6	5,67	* 12,09	6,06	NS 16,47	3,78
Abono	2	* 51,32	6,38	** 98,61	49,44	* 19,14	4,39
Variedad*Abono	2	NS 9,7	1,21	** 24,68	12,38	NS 7,79	1,79
Error	10	8,04		1,99		4,36	
Total	17						
		CV: 6,58		CV: 2,33		CV:3,24	

*Significativo ** Altamente Significativo. NS No Significativo

El análisis de varianza de la evaluación de altura de la planta de las variedades de apio con diferentes niveles de compost (Cuadro 3), se aprecia que se tuvieron diferencias estadísticas entre bloques en las tres cosechas ($p < 0,05$), en tanto que entre variedades se tuvieron diferencias significativas en altura de la planta de apio tanto en la primera y segunda cosecha. ($p < 0,05$) en la tercera se presenta que no hubo diferencia significativa. ($p > 0,05$); para el factor niveles de aplicación de compost, las diferencias presentadas fueron altamente significativas en la segunda cosecha, ($p < 0,01$) por lo tanto en la primera y tercera cosecha se presentó diferencia significativa de, ($p < 0,05$) ; para la interacción variedad y abono no se tuvieron diferencias estadísticas en cosecha 1 y cosecha 3 ($p > 0,05$), en la segunda cosecha se presenta una alta diferencia significativa para la interacción de variedad de, ($p < 0,01$). Teniendo un coeficiente de variación de 6,58%, 2,33%, 3,24%. Debajo de 30 %, por lo que podemos señalar que nuestros datos son confiables.

Cuadro 4. Prueba de medias de Duncan variedad en la altura de planta de apio

	1ra Cosecha	2da Cosecha	3ra Cosecha
Variedad	Medias	Medias	Medias
Gigante	44,67 A	61,5 A	65,32
Tall-Utah	41,48 B	59,86 B	63,4

En la prueba de medias (Cuadro 4) se observa la prueba de Duncan que se realizó la altura de planta, donde se encontró alta diferencia significativa en las dos variedades de apio, como primer grupo la variedad gigante que presento el mayor promedio en altura de planta en las tres cosechas alcanzando los 65,32 cm, por otro lado, la variedad Tall-Utah alcanzo un promedio de 63,4 cm siendo el promedio más bajo en altura de planta.

Cuadro 5. Prueba de medias de Duncan niveles en la altura de planta de apio

	1ra Cosecha	2da Cosecha	3ra Cosecha
Abono	Medias	Medias	Medias
2kg/M2	45,59 A	65,18 A	65,45 A
1kg/M2	43,77 A	59,57 B	65,33 A
Testigo	39,87 B	57,3 C	62,3 B

En la prueba de medias (Cuadro 6), con diferentes niveles de compost, nos presenta tres grupos significativamente diferentes, el primer grupo conformado el nivel de 2 kg/m² surco/planta, que presento el mayor promedio altura en planta del apio en las tres cosechas alcanzando un promedio 65,45cm significativamente diferente por el segundo grupo; conformado por los niveles 1 kg/m² que alcanzo un promedio 65,33 cm y To alcanzo un promedio de 62,3 cm siendo los menores promedios de altura de apio.

Cuadro 6. Promedios de los tratamientos de altura de la planta de apio

1ra Cosecha			2da Cosecha			3ra Cosecha		
Variedad	Abono	Medias	Variedad	Abono	Medias	Variedad	Abono	Medias
Gigante	2kg/m2	48,63 A	Gigante	2kg/m2	66,73 A	Gigante	2kg/m2	67,41
Gigante	1kg/m2	44,43 B	Tall-Utah	2kg/m2	63,62 B	Tall Utah	1kg/m2	65,61
Tall-Utah	1kg/m2	43,1 B	Tall-Utah	1kg/m2	61,04 C	Gigante	1kg/m2	65,05
Tall-Utah	2kg/m2	42,55 B	Gigante	Testigo	59,68 C	Tall Utah	2kg/m2	65,05
Gigante	Testigo	40,93 B	Gigante	1kg/m2	58,09 C	Gigante	Testigo	65,05
Tall-Utah	testigo	38,8 B	Tall-Utah	testigo	54,92 D	Tall Utah	testigo	61,11

Los promedios de altura de planta de apio con diferentes variedades y niveles de compost (Cuadro 6), nos muestra que la variedad de gigante obtuvo los mayores promedios de apio en todos los niveles de compost, en las tres cosechas, siendo más alto el valor registrado con un nivel de compost 2kg/m² 67,41 cm; por lo tanto, la variedad Tall-Utah, obtuvo menores promedios con los diferentes niveles de compost, siendo que con un nivel de T0 alcanzó 61,11 cm, registra el valor medio más bajo.

Según, Roman (2013). El compost, añade nutrientes y microorganismos beneficiosos, retiene el agua y mejora el crecimiento de las plantas. Provee cantidades suplementarias de nutrientes de liberación lenta. Aumenta el contenido en materia orgánica del suelo. Fomenta la estructura saludable de las raíces, Además de ser una fuente de nutrientes para las plantas como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), mejora las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo.

La altura de planta es muy importante para observar su desarrollo, e identificar el crecimiento, los resultados obtenidos en el presente estudio muestran un promedio de 67,41cm, por lo tanto, Giraldo (2001) menciona la altura del apio con abonos orgánicos que alcanza el 40cm con el corte directo, siendo estos resultados menores a los resultados obtenidos. Así mismo Suño (2019), menciona sobre su investigación y muestra un resultado sobre su altura de planta de apio que es un promedio de 62,33 cm, siendo ese resultado, tiende a ser menor la altura, a la altura que se obtuvo en esta investigación.

4.2.2. Numero de pencas por planta

Los resultados que a continuación se presentan, muestran los efectos de los factores estudiados sobre el comportamiento de dos variedades de apio a tres niveles de compost y tres cosechas realizadas en cultivo orgánico.

Cuadro 7. Análisis de varianza para número de pencas por planta

		1ra Cosecha		2da Cosecha		3ra Cosecha	
F.V.	gl	cm	f	cm	f	cm	f
Bloque	2	NS 0,34	1,48	NS 1,21	3,48	NS 0,83	2,62
Variedad	1	* 2	8,67	** 9,39	27,11	** 4,91	15,53
Abono	2	** 4,54	19,71	* 1,72	4,97	* 2	6,31
Variedad*Abono	2	NS 0,83	3,61	NS 0,21	0,6	NS 0,2	0,65
Error	10	0,23		0,35		0,32	
Total	17						
		CV: 7,05		CV:11,39		CV:10,1	

*Significativo, ** Altamente Significativo. NS No Significativo

El análisis de varianza de la evaluación de número de pencas por planta de las variedades de apio con diferentes niveles de compost (Cuadro 7), se aprecia que no se tuvieron diferencias estadísticas entre bloques en las tres cosechas ($p > 0,05$), en tanto que entre variedades se tuvieron diferencias significativas en la primera cosecha ($p < 0,05$); y en la segunda y tercera se observa una alta significancia ($p < 0,01$), días de la cosecha de apio, para el factor niveles de aplicación de compost, las diferencias presentadas fueron altamente significativa en la primera cosecha. ($p < 0,01$), en la segunda y tercera se presenta diferencia significativa ($p < 0,05$), para la interacción variedad y abono no se tuvieron diferencias estadísticas en las tres cosechas ($p > 0,05$). Teniendo un coeficiente de variación de 7,05 %, 11,39%, 10,1% debajo de 30 %, por lo que podemos señalar que nuestros datos son confiables.

Cuadro 8. Prueba de medias de Duncan variedad de número de pencas por planta

	1ra Cosecha	2da Cosecha	3ra Cosecha
Variedad	Medias	Medias	Medias
Tall-Utah	7,14 A	5,89 A	6,09 A
Gigante	6,48 B	4,44 B	5,04 B

En la prueba de medias en número de pencas por planta de apio (cuadro 8), muestra dos grupos significativamente diferentes, el primer grupo conformado por la variedad Tall-Utah kg/m² presento el mayor promedio de apio en las tres cosechas con un 7,14 u; significativamente diferente al presentado por el segundo grupo; conformado por la variedad Gigante kg/m² que alcanzo un promedio 6,48 u siendo el número de pencas más bajo en variedades de apio

Cuadro 9. Prueba de medias de Duncan niveles en número de pencas por planta

	1ra Cosecha	2da Cosecha	3ra Cosecha
Abono	Medias	Medias	Medias
2kg/M2	7,43 A	5,52 A	6,02 A
1kg/M2	7,18 A	5,43 A	5,77 A
Testigo	5,82 B	4,55 B	4,92 B

En la prueba de medias de niveles de compost (Cuadro 9), con diferentes niveles de compost, nos presenta tres grupos significativamente diferentes, el primer grupo

conformado el nivel 2kg/m² que presento el mayor promedio en las tres cosechas 7,43 u; significativamente diferente al presentado por el segundo grupo; con un nivel 1kg/m² alcanzo 7,18 u de pencas de apio siendo un promedio medio y 0kg/m² alcanzo 5,82 u siendo el promedio más bajo en número de pencas de apio.

Cuadro 10. Promedios de los tratamientos de número de pencas por planta

1ra Cosecha			2da Cosecha			3ra Cosecha		
Variedad	Abono	Medias	Variedad	Abono	Medias	Variedad	Abono	Medias
Tall-Utah	2kg/m ²	8,07 A	Tall-Utah	2kg/m ²	6,37 A	Tall-Utah	2kg/m ²	6,73 A
Tall-Utah	1kg/m ²	7,63 A	Tall-Utah	1kg/m ²	6,17 A	Tall-Utah	1kg/m ²	6,27 A
Gigante	2kg/m ²	6,8 B	Tall-Utah	Testigo	5,13 B	Gigante	2kg/m ²	5,3 B
Gigante	1kg/m ²	6,73 B	Gigante	2kg/m ²	4,87 B	Tall-Utah	Testigo	5,27 B
Gigante	Testigo	5,9 C	Gigante	1kg/m ²	4,5 B	Gigante	1kg/m ²	5,27 B
Tall-Utah	testigo	5,73 C	Gigante	testigo	3,97 B	Gigante	testigo	4,57 B

Los promedios en número de pencas por planta con diferentes variedades y niveles de compost (Cuadro 10), nos muestra que la variedad de Tall-Utah obtuvo los mayores promedios de apio en todos los niveles de compost, siendo más alto valor registrado con un nivel de compost en las tres cosechas 2kg/m², 8,07 u en tanto que la variedad Gigante obtuvo menores promedios con los diferentes niveles de compost, con un nivel de To 5,9 u registra como el número de pencas de valor más bajo.

Revisando muchas Investigaciones realizadas respecto al cultivo de apio se observan que en la variada de Tall- Utah, se muestra como el mayor número de pencas, a diferencia a las otras variedades, en mi caso de igual manera se presentó con mayor número de pencas la variedad de Tall-Utah, a comparación con la variedad gigante que alcanzó un 6,8 u casi a la misma cantidad que obtuvo Machaca (2007) con la variedad de Tall-Utah.

Los resultados obtenidos de numero de pencas de apio alcanzo un promedio de 8,07 u, con la variedad de Tall-Utah, el nivel de abono 2kg/m² .por otro lado ,Machaca (2007) reporto un promedio de 6,9 u con un mayor número de pencas de igual manera con la variedad de Tall-Utah, siendo menor a los números de pencas obtenidas.

4.2.3. Largo de hoja del apio

Los resultados que a continuación se presentan, muestran los efectos de los factores estudiados en el presente trabajo de investigación sobre el comportamiento de dos variedades de apio a tres niveles de compost y tres cosechas realizadas en cultivo orgánico

Cuadro 11. Análisis de varianza para largo de la hoja de apio

		1ra Cosecha		2da Cosecha		3ra Cosecha	
F.V.	gl	cm	f	cm	f	cm	f
Bloque	2	** 22,41	18,83	* 4,16	4,54	NS 8,56	3,26
Variedad	1	** 51,99	43,68	* 7,04	7,7	* 20,82	7,94
Abono	2	* 16,06	13,49	** 18,3	20	* 10,56	4,03
Variedad*Abono	2	NS 0,01	0,01	** 12,44	13,59	NS 0,12	0,05
Error	10	1,19		0,91		2,62	
Total	17						
		CV:4,46		CV:2,63		CV: 4,27	

*Significativo, ** Altamente Significativo. NS No Significativo

El análisis de varianza de largo de hoja de apio (Cuadro 11), se aprecia que se tuvieron diferencias estadísticas entre bloques en la primera y segunda cosecha ($p < 0,05$), y la tercera cosecha se apreció que no se tubo diferencia significativa ($p > 0,05$) en tanto que entre variedades se tuvieron diferencias significativas ($p < 0,05$); para el factor niveles de aplicación, las diferencias presentadas fueron altamente significativas ($p < 0,01$); para la interacción variedad y abono no se tuvieron diferencias estadísticas en la primera y tercera cosecha ($p > 0,05$). Pero en la segunda cosecha se observa una alta diferencia significativa ($p < 0,01$) Teniendo un coeficiente de variación de 4,46 %, 2,63%, 4,27% en las diferentes cosechas, de bajo de 30 %, por lo que podemos señalar que nuestros datos son confiables.

Cuadro 12. Prueba de medias de Duncan variedad de largo de la Hoja de apio

	1ra Cosecha	2da Cosecha	3ra Cosecha
Variedad	Medias	Medias	Medias
Gigante	26,15 A	36,99 A	38,98 A
Tall-Utah	22,76 B	35,74 B	36,83 B

En la prueba de medias de largo de hoja de apio (Cuadro 12), con diferentes variedades de apio nos presenta dos grupos significativamente diferentes, el primer grupo conformado por la variedad Gigante, que presento el mayor promedio apio 38,98 cm significativamente diferente al presentado por el segundo grupo; conformado por la variedad de Tall-Utah que alcanzo un promedio 36,83cm, siendo el promedio más bajo en el largo de la hoja, en las variedades de apio.

Cuadro 13. Prueba de medias de Duncan niveles de largo de hoja de apio

1ra Cosecha		2da Cosecha	3ra Cosecha
Abono	Medias	Medias	Medias
2kg/M2	25,45 A	37,82 A	39,02 A
1kg/M2	25,35 A	36,86 A	38,26 A
Testigo	22,57 B	34,43 B	36,44 B

En la prueba de medias de niveles de compost (Cuadro 13), con diferentes niveles de compost, nos presenta tres grupos significativamente diferentes, el primer grupo conformado con un nivel de 2kg/m², que presento el mayor promedio de largo de la hoja del apio en las tres cosechas 39,02 cm significativamente diferente al presentado por el segundo grupo; conformado por los niveles 1kg/m² en las cosecha 38,26 cm y To alcanzo un promedio 36,44 siendo los menores promedios en la altura de la hoja de apio.

Cuadro 14. Promedios de los tratamientos del largo de hoja del apio

1ra Cosecha			2da Cosecha			3ra Cosecha		
Variedad	Abono	Medias	Variedad	Abono	Medias	Variedad	Abono	Medias
Gigante	2kg/m2	27,13 A	Gigante	2kg/m2	39,05 A	Gigante	2kg/m2	39,93 A
Gigante	1kg/m2	27,1 A	Tall-Utah	1kg/m2	37,88 A	Gigante	1kg/m2	39,38 A
Gigante	testigo	24,24 B	Tall-Utah	2kg/m2	36,58 B	Tall-Utah	2kg/m2	38,1 A
Tall-Utah	1kg7m2	23,76 B	Gigante	Testigo	36,09 B	Gigante	Testigo	37,62 A
Tall-Utah	2kg/m2	23,61 B	Gigante	1kg/m2	35,84 B	Tall-Utah	1kg/m2	37,13 A
Tall-Utah	testigo	20,89 C	Tall-Utah	testigo	32,77 C	Tall-Utah	testigo	35,25 B

Los promedios de largo de la hoja de apio con diferentes variedades y niveles de compost (Cuadro 14), nos muestra que la variedad de Gigante obtuvo los mayores promedios de apio en todos los niveles de compost, siendo más alto el valor registrado con un nivel de compost 2kg/m² en las tres cosechas 39,93 cm, en tanto que la variedad Tall-Utah, obtuvo menores promedios con los diferentes niveles de compost, siendo que con un nivel de 0 en las tres cosechas alcanzó 35,25 cm, se registra el valor medio más bajo en largo de la hoja del apio.

Mendoza (2019), indica en su investigación que en el largo de hoja con mayor promedio le alcanzó con 44,33 en la primera y segunda cosecha se mostró con el mismo dato de largo de hoja, por lo tanto en mi presente investigación alcanzamos un promedio de 39,93 cm esto se presentó en la tercera cosecha en el tratamiento t6 casi la misma a la otra investigación solo con una diferencia de 4,4 cm.

Esto es debido que el abono de compost se agregó directamente al suelo y esto funciona de manera más eficiente aportando una serie de nutrientes al suelo para que sean absorbidos por las plantas y contribuir a su desarrollo, crecimiento y esplendor.

4.2.4. Ancho de la hoja

Los resultados que a continuación se presentan, muestran los efectos de los factores estudiados sobre el comportamiento de dos variedades de apio a tres niveles de compost y tres cosechas realizadas en cultivo orgánico.

Cuadro 15. Análisis de varianza de ancho de la hoja de apio

		1ra Cosecha		2da Cosecha		3ra Cosecha	
F.V.	gl	cm	f	cm	f	cm	f
Bloque	2	* 2,24	4,71	* 20,59	6,42	* 14,7	5,68
Variedad	1	** 33,27	69,86	NS 12,94	4,04	NS 6,6	2,55
Abono	2	** 10,85	22,78	* 22,52	7,03	* 30,59	11,83
Variedad*Abono	2	* 2,69	5,64	NS 11,56	3,61	NS 4,44	1,72
Error	10	0,48		3,21		2,59	
Total	17						
		CV: 5,53		CV:7,23		CV:6,09	

*Significativo ** Altamente Significativo. NS No Significativo

El análisis de varianza de ancho de la hoja (Cuadro 15), se aprecia que se tuvieron diferencias significativas entre bloques ($p < 0,05$), en tanto que entre variedades se tuvieron diferencias altamente significativas en ancho de la hoja. de apio en la primera cosecha ($p < 0,01$); y en la segunda y tercera no se presenta diferencia significativa en el ancho de la hoja ($p > 0,05$) para el factor niveles de aplicación, las diferencias presentadas en la primera cosecha fue altamente significativas ($p < 0,01$); y en la segunda y tercera se observó diferencia significativa en el ancho de la hoja ($p < 0,05$) para la interacción variedad*abono se obtuvo diferencias significativa en la primera cosecha ($p > 0,05$), en la segunda y tercera no se presenta diferencia significativa ($p > 0,05$) Teniendo un coeficiente de variación de 5,53% , 7,23%, 6,09% debajo de 30 %, por lo que podemos señalar que nuestros datos son confiables.

Cuadro 16. Prueba de medias de Duncan variedad del ancho de la hoja

	1ra Cosecha	2da Cosecha	3ra Cosecha
Variedad	Medias	Medias	Medias
Gigante	13,85 A	25,62	27,02
Tall-Utah	11,13 B	23,92	25,81

En la prueba de medias de ancho de la hoja de apio (Cuadro 16), nos muestra dos grupos significativamente diferentes, el primer grupo conformado por la variedad Gigante que presento el mayor promedio apio en las tres cosechas 27,02 cm, significativamente diferente al presentado por el segundo grupo; conformado por la variedad de Tall-Utah que alcanzo un promedio 25,81 cm, en promedio más bajo en el ancho de la hoja en las variedades de apio.

Cuadro 17. Prueba de medias de Duncan niveles del ancho de la hoja

	1ra Cosecha	2da Cosecha	3ra Cosecha
Abono	Medias	Medias	Medias
2kg/M2	13,56 A	26,01 A	27,88 A
1kg/M2	12,92 A	25,76 A	27,55 A
Testigo	10,98 B	22,54 B	23,82 B

En la prueba de medias de niveles de compost (Cuadro 17), nos presenta dos grupos significativamente diferentes, el primer grupo conformado el nivel de 2kg/m² en las tres cosechas, que presento el mayor promedio 27,88 cm, significativamente diferente al presentado por el segundo grupo; conformado por los niveles 1kg/m² que alcanzo un promedio 27,55 cm y en el promedio más bajo con el To alcanzo un promedio 23,82 cm siendo los menores promedios de apio en el ancho de la hoja.

Cuadro 18. Promedios de los tratamientos de ancho de la hoja

1ra Cosecha			2da Cosecha			3ra Cosecha		
Variedad	Abono	Medias	Variedad	Abono	Medias	Variedad	Abono	Medias
Gigante	2kg/m ²	14,95 A	Gigante	2kg/m ²	27,5 A	Gigante	2kg/m ²	29,07 A
Gigante	1kg/m ²	14,26 A	Tall-Utah	1kg/m ²	26,51 A	Tall-Utah	1kg7m ²	27,93 A
Tall-Utah	1kg/m ²	12,87 B	Gigante	1kg/m ²	25,02 A	Gigante	1kg7m ²	27,17 A
Gigante	Testigo	12,33 B	Tall-Utah	2kg/m ²	24,52 A	Tall-Utah	2kg/m ²	26,7 A
Tall-Utah	2kg/m ²	10,88 C	Gigante	Testigo	24,33 A	Gigante	Testigo	24,83 B
Tall-Utah	testigo	9,63 C	Tall-Utah	testigo	20,74 B	Tall-Utah	testigo	22,8 B

Los promedios ancho de la hoja de variedades de apio con diferentes variedades y niveles de compost (Cuadro 18), nos muestra que la variedad de gigante obtuvo los mayores promedios de apio en todas las niveles de compost, siendo más alto valor registrado con una nivel de compost 2kg/m² en las tres cosechas 29,07 cm, en tanto que la variedad Tall-Utah, obtuvo menores promedios con las diferentes niveles de compost, siendo que con un nivel de To alcanzo un promedio 22,8 cm, registra el valor medio más bajo en el ancho de la hoja.

Vigliola (2004), menciona que aquellos elementos nutritivos esenciales para la planta como el nitrógeno, forma parte de todo el proceso de la fotosíntesis, cuando la planta la absorbe en gran cantidad, desarrollara mejor las hojas y también influye sobre el momento de la cosecha, acelerando la madurez comercial en las hortalizas cuya parte comestible es la vegetativa. Las hortalizas cuya parte comestible es la hoja, la deficiencia de potasio disminuye la calidad, provocando una clorosis marginal.

Mendoza (2019), muestra la prueba de Duncan para la variable ancho de la hoja para la cosecha dio como resultado 3 grupos diferentes entre los tratamientos, el mejor resultado lo obtuvo con 28,33 cm pertenece al grupo A, le sigue el T1 con 25 cm promedio de ancho de la hoja pertenece al grupo AB, y por último en el grupo B se encuentran los tratamiento T2 con 24 cm y T3 con 22,33 cm de promedio de ancho de la hoja, por otro lado los datos el ancho de hoja que obtuve yo fue de 29,7cm con la variedad de gigante con 2kg/m² esto se obtuvo en la tercera cosecha con mayor promedio, esto tiende a ser mayor promedio que la otra investigación.

4.2.5. Peso de apio

Los resultados que a continuación se presentan, muestran los efectos de los factores estudiados sobre el comportamiento de dos variedades de apio a tres niveles de compost y tres cosechas realizadas en cultivo orgánico.

Cuadro 19. Análisis de varianza para el peso del apio

		1ra Cosecha		2da Cosecha		3ra Cosecha	
F.V.	gl	cm	f	cm	f	cm	f
Bloque	2	** 6215,13	22,57	** 5652,12	9,59	* 2772,5	3,93
Variedad	1	* 1742,47	6,33	NS 996,07	1,69	NS 2009,78	2,85
Abono	2	* 1940,45	7,05	** 6408,75	10,87	** 24904,6	35,27
Variedad*Abono	2	NS 565,55	2,05	* 3098,27	5,26	NS 467,54	0,66
Error	10	275,4		589,49		706,07	
Total	17						
		CV: 11,38		CV:11,69		CV:10,98	

*Significativo, ** Altamente Significativo. NS No Significativo

El análisis de varianza del peso de la planta de las variedades de apio con diferentes niveles de compost (Cuadro 19), se aprecia que se tuvieron alta diferencias estadísticas entre bloques ($p < 0,01$), en la primera y segunda cosecha, pero en la tercera cosecha se obtuvo diferencia significativa ($p > 0,05$), se observa en tanto que entre variedades se tuvieron diferencias significativas en días de la cosecha en la primera cosecha de apio ($p < 0,05$); en la segunda tercera cosecha no se obtuvo diferencias estadísticas ($p < 0,05$), para el factor niveles de aplicación las diferencias presentadas una alta diferencias

significativas ($p > 0,01$); en la segunda y tercera cosecha y en la primera se observa que si hubo una diferencia significativa ($p < 0,05$), para la interacción variedad*abono no se tuvieron diferencias estadísticas ($p > 0,05$). la primera y tercera cosecha en la segunda se observa que si hubo una diferencia significativa ($p < 0,05$), teniendo un coeficiente de variación de 11,38 %, 11,69%, 10,98% de bajo de 30 %, por lo que podemos señalar que nuestros datos son confiables.

Cuadro 20. Prueba de medias de Duncan variedad de peso de apio

1ra Cosecha		2da Cosecha	3ra Cosecha	
Variedad	Medias	Medias	Variedad	Medias
Tall-Utah	155,72 A	215,14	Gigante	252,64
Gigante	136,04 B	200,27	Tall-Utah	231,51

En la prueba de medias de peso de apio (Cuadro 20), con diferentes variedades de apio, nos presenta dos grupos significativamente diferentes, el primer grupo conformado por la variedad Tall-Utah que presento el mayor promedio apio 252,64 g, significativamente diferente por el segundo grupo; conformado por la variedad de gigante 231,51 g en las variedades de apio.

Cuadro 21. Prueba de medias de Duncan niveles de peso de apio

1ra Cosecha		2da Cosecha	3ra Cosecha
Abono	Medias	Medias	Medias
2kg/M2	163,12 A	230,2 A	284,07 A
1kg/M2	147,3 A	222,7 A	274,27 A
Testigo	127,23 B	170,22 B	167,9 B

En la prueba de medias de niveles de compost (Cuadro 21), con diferentes niveles de compost, nos presenta dos grupos significativamente diferentes, el primer grupo conformado el nivel de 2kg/m², que presento el mayor promedio nivel de compost del apio 284,07 g, significativamente diferente al presentado por el segundo grupo; conformado por los niveles 1kg/m² 274,27 g, siendo los menores promedios de apio.

Cuadro 22. Promedios de los tratamientos del peso del apio

1ra Cosecha			2da Cosecha			3ra Cosecha		
Variedad	Abono	Medias	Variedad	Abono	Medias	Variedad	Abono	Medias
Tall-Utah	1kg/m ²	178,27 A	Tall-Utah	1kg/m ²	256,07 A	Gigante	1kg/m ²	297,77 A
Tall-Utah	2kg/m ²	163,03 A	Gigante	2kg/m ²	232,23 A	Gigante	2kg/m ²	291,67 A
Gigante	2kg/m ²	147,97 A	Tall-Utah	2kg/m ²	228,17 A	Tall-Utah	1kg/m ²	270,37 A
Gigante	1kg/m ²	131,57 B	Gigante	1kg/m ²	189,33 B	Tall-Utah	2kg/m ²	256,87 A
Gigante	Testigo	128,6 B	Gigante	Testigo	179,23 B	Gigante	Testigo	168,5 B
Tall-Utah	testigo	125,87 B	Tall-Utah	testigo	161,2 B	Tall-Utah	testigo	167,3 B

Los promedios peso del apio con diferentes variedades y niveles de compost (Cuadro 22), nos muestra que la variedad de Tall-Utah obtuvo los mayores promedios de apio en todos los niveles de compost, siendo más alto el valor registrado con un nivel de compost 1kg/m² en las dos cosechas 256,07 g, pero en la segunda cosecha sale la variedad gigante con 297,77 g, en la tercera cosecha tanto que la variedad gigante, obtuvo mayor promedio por otro lado la variedad Tall-Utah con un nivel de compost To alcanzó un promedio 179,23 g registra el valor más bajo en peso del apio.

4.2.6. Rendimiento total del apio

Los resultados que a continuación se presentan, muestran los efectos de los factores estudiados sobre el comportamiento de dos variedades de apio a tres niveles de compost y tres cosechas realizadas en cultivo orgánico.

Cuadro 23. Rendimiento total del cultivo del apio

f.v.	gl	cm	f	p-valor
Bloque	2	21,29	16,50	**
Variedad	1	0,80	0,62	NS
Abono	2	69,29	53,70	**
Variedad*Abono	2	3,47	2,69	NS
Error	10	1,29		
Total	17			
C.V.				6,36

*Significativo, ** Altamente Significativo. NS No Significativo

El análisis de varianza del rendimiento del cultivo del apio, de las variedades de apio con diferentes niveles de compost (Cuadro 23), se aprecia que se tuvieron alta diferencias estadísticas entre bloque ($p < 0,01$), entre variedades no se tuvieron diferencias significativas en el rendimiento de la cosecha de apio ($p > 0,05$); para el factor niveles de aplicación las diferencias presentadas con una alta diferencias significativas ($p < 0,01$); en variedad y abono no se tuvieron diferencias estadísticas ($p > 0,05$). En las cosechas, Teniendo un coeficiente de variación de 6,36% de bajo de 30 %, por lo que podemos señalar que nuestros datos son confiables.

Cuadro 24. Prueba de medias de Duncan variedad de rendimiento del apio

Variedad	Medias
Tall-Utah	18,08
Gigante	17,66

En la prueba de medias de rendimiento de apio (cuadro 24), con diferentes variedades de apio, nos presenta dos grupos significativamente diferentes, el primer grupo conformado por la variedad Tall-Utah, que presento el mayor promedio apio 18,08 significativamente diferente al presentado por el segundo grupo; conformado por la variedad de gigante kg/m^2 17,66 en las variedades de apio.

Cuadro 25. Prueba de medias de Duncan niveles de rendimiento del apio

Abono	Medias	
2/Kg	20,03	A
1/Kg	19,62	A
Testigo	13,95	B

En la prueba de medias de niveles de compost (Cuadro 25), con diferentes niveles de compost, nos presenta dos grupos significativamente diferentes, el primer grupo conformado el nivel de 2kg/m^2 , que presento el mayor promedio nivel de compost 20,02, significativamente diferente al presentado por el segundo grupo; conformado por los niveles 1kg/m^2 19,62, siendo los menores promedios de apio el más bajo el testigo con 13,95.

Cuadro 26. Promedios de los tratamientos del rendimiento del apio

Variedad	Abono	Medias	
Tall-Utah	1kg/m ²	20,70	A
Gigante	2kg/m ²	20,17	A
Tall-Utah	2kg/m ²	19,90	A
Gigante	1kg/m ²	18,53	A
Gigante	testigo	14,27	B
Tall-Utah	testigo	13,63	B

Los promedios de rendimiento de apio con diferentes variedades y niveles de compost (Cuadro 26), nos muestra que la variedad de Tall-Utah obtuvo los mayores promedios de apio en todos los niveles de compost, siendo más alto valor registrado con un nivel de compost 1kg/m² 20,70; en tanto que la variedad Gigante, obtuvo un promedio de 20,17 Con 2kg/m², la variedad de Tall-Utah con un nivel de To alcanzo un promedio 13,63 registra el valor medio más bajo, tomando en cuenta las 3 cosechas.

Mendoza (2019), llega a la conclusión de que los tratamientos aplicados muestran que si hubo un efecto positivo de la aplicación del lixiviado de humus de lombriz para esta variable en el peso del cultivo, ya que la aplicación de diferentes niveles de lixiviado de humus de lombriz ayudo al cultivo en la producción total obtenida por unidad de superficie en cada cosecha. Es decir, que la variedad de apio Tall-Utah aumentó su producción de materia prima dándonos como resultado un mejor peso en el rendimiento, además expone la comparación del rendimiento del cultivo para los diferentes tratamientos en las tres cosechas. Se observa que el mejor rendimiento lo alcanzó el tratamiento T2 con 0,79 kg/m².

Por lo tanto, Cusi (2020), saca un promedio de rendimiento más alto pero realizando una investigación con tres niveles de biol de bovino que el tratamiento T7 tuvo el mejor rendimiento con 15,49 kg/m². La presente investigación con diferentes niveles de compost, con 6 tratamientos se obtuvo un promedio mayor con el 20,70 kg/m², lo cual supera al promedio. Esto se debe que su investigación fue realizada con Biol ya que es un abono orgánico líquido que se origina a partir de la descomposición de materiales orgánicos, como estiércoles de animales, plantas verdes, de la misma manera que el compost, pero esto se aplicó directamente a la hoja de la planta y esto es donde más aprovecha la planta, su rendimiento no está tan lejos a la investigación realizada por mi persona.

4.2.7. Análisis económico

Herrera *et al* (1994) citado por Santos (2002), afirma que la relación beneficio-costo de una actividad productiva consiste en evaluar la eficiencia económica de los recursos utilizados y mostrar la cantidad de dinero que retorna por cada unidad monetaria invertida durante un periodo determinado.

- Ingreso bruto

$$IB = R \times P$$

Donde:

IB= Ingreso bruto

R=rendimiento

P=precio

- Ingreso neto o utilidad del cultivo

$$IN = IB - C$$

Donde:

IN= Ingreso neto

IB=Ingreso bruto

C=Costo de producción

- Relación beneficio/costo

$$B/C$$

Donde:

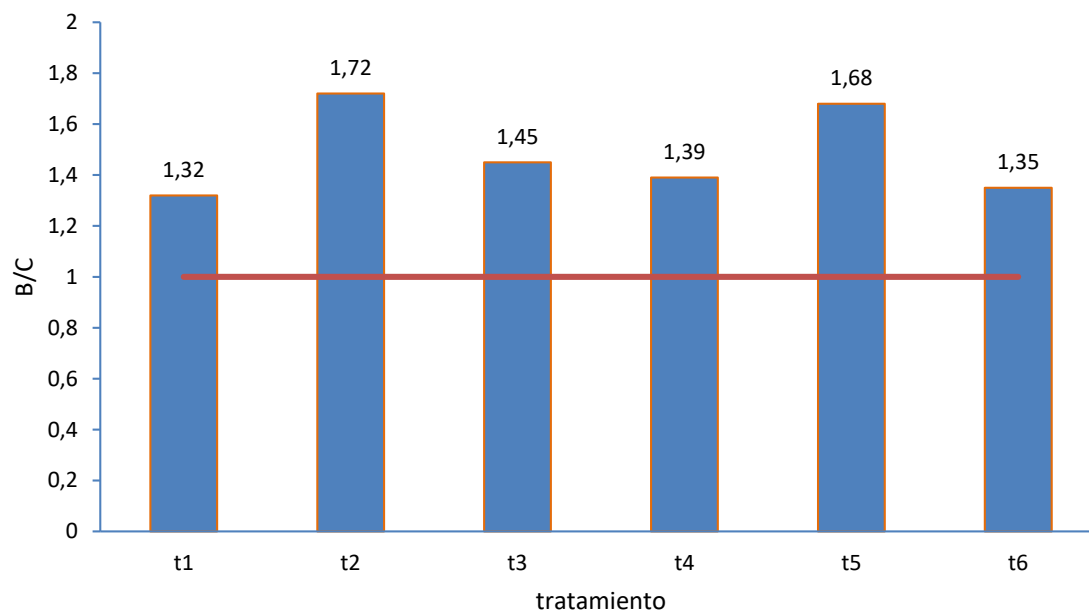
B= Beneficio

C= Costo

Cuadro 27. Análisis de costo de producción de apio

Tratamientos	Costos (Bs)	Rendimiento (kg)	Rendimiento ajustado (kg)	Precio (Bs/kg)	Beneficio Bruto	Beneficio Neto	B/C Bruto	B/C Neto
T1	201	40,9	38,86	6,5	265,85	64,87	1,32	0,32
T2	235	62,1	59	6,5	403,65	168,89	1,72	0,72
T3	269	59,7	56,72	6,5	388,05	119,54	1,45	0,45
T4	201	42,9	40,76	6,5	278,85	77,84	1,39	0,39
T5	235	60,5	57,48	6,5	393,25	158,49	1,68	0,68
T6	269	55,7	52,92	6,5	362,05	93,54	1,35	0,35

Realizado el análisis beneficio costo (Figura 1) nos muestra que todos los tratamientos son rentables, siendo que, con el tratamiento 2 alcanzó con un nivel de $1\text{kg}/\text{m}^2$ de la variedad Tall-Utah se obtuvo un mayor beneficio y por cada boliviano invertido se recupera 1.72 ctvs.



5. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente estudio, nos permite sustentar las siguientes conclusiones:

- Según al comportamiento agronómico de las plantas, se concluye que con las diferentes variedades de apio, en la altura de planta la variedad Gigante con 67,41 cm $2\text{kg}/\text{m}^2$ se detalló una buena altura, también se demuestra que en número de pencas la variedad Tall-Utah tiende a tener mayor número de pencas con 8,07u $2\text{kg}/\text{m}^2$, en largo 39,93cm y ancho 29,07cm con $2\text{kg}/\text{m}^2$ de la hoja de apio la variedad gigante contiene a tener más anchas y largas que la variedad Tall-Utah ya que sus hojas son más pequeñas, en el caso del peso la variedad Tall- Utah con $1\text{kg}/\text{m}^2$ tuvo un promedio de 256,07kg siendo más alto.
- En el caso del rendimiento con diferentes variedades de apio, los promedios de rendimiento de apio con diferentes variedades y niveles de compost, nos muestra que la variedad de Tall-Utah obtuvo los mayores promedios de apio en todos los niveles de compost, siendo más alto valor registrado con un nivel de compost $1\text{kg}/\text{m}^2$ 20,70kg.
- Realizando el análisis beneficio costo nos muestra el T2 alcanzó con un nivel de $1\text{kg}/\text{m}^2$ de la variedad Tall-Utah se obtuvo un mayor beneficio y por cada boliviano se recupera 1,72 ctvs.
- Con respecto a la hipótesis se rechazó la hipótesis nula, donde se observó las diferencias significativas entre los niveles de compost y las variedades de apio.

6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda la producción de la variedad Tall-Utah por las características morfológicas, mejor desarrollo fisiológico y adaptabilidad en el medio, además ofrece mejor rendimiento.
- Realizar estudios con otras variedades de apio en diferentes épocas del año y su adaptación a diferentes climas, con diferentes estiércoles ya sean mayores o iguales a la investigación estudiado.
- Se recomienda aplicar el compost en una cantidad moderada, ya que aplicar demasiado puede aumentar el contenido de nitrógeno en el suelo y eso puede causar que el apio tiende a crecer demasiado rápido y producir tallos delgados, también es importante recalcar que la cantidad exacta de compost que se debe aplicar es depende de la calidad del compost y la fertilidad del suelo.
- Se recomienda que se haga más investigaciones con la materia orgánica como el compost en diferentes cultivos tantos hortalizas y tubérculos.
- Se recomienda aplicar abundante riego en las primeras semanas del trasplante porque el suelo debe mantenerse húmedo, pero no empapado en cada cosecha para contrarrestar las temperaturas extremas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agro, I. 2023. La importance de las Carencias nutricionales en cultivo de Apio. Disponible en <https://mexico.infoagro.com/la-importancia-de-las-carencias-nutricionales/>
- Alcivar, F. 2023. Contenido Nutricional del Compost a Partir de Residuos Agropecuarios en la Espam Mfl. Tesis Ing. Calceta. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López
- Disponible en chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2086/1/TIC_IA40D.pdfj
- Arteaga, F. 2007. Gobierno Municipal de Laja. Tesis Ing. Universidad Mayor de San Andres Facultad De Arquitectura Artes Diseño y Urbanismo Disponible en <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/17544/PG-2505.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Bonduelle. 2020. Apio. Disponible en <https://www.bonduelle.es/desde-1853/campo-hasta-plato/el-apio-un-companero-de-la-dieta/814/159>
- Casseres, E. 2001. Produccion de hortalizas. Costa Rita Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura(IICA). 20-25 p. Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/17050>
- Chilon, E. 2003. Recuperación de suelos degradados con la aplicación de compost. Bolivia. Disponible en http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-14042013000100004&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt
- Cusi, L. 2020. Efecto de Tres Niveles de Biol en el Comportamiento Productivo de dos Variedades de Apio (*Apium Graveolens* L.), Bajo Ambiente Protegido, En el Centro Experimental de Cota Cota. Tesis Ing. Bolivia. Universidad Mayor de San Andres Facultad de Agronomia. 4 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/24906/T-2774.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Earth. 2023. Kallutaca. Disponible en https://earth.google.com/web/search/CEJA+RIO+SECO/@-16.52506241,-68.30821064,3902.40061743a,327.16961536d,35y,0.67490457h,3.59904566t,0r/data=CigiJgokCTP8saRffDDAEZbD_0owhzDAGdHjB0OjDIHAIIdSQ9lxXE1HA
- Fao. 2011. Producción Artesanal de Semillas de Hortalizas para la Huerta Familiar. 100 p. Disponible en <https://www.fao.org/3/i2029s/i2029s.pdf>
- Giraldo, R. 2001. El cultivo de apio. Bogota, Disponible en chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2066/26873_14279.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Gonzales, C. 2018. El cultivo del apio. 12 p. Disponible en https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2066/26873_14279.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Huanca, G. (2019). Efecto de tres Dosis de Compost en el Cultivo de Brocoli (*Brassica Oleracea*) en ambiente atemperado en El Municipio de El Alto. . La Paz. Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera Ingeniería Agronómica. Ing: 1. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/23170/T-2689.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Machaca, F. 2007. Efecto de niveles de estiércol de ovino en el rendimiento de variedades de apio (*apium graveolens L.*), bajo ambiente protegido en el municipio de el alto. Tesis Ing. Universidad Mayor de San Andres Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. 106 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5116/T-1157.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mamani, F. 2018. Producción de nabo (*Brassica Naphus*) con tres tipos de abonos orgánicos en el Municipio de Patacamaya. . Tesis Ing Universidad mayor de san andres facultad de agronomia. 72 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18390/TS-2550.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maroto, J. 2008. Elementos de Horticultura general -J. Maroto. Disponible en <https://es.scribd.com/document/374075558/Elementos-de-Horticultura-General-J-Maroto>
- Medardo, F. 2013. Comportamiento agronómico de cuatro hortalizas de hoja con tres abonos orgánicos en la quinta huertos familiares - santo domingo de los tsáchilas. Universidad técnica estatal de Quevedo. UTEQ. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/50562669-f30d-4df6-ae16-cc1e3e3e524c>
- Mendoza, R. 2019. Evaluación del Efecto de Tres Dosis de Lixiviado de Humus de Lombriz en el Comportamiento Productivo de Apio (*Apium Graveolens L.*), Bajo Ambiente Protegido en la Zona de Callapa - La Paz. Tesis Ing. Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. 129 p. Disponible en chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20693/T-2661.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mercuri, P. y Carrillo, J. 2022. Manual de Horticultura. Ministerio de Agroindustria, Buenos Aires Provincia. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_de_horticultura_-_1deg_ano.pdf
- Mita, X. 2016. Efecto del abono orgánico líquido aeróbico en la producción del cultivo de quirquiña (*Porophyllum ruderale*), en invernadero en la estación experimental de Patacamaya. Tesis Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. 87 p. Disponible en

chrome,extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10373/T-2336.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Morales, C. 2022. biofortificación del cultivo de apio (*apium graveolens*) mediante la utilización de yodo agrícola. Tesis Ing. Universidad técnica de ambato facultad de ciencias agropecuarias. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36984/1/Tesis-338%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Morales%20Garc%C3%A9s%20Christian%20Eliseo.pdf>

Palomino, S. 2021. Comportamiento agronómico de dos variedades de apio (*Apium Graveolens* L.) en sistema hidropónico de raíces flotantes bajo

Pino, M. (2022). Cultivo y produccion de Apio. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales: 22.

diferentes dosis de solución nutritiva. Tesis Ing. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. 111 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/28571/T-3006.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Quiape, C.; Quispe, E. y Mamani, E. 2020. “Evaluación Agronómica De Una Variedades De Pimentón (*Capsicum Annuum* L.) En Tres Densidades De Siembra En Ambientes Atemperados En La Localidad De Kallutaca”. El Alto. Universida Pública De El Alto Vicerrectorado Dirección De Investigación Ciencia Y Tecnoogía Instituto De Investigaciones Ingeniería Agonomica 26 p. Disponible en chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://dicyt.upea.bo/assets/eventos_cien/evento_1634310242.pdf

Ramos, G. 2019. Obtención de compost mediante la biotransformación de residuos de mercados agropecuarios. Instituto nacional de ciencias agricolas. Disponible en <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1506/html>

Roman, P. 2013. Compostaje: qué e, Beneficios y cómo Hacerlo. Disponible en chrome,extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/86a00877-877d-4fa7-8608-32071e1464d8/content

Rubatzki, V. y Yamaguchi, M. 2003. Vegetales, principales producciones. Disponible en <https://es.slideshare.net/krisshuizaari/cultivo-de-apio>

Salazar, E. 2003. Agricultura Organica. Disponible en chrome,extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://www.smcsmx.org/files/books/agricultura_org.pdf.

Sanchez, F. 2013. Comportamiento agronómico de cuatro hortalizas de hoja con tres abonos orgánicos en la quinta familiares - santo domingo de los tsáchilas. Tesis Ing. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/47a61325-92ea-4f71-b5bf-061b9ca286f0/content>

- Santos, G. 2002. Análisis de la relación Beneficio/ Costo de la implementación de obras de conservación de suelo: Ocho estudios de caso en la comunidad de La Cienega. HONDURAS. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2286/1/IAD-2002-T043.pdf>
- Santos, G. 2019. Efecto de tres inductores de crecimiento en el rendimiento de dos variedades de Apio (*apium graveolens*) en condiciones de Yanahuanca. Tesis Ing. Universidad nacional daniel alcides carrión facultad de ciencias agropecuarias. 89 p. Disponible en http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2057/1/T026_71245419_T.pdf
- Semval. 2022. Tall Utah. Disponible en <https://agrosemval.com/producto/apio-tall-utah/>
- Surec, S. (2017). Evaluación de tres densidades de Siembra en La Producción de Apio, (*Apium graveolens* L.), en la Aldea Chirijuyú, Tecpán, Chimaltenango, Guatemala, C.A. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Agronomía Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales. **Lic.:** 72.
- Suxo, D. 2019. Efecto de Tres Dosis de Abono Orgánico Líquido Aeróbico (Aola) Sobre dos Variedades de Apio (*Apium Graviolens* L.) EneEl Invernadero del Centro Experimental de Cota Cota Tesis Ing. Bolivia. Universidad Mayor de San Andres Facultad de Agronomia Carrera de Ingeniería Agronómica. 57 p. Disponible en <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/23198/T-2693.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vigliola, M. 2004. Manual de Horticultura. Buenos Aires, (Hemisferio Sur). Disponible en <https://es.scribd.com/document/356436671/Manual-de-Horticultura-Vigliola>

8. ANEXOS

Anexo 1. Costos variables de producción de apio en el invernadero de la unidad experimental

CONCEPTO	MES	UNIDAD	CANTIDAD	COST/UNIT Bs.	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1 INSUMOS					47,29	81,04	114,79	47,29	81,04	114,79
1. Semillas		Onza	0,01	25,00	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
2. Bolsas de celofan para embolsado		Paquete	0,66	25,00	17	17	17	17	17	17
3. abono (compost)		kg	10,1	5,00	0	33,75	67,5	0	33,75	67,5
4.suelo, turba		sacos	1	20,00	20	20	20	20	20	20
5. Transporte de insumos		global	1	60,00	10	10	10	10	10	10
2 PREPARACIÓN DE ALMACIGUERAS					5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
1. Adecuación de almaciguera		Hr.	0,16	10,00	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
2. Nivelado		Hr.	0,08	10,00	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
3. Abonado		Hr.	0,08	10,00	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
4. Siembra		Hr.	0,16	10,00	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
5. Riego (cada 2 días/5 minutos)		Hr.	0,08	10,00	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
3 PREPARACIÓN DE SUELOS					6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
1. Limpieza de la parcela		Hr.	0,16	10,00	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
2. Chunteo del suelo manual		Hr.	0,25	10,00	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
3. Desterronado (manual)		Hr.	0,08	10,00	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
4. Abonado (turba)		Hr.	0,05	10,00	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
5. Nivelado (manual)		Hr.	0,08	10,00	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
4 RIEGO APERTURA DE CABEZALES					2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
1. Tendido de cintas de goteo		Hr.	0,08	10,00	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
2. Mantenimiento de cintas de goteo		Hr.	0,05	10,00	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3. Aplicación riego por goteo		Hr.	0,08	10,00	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
5 SIEMBRA					8,3	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33
1. Siembra (Trasplante)		Hr.	0,83	10,00	8,3	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33
6 LABORES CULTURALES					7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
1. Riego (cada 2 días/20 minutos)		Hr.	0,08	10,00	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
5. Deshierbe		Hr.	0,33	10,00	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
7.Aplicación de abono por tratamiento		Hr.	0,33	10,00	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
7 COSECHA					60	60	60	60	60	60
1. Deshoje (1,2,3)		Hr.	2	10,00	20	20	20	20	20	20
2. Recolección		Hr.	2	10,00	20	20	20	20	20	20
2. Toma de datos al momento de la cosecha		Hr.	2	10,00	20	20	20	20	20	20
8 POST COSECHA					25	25	25	25	25	25
2. lavado,Limpieza y embolsado		Hr.	1,5	10,00	15	15	15	15	15	15
4. Acomodo en canastas (Cajas)		Hr.	0,5	10,00	5	5	5	5	5	5
5. Entrega y envió		Hr.	0,5	10,00	5	5	5	5	5	5
9 COMERCIALIZACION MERCADO DE ABASTO					26,6	26,6	26,6	26,6	26,6	26,6
1. Transporte (Invernadero - mercado)		un	1	60,00	10	10	10	10	10	10
2. Acomodo punto de venta		Hr.	0,5	10,00	5	5	5	5	5	5
3.Recojo y carga de cajas		Hr.	0,5	10,00	5	5	5	5	5	5
4. Entrega a detallistas y consumidores		Hr.	0,5	10,00	5	5	5	5	5	5
5. Cobranzas		Hr.	0,16	10,00	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
TOTAL COSTO DIRECTO					188,49	222,27	256,02	188,52	222,27	256,02
1. Agua de riego (sistema de mantenimiento)		m3	10	2,50	4,16	4,16	4,16	4,16	4,16	4,16
11. Alquiler terreno (45 m2)		global	1	50,00	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					12,49	12,49	12,49	12,49	12,49	12,49
TOTAL C.D.+C.I.					200,98	234,76	268,51	201,01	234,76	268,51
TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN					200,98	234,76	268,51	201,01	234,76	268,51

Anexo 2. Costos de producción de apio por tratamiento

INGRESOS POR LA VENTA DE HORTALIZA DE APIO	T1	T2	T3	T4	T5	T6
CONCEPTO Costo (Bs)	Costo (Bs)					
Superficie de tratamiento por tratamiento	6,75m ²	6,75m ²	6,75m ²	6,75m ²	6,75m ²	6,75m ²
Rendimiento de apio por tratamiento	40,9η	62,1η	59,7η	42,9η	55,7η	60,5η
Número de apio por tratamiento	270,0g/u	270,0g/u	270,0g/u	270,0g/u	270,0g/u	270,0g/u
Peso por apio Kg	0,75kg	0,78kg	0,79kg	0,8kg	0,81kg	0,85kg
Precio por kg	6,50bs	6,50bs	6,50bs	6,50bs	6,50bs	6,50bs
INGRESO BRUTO/ciclo (IB)	265,85	403,65	388,05	278,85	362,05	393,25
COSTO DE PRODUCCIÓN (CT)	201	235	269	201	235	269
INGRESO NETO/CICLO DE 2 MESES	64,87	168,89	119,54	77,84	127,29	124,74
RELACION B/C = IB/CT	1,32	1,72	1,45	1,39	1,54	1,46

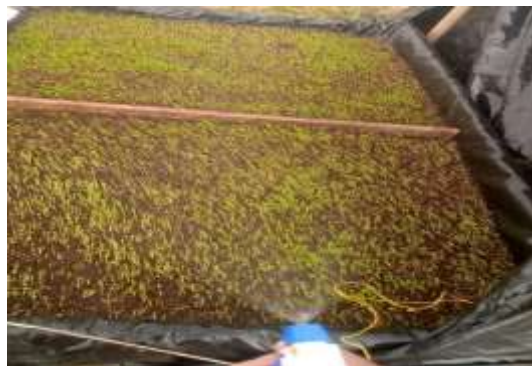
Anexo 3. Preparación de cama de almacigado.



Anexo 4. Preparación del sustrato en el almacigado.



Anexo 5. Riego del almacigo con atomizador para no lastimar los cotiledones



Anexo 6. Preparación del suelo y abono para el respectivo análisis del suelo y abono





Anexo 7. Preparación del terreno experimental



Anexo 8. Instalación de riego por goteo



Anexo 9. Marcado de los tratamientos e incorporación del abono por niveles en cada tratamiento.



Anexo 10. Trasplante de la planta al suelo definitivo



Anexo 11. Cosecha del apio





Anexo 12. Pesado de la planta



Anexo 13. Lavado y embolsado





Anexo 14. Planilla de datos.

BLO	TRA	VARIEDAD	ABONO	AP	NPP	AH	LH	PP
I	T1	Tall Utah	0					
II	T1	Tall Utah	0					
III	T1	Tall Utah	0					
I	T3	Tall Utah	2					
II	T3	Tall Utah	2					
III	T3	Tall Utah	2					
I	T2	Tall Utah	1					
II	T2	Tall Utah	1					
III	T2	Tall Utah	1					
I	T4	Gigante	0					
II	T4	Gigante	0					
III	T4	Gigante	0					
I	T6	Gigante	2					
II	T6	Gigante	2					
III	T6	Gigante	2					
I	T5	Gigante	1					
II	T5	Gigante	1					
III	T5	Gigante	1					

Anexo 15. Cálculos de nutrientes

CALCULO DE NUTRIENTES

Datos iniciales

Parámetros:

Profundidad del muestreo	0.3	m	
Área	10000	m ²	
Materia orgánica	7.7	%	
Densidad aparente	1.053	g/cm ³	
pH	8.22		
Conductividad eléctrica	4.35	mmhos/cm	
Textura	Franco Arcilloso		
N total	0.48	%	
P disponible	6.28	ppm	
K intercambiable	0.161	mg/100g S	
Porosidad	55	%	

Cálculo de nutrientes del suelo

Peso del suelo
 Peso del suelo 2159000 kg

Cálculo del Nitrógeno disponible en el suelo
 kg de MO en el suelo 243243 kg
 N total en la MO (NT) 12162.15 kg
 N disponible (ND) 121.62 kg

El nitrógeno total es el 8% de la MO
 Mineralización: 0.01 - 0.05
 Miembro = Trópico

El nitrógeno total es el 8% de la MO
 Mineralización: 0.01 - 0.05
 Miembro = Trópico

Cálculo del P₂O₅ disponible en el suelo
 P₂O₅ asimilable 45.43 kg

Cálculo del K₂O disponible en el suelo
 K₂O asimilable 129.26 kg

Requerimientos del cultivo

Requerimientos del cultivo

Cultivo	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)
Requerimientos del cultivo	130-200	50-80	150-200
Requerimiento mínimo	130	50	150
Resultados del Suelo	121.62	45.43	129.26
Deficiencia	-8.38	-4.57	-20.74

Colocar los requerimientos del cultivo

Análisis de abono

Datos del análisis del abono

Abono	Compost	Fertilizante	Fertilizante	Fertilizante
Materia orgánica (%)	43.00	Fósforo total (mg/kg)	6479.00	Potasio total (mg/kg)
Nitrógeno total (%)	1.90			21244.00
Cantidad de N (kg/kg)	0.00817	Cantidad de P (kg/kg)	0.006479	Cantidad de K (kg/kg)

Tratamientos aplicados

Dosis del abono aplicados

Dosis 1 (kg/ha)	0
Dosis 2 (kg/ha)	1000
Dosis 3 (kg/ha)	2000

Cantidad de nutrientes aplicados por dosis

Dosis 1 - Cantidad de nutrientes

kg/ha de N aplicado	0	kg/ha de P aplicado	0	kg/ha de K aplicado	0
kg/ha de N Total	121.62	kg/ha de P Total	45.43	kg/ha de K Total	129.26

Dosis 2 - Cantidad de nutrientes

kg/ha de N aplicado	8.17	kg/ha de P aplicado	6.479	kg/ha de K aplicado	21.244
kg/ha de N Total	129.79	kg/ha de P Total	51.91	kg/ha de K Total	150.50

Dosis 3 - Cantidad de nutrientes

kg/ha de N aplicado	16.34	kg/ha de P aplicado	12.958	kg/ha de K aplicado	42.488
kg/ha de N Total	137.96	kg/ha de P Total	58.39	kg/ha de K Total	171.75

Anexo 16. Cálculo del Riego

Comportamiento del cultivo:

- Densidad de plantación: 12 plantas por metro cuadrado
- Peco medio de la planta: 250 gr
- Riego: 39 Vm³
- Rendimiento:
- Temperaturas: 15-2°C
- horas sol: 10 horas
- Ciclo de Vida: 3 meses
- Extracción del cultivo en kg: 130-50 - 200
- Profundidad de la capa arable: 30 cm

Datos:

- Lámina de agua=0,4 (mm/m-/días)
- Ciclo del cultivo m 90 días
- Area-43,20 m³
- total, de plantas en el campo de estudio-540

$$98 \text{ días} \times 0,4 \frac{\text{m}}{\frac{\text{m}^2}{\text{día}}} = 39 \frac{\text{mm}}{\text{m}^2} = 39 \text{ t/m}^2$$

$$43,20 \text{ m}^2 \times 39 \frac{\text{l}}{\text{m}^2} = 1685 \text{ l}$$

Se utilizó 1685 litros de agua para el riego del cultivo de apio en todo el ciclo del cultivo, desde el trasplante hasta la cosecha.

$$\frac{1685 \text{ l}}{540 \text{ plantas}} = 3 \frac{\text{l}}{\text{planta}}$$

Anexo 17. Análisis de suelo, agua y abono



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



RES: FAC.AGRO.LAB. N°162

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO:
ANALISTA DE LAB.:
SOLICITUD:
FECHA DE ENTREGA:
RESPONSABLE DE MUESTREO:
PROCEDENCIA:

MOISES BRAYNER PALMA
 Ing. Elizabeth Yujra Ticona
 LAF 162-23
 26/09/2023
MOISES BRAYNER PALMA
 Departamento La Paz
 Municipio LAJA-KALLUTACA
 Provincia Los Andes
 Coordenadas X: -16,5167; Y-683167

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	21
	Limo	%	45
	Arcilla	%	34
	Clase Textural	Franco arcilloso	
Densidad Aparente	g/cm ³	1.683	Probeta
Porosidad	%	65	(Probeta, Perímetro)
pH en H ₂ O relación 1:25		8.22	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:25	microhm/cm	4.35	Potenciometría
Potasio intercambiable	mg/100g S.	2.774	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	0.48	Kjeldahl
Materia orgánica	%	7.70	Walkley y Black
Fósforo disponible	ppm	88.40	Espectrofotometría UV-Visible

* El informe de laboratorio es válido si se presentan las firmas y sellos correspondientes

* En caso de que el laboratorio no efectúe el muestreo, no es responsable por la representatividad, ni la preservación de la muestra

* Esta produce la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización escrita del laboratorio

Ing. Elizabeth Yujra Ticona
 ANALISTA FÍSICO QUÍMICO
 DE SUELOS Y AGUAS
 LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA



Ing. Rafael Rojas C.M.D.
 RESPONSABLE
 LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.° 1850.
 Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 - E-mail: lafasa.suelos@gmail.com
 Páginas web: www.unsa.edu.bo y la Paz - Bolivia



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



RES: FAC.AGRO.LAB. 0145

ANÁLISIS QUÍMICO MUESTRA DE AGUA

INTERESADO:
RESPONSABLE DE ANÁLISIS:
SOLICITUD:
FECHA DE ENTREGA:
RESPONSABLE DE MUESTREO:
PROCEDENCIA:

MOISER BRAYNER PALMA
 Ing. Elizabeth Yujra Ticna
 LAF M03-06
 02/10/2023
 MOISER BRAYNER PALMA
 Departamento La Paz
 Municipio Loja
 Provincia Los Andes
 Comunidad Kallitaca

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
pH en H ₂ O relación 1:5	-	7.38	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	microhm/cm	0.02	Potenciometría

- * El informe de laboratorio es válido si se precisan las firmas y se indica su procedencia.
- * En caso de que el laboratorio no efectúe el muestreo, no es responsable por la representatividad, ni la preservación de la muestra.
- * Está prohibido la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización escrita del laboratorio.

Ing. Elizabeth Yujra Ticna
 ANALISTA QUÍMICO
 DE SUELOS AGUAS Y VEGETALES
 LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA



Ing. Roberto Miranda C. Ph.D.
 RESPONSABLE
 LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • **E-mail:** lafasa.suelos@gmail.com
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia



Informe de Ensayo: MO 17/23

Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO EN COMPOST MO 17/23

Solicitante:	Eva Priscila Quispe - Estefani Jhanneth Quispe
Entidad:	UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
Dirección del cliente:	Z/Tupac Katari, C/15 630
Procedencia de la muestra:	Kallutaca
	Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Kallutaca/Módulo Bioabonos
Responsable del muestreo:	Eva Priscila Quispe - Estefani Jhanneth Quispe
Fecha de muestreo:	4 de septiembre de 2023
Hora de muestreo:	11:00
Fecha de recepción de la muestra:	20 de septiembre, 2023
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 20 de septiembre al 4 de octubre, 2023
Caracterización de la muestra:	Compost
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	17- 1
Código original :	Compost EP

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	Compost EP 17- 1
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	7,6
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	7900
Fósforo total	Método calcinación/ASPT 91	mg/kg	0,40	6479
Materia orgánica	Calcinación	%	5,0	41
Nitrógeno total	ASPT-88	%	0,0030	1,9
Potasio total	Microwave Reaction System/EPA 250.1	mg/kg	8,0	21244

Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, 10 de octubre de 2023



Ing. Jaime Chincheros Paniagua
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



