

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cultivo de apio se viene incrementando debido a las innovaciones en el manejo del cultivo, el uso de variedades mejoradas y la incorporación de híbridos, el uso de fertilizantes y abonos orgánicos, el riego por goteo, y la difusión del cultivo en ambientes protegidos; esto ha permitido lograr una oferta estable para atender la demanda de la población actual que ido incrementando debido a la demanda por sus propiedades vitamínicas, medicinales y culinarias.

El apio pertenece a la familia de las Umbelíferas, también denominadas Apiáceas, que abarca alrededor de 250 géneros y más de 2.500 especies. La mayoría son plantas propias de las estaciones frías y se reconocen por su abundante contenido en sustancias aromáticas (EROSKI CONSUMER, s.f).

Es una de las verduras que más propiedades medicinales posee, se puede ingerir crudo, cocido o en jugo; además de su crujiente textura y sabor, es una verdura “equilibrante” que ayuda al cuerpo a deshacerse de impurezas a través de su función diurética (por su contenido en un aceite volátil: el apiol). Se caracteriza por ser sedante, aperitivo, digestivo, es alto en fibra, depurativo, regenerador sanguíneo y ligeramente laxante (HYDROENVIRONMENT H.MX, 2017).

Se trata de unas de las hortalizas más consumidas en el mundo, siendo sus principales productores los países templados de Europa y América del norte, entre los que se encuentra España que exporta su cosecha a reino unido, Francia, Suecia, Alemania o Italia (FRUTAS Y HORTALIZAS, 2022).

En Bolivia, el cultivo de apio se cultiva principalmente en los valles de clima templado frío, aunque se adapta en diferentes altitudes y latitudes. La producción en los departamentos La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija en una superficie nacional el cultivo de apio tuvo una producción de 1.276,6 tn en una superficie de 204,2 has (INE, 2013).

En el departamento actualmente del valle central de Tarija tiene un importante potencial agrícola, especialmente en la producción del cultivo de apio, ya que en nuestro medio

no es muy conocido por los agricultores. Pero la producción va aumentando y tiene un mercado amplio ya muchas familias lo tienen como parte de la canasta familiar debido a por su alto contenido de nutrientes, vitaminas y medicinal.

Para el cultivo en invernaderos es importante hacer una rotación, conservar la sanidad dentro del invernadero, la mantención de la mano de obra durante el periodo en que el invernadero se encuentra sin cultivo y el uso eficiente de la infraestructura a lo largo de todo el año. Frente esta situación, el cultivo del apio se presenta como una buena opción para completar el programa anual de explotación del invernadero y así poder lograr una alta productividad y atractivas rentabilidades para los productores (FERRATTO, 2005).

Existen dos grandes grupos de variedades de apio: variedades verdes, que necesitan se le haga la práctica de blanqueo, si se quieren obtener pencas blancas y variedades amarillas que no necesitan de esa práctica. Ambas, presentan las características de resistencia a la “subida” a flor, grueso de las pencas, altura de las pencas, peso medio de la planta, número medio de pencas por planta. En general el consumo se cifra en un 70% de apio verde u un 30% de apio blanco (CASACA, 2005).

Hay pocas variedades comerciales y no se pueden sembrar durante todo el año, ya si el cultivo “toma frio” se va en flor tempranamente y no da una buena planta comestible (se torna fibrosa). Frente a esta situación en el mercado se encuentran variedades híbridas de larga duración y estabilidad en campo, producción para campo abierto y invernaderos.

El cultivo de apio en las épocas de primavera a verano, requiere de cuidados específicos contra el calor y la aparición de periodos nublados, frente a esa situación introduciremos un sistema con cobertura de malla media sombra en cual se pretende obtener un buen desarrollo del cultivo. Ya que es un manejo practico y eficiente, y así no se presentará el cultivo manchas foliares por exceso de la radiación solar la cual repercutirá a tener un mejor desarrollo del cultivo.

La producción de apio al aire libre en los climas templados de los valles se cultiva en diferentes estaciones del año de manera escalonada, siendo propenso a las condiciones climáticas (frio, calor, granizo y tormentas) y ataque de plagas y enfermedades. Las variedades verdes son más aptas para el cultivo de aire libre.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es importante y factible la implementación de los diferentes ambientes en el cultivo de apio. Ya que, en la producción de hortalizas de hojas, el apio presenta quemación por la radiación solar en épocas de primavera y verano por las altas temperaturas. Y también la afectación por el granizo, y de las precipitaciones de lluvia que son constantes en épocas diciembre-marzo; haciendo a las plantas más susceptibles a enfermedades fungosas y bacterianas. En este contexto se pretende buscar un ambiente protegido para evitar la afectación por los rayos solares, las precipitaciones, el granizo y plagas y enfermedades. Y también sería aconsejable un sistema de riego tecnificado para abastecer la demanda adecuada de agua al cultivo de apio al aire libre y protegido.

El rendimiento de la producción del apio es muy bajo en el valle central de Tarija, por diferentes factores como en la preparación del terreno, las semillas, plagas y enfermedades, fertilización y también por condiciones climáticas. En este caso implementando nuevas variedades híbridas se podrá hacer frente a las condiciones climáticas, enfermedades, y que sean tolerantes a la floración prematura y cultivando en ambientes protegidos. Y así incrementar el rendimiento en la producción y tener productos de calidad e ideales para el mercado.

La producción del cultivo del apio en la comunidad de san Andrés es poco conocida, la cual se pretende hacer conocer a los productores las ventajas de la producción en diferentes ambientes y de las diferentes variedades mejoradas e híbridas. Y en este contexto con el fin de conocer donde tiene el mejor desarrollo y calidad de producción, y aparte sea accesible a los que quieren sembrar y así obtener buenos resultados en su producción.

JUSTIFICACIÓN

El trabajo se justifica porque contribuirá a mejorar los conocimientos existentes y permitirá generar técnicas para incrementar la producción y productividad en los agricultores. Ya que teniendo en cuenta la problemática actual que padecen los productores de la región a causa de los bajos rendimientos, falta de tecnologías en los cultivos de papa y maíz, y los precios bajos en los mercados. En este contexto se busca incentivar a la producción de diferentes hortalizas, en este caso el cultivo de apio que tiene una importante demanda en los mercados.

Por lo tanto, este trabajo de investigación se realiza con el fin establecer una tecnología de cultivo a un ambiente que es al aire libre, invernadero y malla media sombra, cuál de estas son las mejores condiciones y el mejor comportamiento productivo que tiene el cultivo de apio. Además, implementando nuevas variedades con alto rendimiento.

Por consiguiente, ser competidores en el mercado nacional con productos de buena calidad, repercutiendo así en el mejoramiento de las condiciones de vida de los agricultores, así como el desarrollo de la comunidad de San Andrés.

Donde es necesario buscar alternativas que ayuden a mejorar la producción de los cultivos en este contexto el presente estudio tiene por objetivo evaluar el comportamiento de cuatro variedades de apio bajo diferentes ambientes (aire libre, malla media sombra y invernadero). Por lo tanto, en esta investigación se propone establecer mejores condiciones de ambientes para el cultivo de apio, para que el producto tenga un buen rendimiento, calidad y apetecible en el mercado.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de cuatro variedades del cultivo de apio (*Apium graveolens* L.) bajo condiciones de invernadero, malla media sombra y a campo abierto en la comunidad de San Andrés.

Objetivos específicos

1. Determinar el mayor rendimiento(kg/m²), de las cuatro variedades del cultivo de apio (*Apium graveolens* L) en invernadero, malla sombra y a campo abierto.
2. Evaluar las variables agronómicas (ancho de la hoja, altura de la planta, numero de hojas, peso por planta) del cultivo de apio (*Apium graveolens* L) bajo condiciones de invernadero, malla media sombra y a campo abierto.
3. Realizar el análisis económico con la relación beneficio/costo del cultivo de apio, bajo condiciones de invernadero, malla media sombra y a campo abierto.

HIPÓTESIS

Existe variación de rendimientos entre las variedades del cultivo de apio (*Apium graveolens* L.) entre los diferentes ambientes (invernadero, malla media sombra y a campo abierto).

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DEL APIO

El apio de pencas se consume en fresco y hervido en muchos países de Europa Occidental y Estados Unidos, donde es apreciado en la dieta por su alto valor nutritivo, así como por sus propiedades, en cierta medida, afrodisíacas. Otros usos del apio son la extracción de aceites esenciales para la industria, el empleo de polvo de apio deshidratado en fábricas de pastas y sopas, y la conserva de pencas y corazones de apio (Maroto, 2002) citado por (Mendoza, 2019).

Esta hortaliza, muy conocida y utilizada por egipcios, griegos y romanos, era considerada en su origen como una simple planta aromática, sin aprovechamiento culinario ni medicinal, hasta que Hipócrates, médico griego del siglo V a.C., lo elogió como potente diurético. Fue en la Edad Media cuando creció el interés por sus propiedades saludables, se mejoró su productividad y se ensayó su cultivo. Desde entonces, su desarrollo ha sido constante. Hoy día, el apio es muy cultivado en las regiones templadas de todo el mundo, en particular en Europa y del norte de América (Eroski consumer, s.f).

1.2 ORIGEN

Aunque sus vestigios más remotos se localizan en el antiguo Egipto, su presencia espontánea se sitúa en el área de la cuenca mediterránea, sobre todo en países ribereños de Europa y África, en zonas húmedas y salinas. También existen referencias que indican su presencia en otras latitudes, como el Cáucaso y las estribaciones del Himalaya, pero de forma más limitada (López, 2017).

Su centro de origen primario es la cuenca del Mediterráneo, y los secundarios son la región del Cáucaso y la zona del Himalaya. Se la utilizó como planta medicinal desde la antigüedad por sus propiedades diuréticas, carminativas y depuradoras de la sangre (Del Pino, 2020).

1.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

En los últimos años, los mercados se han decantado por las variedades verde pálido en detrimento de las de color verde intenso, especialmente el mercado inglés. Las variedades de apio blanco son demandadas concretamente por el mercado francés. En general el consumo se cifra en un 70% de apio verde y un 30% de apio blanco. Se prevé una estabilización del consumo. Las exportaciones españolas van dirigidas fundamentalmente a: Reino Unido (70%), Francia (10-15%) y otros países (Alemania, Italia, Suecia, etc. 10-15%). El principal competidor de España en la comercialización del apio es Israel. Francia e Italia no son competidores directos, ya que sus producciones no coinciden con las españolas (INFOAGRO, 2007).

1.4 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 apiina y un aceite esencial compuesto principalmente por apiol y limoneno. La composición nutricional está compuesta por la vitamina A, vitamina B1, B2 Y C. y otros usos del apio son las extracciones de aceites esenciales para la industria, el empleo del polvo del apio deshidratado en fábricas de pastas y sopas, y la conserva de pencas (Vigliola, 1992) citado por (Machaca, 2007).

(Ecoagricultor, s.f.), menciona que el apio es una hortaliza muy saludable con grandes propiedades nutricionales y medicinales. Se utiliza para preparar caldos, platos nutritivos, tradicionales y sopas. También se prepara batidos o Jugos verdes. De esta verdura se aprovecha tanto el tallo como las hojas, que ya se usaban antiguamente como hierba aromática para aportar sabor y aroma a todo tipo de recetas de cocina. Y es una verdura importante a incluir de forma habitual, en especial si estás haciendo una dieta para adelgazar y quieres perder peso de forma saludable.

1.5 VALOR NUTRITIVO

El apio posee múltiples propiedades culinarias, nutritivas y nutraceuticas (que protegen la salud): contiene vitamina A, C, K, B2 y B5, potasio, sodio ("sal de apio"), y alto porcentaje de fibra. Tiene muy bajas calorías (ideal para dietas adelgazantes) y contiene varios antioxidantes que protegen principalmente el tracto digestivo. Además, se lo conoce como diurético, depurativo, dilatador arterial, recomponedor y afrodisíaco. En la cocina se lo valora por su sabor fuerte, aromático, y por ser fresco y crujiente (Del Pino, 2014).

1.6 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Según (Fundación española de la nutrición, 2018), el valor nutricional del apio por 100 gramos es el siguiente:

Cuadro 1. Valor nutricional de 100 gr

Calorías:	16 kcal
Proteínas:	1,3 g
Grasas totales:	0,2 g
Colesterol:	0 g
Hidratos de carbono:	1,3 g
Fibra:	1,8 g
Agua:	95,4 g
Calcio:	55 mg
Sodio:	126 mg
Potasio:	341 mg
Fósforo:	32 mg

1.7 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Cuadro 2. Clasificación taxonómica del apio

Reino:	Vegetal
Phylum:	Teleomorphytae
División:	Tracheophytae
Sub división:	Anthophyta
Clase:	Angiospermae
Sub clase:	Dicotyledoneae
Grado Evolutivo:	Archichlamydeae
Grupo de Ordenes:	Corolinos
Orden:	Umbeliflorales
Familia:	Apiaceae
Nombre científico:	<i>Apium graveolens</i> L.
Nombre común:	Apio

Fuente: (Herbario Universitario T.B., 2022)

1.8 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA O MORFOLÓGICA DEL APIO

1.8.1 Planta.

Es una planta herbácea bianual pertenece a la Familia de las Apiáceae y consta de un tallo hueco, acanalado, cilíndrico y ramificado del que brotan las hojas grandes cuyos peciolos son las pencas comestibles (Frutas y hortalizas, 2022).

1.8.2 Raíz

Ferratto (2005), señala que las plantas obtenidas de siembra directa poseen una raíz pivotante, profunda, y un sistema radicular secundario y adventicio, muy abundante y superficial. Las originarias de trasplante a raíz desnuda son de raíces más superficiales. Y en condiciones adecuadas puede alcanzar unos 50-60 cm de profundidad.

Según INTAGRI (2021), posee un sistema de raíz vertical, pivotante y fibroso, con numerosas raíces laterales que sirven para la absorción de nutrientes.

1.8.3 Tallo

Ferratto (2005), describe que el tallo mientras vegeta es breve, sub cónico, disponiéndose las hojas en roseta; cuando florece el tallo se alarga, alcanzando una altura de 60 a 90 cm, en este estado la planta pierde totalmente su valor comercial.

En los crecimientos iniciales de la planta, el tallo se muestra como un disco basal desde donde se generan las hojas, muy lustrosas, alternas, a modo de roseta (López, 2017).

1.8.4 Hojas

Ferratto (2005), describe que las hojas son pinnatisectas, alternas, numerosas, con peciolo largo (glabro y cóncavo en la cara adaxial), ensanchados en su parte basal. Las hojas centrales agrupadas en torno al meristema caulinar de crecimiento, muy unidas unas a otras, reciben el nombre de “corazón de apio” y constituyen la parte más preciada de la planta. En condiciones normales de cultivo la planta tiene de 40 a 70 cm de altura. El follaje puede ser de verde claro u oscuro, dependiendo de los cultivares.

Maroto (2002), describe los limbos foliares son pinnados-divididos, concretamente bipinnados y tripinnados.

1.8.5 Inflorescencia

Durante el segundo año de cultivo el tallo se alarga fuertemente, pudiendo alcanzar 80-100 cm, rematándose en una inflorescencia en umbelas compuestas pediceladas, con 6-12 radios desiguales, cada uno de ellos portador de unas 12 flores (Maroto, 2002).

1.8.6 Flores

Las flores son pequeñas y de color blanco, tiene cinco pétalos, cinco estambres y dos pistilos, cáliz con cinco sépalos y un ovario ínfero de dos carpelos. Las flores actinomorfas y hermafroditas. La polinización es cruzada, es una planta alógama, sin embargo, presenta un 5% de autogamia (Autofecundación) (Casseres, 1980).

1.8.7 Frutos

El fruto es un esquizocarpo; a la madurez se divide en dos aquenios uniseminados de 1mm de longitud (Vigliola, 1992).

Los frutos, que son considerados como semillas, son diaquenios de tamaño muy pequeño, color marrón, forma aplastada ventralmente y curvada dorsalmente, recorridos por sendos surcos en toda su longitud, sobre los que se insertan canales resiníferos portadores de aceites esenciales, que les confieren un olor característico, no solo a los frutos sino a toda la planta (Maroto, 2002) .

1.8.8 Semillas

Las semillas del apio son muy pequeñas, pueden llegar a medir 1mm a 1.5 mm de longitud (Casseres, 1980).

Un gramo de semilla posee unas 2.500 semillas, el poder germinativo medio, en buenas condiciones de germinación, es de hasta 5 años (Ferratto, 2005).

Dentro de la especie de importancia hortícola de *Apium graveolens* L. se diferencian tres variedades botánicas (Universidad agrícola, s.f.) menciona lo siguiente:

- *Apium graveolens* L. var dulce Pers. Apio de penca o acostillado. - Este tipo de apio se utiliza para en fresco en ensaladas y también para formar parte de hervidos o dar sabor a los caldos.
- *Apium graveolens* L. var rapaceum D.C. Apio-nabo o apio-rábano. - Variedad que se aprovecha por su hinchamiento globoso y carnoso de las raíces.
- *Apium graveolens* L. var secalinum Aref. Apio de pecíolos huecos. - Solo utilizado para guisos.

1.9 FISIOLÓGÍA DEL CULTIVO

Maroto (2002), indica como a todas las especies bianuales, durante el primer año de cultivo el apio se desarrolla ampliamente su sistema foliar, mientras que en el segundo año el cultivo su tallo se alarga ampliamente, dando lugar a la floración.

1.9.1 Germinación y emergencia

Debido a las dificultades en la germinación de la semilla de apio prácticamente no se realiza en siembra directa y en muchos casos requiere el uso de sistemas intensivos de semi forzado y forzado para su germinación (Sendra, 2011).

El mismo autor menciona que la temperatura óptima para la germinación de la semilla es de 21° C., siendo 5° C la temperatura mínima a la que empieza el proceso y 30° C la máxima para que éste continúe. Para una buena nascencia se requieren temperaturas altas y diferencias de las mismas entre el día y la noche de unos 8 ó 10° C.

1.9.2 Crecimiento vegetativo

El crecimiento vegetativo consiste en la aparición de las hojas desde el tallo en forma de 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 (Del Pino, 2020).

1.9.3 Floración

Al tratarse de un cultivo bianual, el apio durante el primer año vegeta, y el segundo florece, si se han cumplido las condiciones necesarias para la floración. El apio requiere para florecer ciertas condiciones para la "inducción a floración", que se producen con la planta aún joven, con pocas hojas expandidas. Si los requerimientos de la inducción floral fueron satisfechos, bajo otras condiciones ambientales diferentes a los de la inducción, la planta elonga el escapo floral y se produce la expresión de la floración con la aparición de las umbelas florales y la apertura de las flores propiamente dichas (Del Pino, 2020)

1.9.4 Bolting o floración prematura

Existen amplias evidencias de que el alargamiento del escapo floral y la floración son dependientes de la interacción entre el genotipo y factores ambientales como temperatura, fotoperiodo y calidad de luz (Favaro, 1992).

Para que se produzca la inducción de la floración la planta debe cumplir con el proceso de vernalización, es decir estar expuesta durante un cierto tiempo a bajas temperaturas en un rango de entre 14 y 16°C. En la práctica se emplea una temperatura de 15 °C para el cálculo de los días necesarios para que un determinado cultivar cubra sus requerimientos de frío (Sendra, 2011).

El mismo autor sostiene para que se produzca la vernalización la planta debe superar el período juvenil, debe tener más de 5 hojas desarrolladas. Es decir que por debajo de 15°C la planta va acumulando unidades de frío, se está preparando para florecer, cuando llega la primavera ya se encuentra inducida y florece con el aumento del fotoperíodo.

1.10 CICLO DEL CULTIVO DE APIO

Existen tres épocas de siembra en función a sus ciclos productivos: Son otoño-invernal, primavera, verano-otoño. Desde el almacigo se puede cosechar a los 150 días, de forma escalonada durante 3 a 4 meses, solo sacando sus pencas. Y si la cosecha es de planta se cosecha a los 140 a 150 días, desde el almacigo.

El apio es una planta herbácea, de ciclo de vida bianual y de producción anual. Muy pocas veces completa su ciclo de vida, por que se cosecha antes de la floración y se propaga de forma sexual. Desde la siembra del almacigo hasta la cosecha tiene una duración aproximadamente de 5 meses. Siendo el almacigo el de mayor duración (aproximadamente 2 meses) (López, 2017).

1.11 TIPOS Y CULTIVARES

Se distinguen 2 tipos de materiales: los cultivares verdes y los dorados o blancos, llamados de autobloqueo. Los verdes son los más cultivados, son de ciclo más largo (120-130 días), con mayor resistencia a las enfermedades fúngicas y virósicas y tienen mayores problemas de floración prematura. Para su comercialización es necesario el blanqueado (Ferratto, 2005).

Maroto (2002), también menciona que existen dos grupos varietales de apio:

1.11.1 a) Variedades verdes:

Son cultivares de fuerte crecimiento que, si quieren blanquearse, deben utilizarse procedimientos especiales. Son en general, variedades rústicas, más fáciles de cultivar que los apios autoblanqueables. Entre otras, las más conocidas son: verde lleno de Pascua, verde d'Elne, Utah 52-70, Florida 683, Florimart, Tipo Slow Bolting, Tipo Pascal, June-Belle, Verde Lepage, razas Aris e Istar.

1.11.2 b) variedades doradas o de autobloqueo:

No necesitan del concurso de labor especial alguna para obtener el blanqueamiento de ellas mismas. Su cultivo es más dificultoso que el de las variedades anteriores. Suelen ser apreciadas en los mercados más importantes. Entre otras pueden citarse: Golden Self Blanching, Lathom Blanching, Jason, Chatteris, Golden Plume, Golden Spartan.

1.12 VARIEDADES DE APIO EN ESTUDIO

1.12.1 Característica de variedades verdes

1.12.1.1 Variedad 3319 APIO TALL-UTAH 52-70

Del Pino (2020), concluye que la variedad de apio Tall Utah 52-70 pertenece al grupo de apios verdes y a los cultivares de la variedad dulce de apio o apio acostillado, presenta peciolos carnosos, gruesos, largos(pencas), que constituyen el principal aprovechamiento. Los cultivos de apios verdes son más aptos para el cultivo al aire libre y requieren ser blanqueados.

Según (Naturan, s.f.), el Apio Tall Utah es una variedad de 1953, con tallos redondeados altos, verde oscuro y sin hebras. El corazón es compacto y grueso. Plantas vigorosas y erectas, las plantas crecen alrededor de 40-60 cm de altura. Es una variedad muy productiva y resistente a la mayoría de las enfermedades del apio. Además, se puede cosechar en cualquier época.

1.12.1.2 Variedad ISTAR PELICULADO.

Maroto (2002), señala que son cultivares muy erguidos, precoces y productivos.

1.12.1.3 Variedades verdes híbridas. DAVID RZ

Según Rijk Zwaan (2018), es una variedad de apio de color verde oscuro para la industria de procesamiento y el mercado de productos frescos. La planta tiene un hábito de crecimiento recto con buena estabilidad en el campo ya que permanece mucho tiempo sin tener deformaciones en sus tallos y hojas.

Descripción:

- ✓ Larga vida post cosecha
- ✓ Atractivo verde oscuro
- ✓ Larga duración y estabilidad en campo
- ✓ Buena vida de anaquel
- ✓ Época de siembra: Todo el año
- ✓ Producción para campo abierto, clima templado.
- ✓ Ciclo: 80 a 100 días

1.13 REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS DEL CULTIVO**1.13.1 Requerimientos climáticos**

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 y 18 °C, lo cual hace que el apio sea un cultivo para el clima frío y clima templado. Es bueno tener presente que a temperaturas por debajo de 12 °C la planta produce tallo floral muy rápidamente, lo que da como resultado una mala cosecha (Giraldo, 1986).

Vigliola (1992) citado por Machaca, (2007), menciona que las plantas son sensibles al calor; en general se lo considera un cultivo de clima fresco y húmedo. Las temperaturas medias óptimas son de 16-18 °C, la máxima de 24 °C y la mínima de 7°C.

El apio necesita clima templado, de elevado grado higrométrico, suaves y cuyos otoños sean tardíos y prolongados. No soporta los fríos rigurosos sin protección, soporta con inviernos suaves. El granizo afecta sensiblemente al apio (Vaya, 1980).

1.13.1.1 Fotoperiodo y temperatura

La temperatura más conveniente para el desarrollo del apio oscila entre los 15 y los 21 ° C. Si la planta es pequeña y se presenta un período prolongado de bajas temperaturas comprendidas entre 4 y 10° C., puede inducirse una floración prematura (Vaya, 1980).

INFOAGRO (2007), informa que las temperaturas adecuadas para el cultivo dependen de la fase en que este se encuentre:

- ✓ **Fase de semillero:** siembra entre 17 y 20°C. Se debe garantizar una temperatura mínima de 13-15°C para evitar la inducción floral prematura.
- ✓ **Fase de campo:** durante el primer tercio del cultivo la temperatura ideal está en torno a 16-20°C. Posteriormente se acomoda a temperaturas inferiores a éstas, pero superiores siempre a 8-10°C. Temperaturas mínimas frecuentes próximas a 5°C producen pecíolos quebradizos.

Según Casseres (1980), en cuanto al requerimiento de horas de luz, el crecimiento del apio no es satisfactorio durante los días cortos, el incremento de la intensidad lumínica y la duración de la longitud del día le resultan favorables y en relación a la temperatura, el apio es una planta suculenta que requiere climas frescos, siendo las temperaturas medias más propicias para su desarrollo entre los 15°C y 18°C.

1.13.1.2 Humedad

Los requerimientos en humedad de este cultivo son elevados, de forma que si la lluvia no es abundante (dentro de ciertos márgenes) y continuada deben intensificarse los riegos. El exceso de lluvia puede perjudicarle bastante, aunque hemos visto en una ocasión (mes de noviembre) resistir a una plantación de apios una sumersión de unos 5-7 días sin daños aparentes. En determinadas ocasiones, sin embargo, y en algunas variedades, como consecuencia de un exceso de humedad en el suelo, puede producirse un ahuecado de pencas (Maroto, 2002).

1.13.1.3 Altitud

El apio se adapta a regiones situadas entre los 1,500 m.s.n.m a 2,800 m.s.n.m., obteniéndose en esas altitudes producciones de calidad aceptables y proporcionando factibilidad agronómica.

1.13.2 Requerimientos edáficos

El apio prefiere suelos livianos, francos y profundos, con buena capacidad de retención de agua y alto contenido de materia orgánica. Los suelos arcillosos pesados no son

aptos para sembrar apio. Es necesario que el suelo tenga muy buen drenaje y un PH entre 5,2 y 6,5 (Giraldo, 1986).,

Ferratto (2005), informa que el suelo no es muy exigente en calidad de suelo o que es una especie que no requiere terrenos con texturas especiales, prefiere los suelos húmidos, con alta capacidad de retención de humedad. es muy exigente en el contenido de humedad del mismo y suelos ricos en materia orgánica son muy adecuados para su cultivo. Los encharcamientos también provocan problemas. El pH óptimo esta entre 6 y 7.

1.13.3 Requerimiento de fertilización

Sobre la fertilización del cultivo, además de los nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, el apio necesita el suministro de calcio, boro y magnesio principalmente. Las aplicaciones foliares dan buenos resultados para los aportes de calcio, boro y magnesio. Además, muchos productores recomiendan el uso de estiércoles para el aporte de nitrógeno y potasio (INTAGRI, 2021).

1.13.4 Requerimientos hídricos

Según INTAGRI (2021), los requerimientos de humedad para el apio son elevados, por lo que los riegos pesados son usuales. Aunque en algunas ocasiones y solo en algunas variedades, pueden producir un ahuecado de peciolo como consecuencia de un exceso de humedad en el suelo. Cuando está en las primeras fases del desarrollo, el riego debe ser abundante y regular, ya que la plántula debe tener un crecimiento continuo. Se puede regar tanto por gravedad como por riego localizado o aspersión.

El mismo autor informa que ha reportado que en ciclos de otoño-invierno en riego localizado se emplean unos 7,000 m³ de agua por hectárea. Mientras que en el ciclo de primavera se utilizan entre los 3,500 a 4,500 m³ por hectárea. En el ciclo de primavera es necesario el uso de cubiertas flotantes para evitar la inducción floral. Asimismo, si emplea acolchado negro debajo de la cubierta se puede acortar el ciclo entre 10 y 15 días.

1.14 LABORES CULTURALES DEL APIO O MANEJO AGRONÓMICO

1.14.1 Preparación del terreno

En el cultivo de apio, resulta de fundamental importancia que el terreno se encuentre bien trabajado y sin problemas de encharcamiento. Suelen darse en primer lugar sendos pases de vertedera o subsolador con los que se combina la aplicación del abonado de fondo, y a continuación se completa el laboreo mediante el pase del rotavator (Maroto, 2002).

López (2017), sostiene que el apio no es una especie especialmente exigente en suelos, ya que admite cualquier tipo de ellos, y es sensible a los encharcamientos, por lo que en las labores preparatorias del terreno definitivo es muy importante realizar una buena labor de desfonde con subsolador, acompañada por otra de verterá y unos de fresado finales, para conseguir dejar esponjoso todos los horizontes del suelo donde se efectúa el desarrollo del sistema radicular.

La preparación del terreno se debe iniciar uno a dos meses antes de la siembra o trasplante. Siguiendo las prácticas si el suelo está compactado se hace la práctica de subsuelo para aflojar la tierra. El barbecho se debe hacerlo profundo, para incorporar al suelo los residuos de cosechas anteriores y abonos orgánicos. El rastreo es la práctica final que nos va a mantener un campo libre de malezas y la tierra bien desterronada y mullida. Y recomienda hacer una nivelación al terreno de forma planimétrica y nos va a permitir una mejor distribución de agua.

1.14.2 Establecimiento del cultivo de almácigos e semilleros

INTA (2018), indica que para el establecimiento de este cultivo es necesario manejar un semillero, el cual puede ser al suelo o en bandejas.

Al suelo: La preparación de semillero al suelo, requiere un proceso de desinfección, se recomienda colocar un plástico transparente sobre el banco, el calor generado por el sol eleva la temperatura del suelo y de esta manera se reducen las enfermedades que afectan a las plántulas.

En bandejas: Se llenan las bandejas utilizando un sustrato a base de una mezcla de lombrihumus, cascarilla de arroz quemada y sin quemar.

El mismo autor señala que ambos sistemas se agregan micorrizas y Trichoderma para favorecer el enraizamiento y proteger las plantitas de enfermedades causadas por hongos de suelo. Las plántulas de apio permanecen de 45 a 50 días en el semillero antes de ser trasplantadas a la parcela.

1.14.3 Siembra

Las siembras son efectuadas de mayo a julio, para la producción primaveral-estival. Los almácigos pueden hacerse a raíz desnuda, en bandejas para evitar un retraso en la producción o sembrando en forma directa. La utilización de bandejas se utiliza mezclas de tierra inerte como (perlita, vermiculita, turba), se siembran 2-3 semillas/celda y luego son raleados (INTA, 2018).

1.14.4 Épocas de siembra

Existen dos épocas de siembra en función de los dos ciclos productivos (invierno y primavera) y en general se puede cultivar el apio durante todo el año. Las siembras para la campaña de invierno se realizan desde primeros de julio a finales de agosto, efectuando los trasplantes desde últimos de agosto hasta final de octubre. 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 (INFOAGRO, 2007).

1.14.5 Trasplante

Se efectúa a los 70-80 días en plantas a raíz desnuda y a los 50-60 días en siembras en bandejas, todo ello depende del tamaño de la celda y de la estación de crecimiento. Se trasplanta a doble hilera sobre lomo, en la parte interior del mismo, distanciados 70 a 90 cm entre lomos, 35 a 45 cm entre hileras y 25 a 30 cm entre plantas sobre la hilera; se obtiene una densidad de 6 a 10 pl/m² (Ferratto, 2005).

El trasplante del apio se hace dos meses después de la siembra en el semillero, esto ocurre cuando los plantines tengan unos 10 a 12 cm. Para hacer el trasplante ya debe

estar el suelo preparado. Trasplante en horas de la tarde y humedezca el semillero antes de sacar las plantas y al trasplantar asegúrese que el cogollo de la planta este por encima de la superficie del suelo (Giraldo, 1986).

Según INFOAGRO (2007), el trasplante se realiza después de 30 o 60 días de la siembra, aunque puede variar dependiendo de las condiciones en que se encuentren. Otra forma para saber si es el momento indicado, es cuando la plántula alcanza los 15 cm de altura y ha desarrollado 3 o 4 hojas verdaderas, con una longitud de pecíolo de unos 10 cm y de limbo de hoja de 4 a 5 cm.

1.14.6 Reposición de fallas

Dada su rusticidad y buena reacción al trasplante, la reposición de las plantas de apio se puede efectuar durante la primera semana posterior al trasplante; las pérdidas que ocurren son escasas (Vigliola, 1992).

1.14.7 Binas y aporcadas

Después del trasplante, el desarrollo de la parte aérea es bastante lento, por lo cual conviene estar atentos a las escardas y binas, ya que las malas hierbas se desarrollan con mayor rapidez que las jóvenes plantas de apio, pudiendo llegar a ahogar el cultivo. Estos trabajos pueden realizarse con la ayuda de escardadores o con herbicidas (Vaya, 1980).

1.14.8 Desyerbe o escarda

El apio inicialmente es muy lento en su crecimiento; por eso las desyerbes deben hacerse superficiales, manteniendo el cultivo libre de malas hierbas en las primeras etapas de desarrollo (Giraldo, 1986).

Ferratto (2005), describe que los carpidos manuales ayudan a proporcionar un suelo más suelto en los que son de características pesados. La utilización de herbicidas disminuye los costos de mano de obra en escardas, sin embargo, es necesario tener en cuenta los cultivos posteriores. Los herbicidas utilizados habitualmente son: trifluralina, linurón y prometrina.

1.14.9 Control de malezas

Del Pino (2020), menciona que esta labor se puede realizar manualmente o a través del uso de herbicidas selectivos de pre-emergencia de malezas, o en post-emergencia del cultivo.

1.14.10 Riego

Los riegos son abundantes al principio de la plantación. El suelo debe mantenerse constante y suficientemente húmedo para lograr un crecimiento uniforme e ininterrumpido. Si no se mantiene una humedad constante se estaría favoreciendo la reducción del punto de crecimiento, con la aparición del llamado "corazón negro" (INIA-Intihuasi, 1995).

Según Del Pino (2020), En cuanto a humedad, el cultivo presenta alta exigencia durante todo el ciclo; es una especie que se comporta muy bien bajo sistema de riego por goteo y con suelos bien drenados. El exceso de humedad en el suelo produce ahuecamiento de las pencas, perdiendo calidad del producto.

El mismo autor informa que es una especie que requiere un adecuado nivel de humedad para el desarrollo del producto a cosechar. El riego se puede realizar por aspersión (más desaconsejado), por goteo y por surco.

1.14.11 Fertilización o abonado

El apio es una hortaliza muy exigente en nitrógeno. Usted debe incorporar materia orgánica al suelo antes de la siembra para aumentar los rendimientos y reducir la necesidad de aplicar abonos químicos. Como mínimo debe aplicarle al suelo un kilo de abono orgánico por cada metro cuadrado de 1 has (Giraldo, 1986).

Ferratto (2005), indica que la fertilización además de una fuerte incorporación de enmiendas, es necesario recurrir a la fertilización complementaria. El consumo de nutrientes del apio varía según los autores, para una cosecha de 80 tn/ha se puede resumir que el consumo es de 200 a 250 kg de nitrógeno, 100 a 120 kg de P₂₀₅, 400 a 500 kg K₂₀, 200 a 300 kg de CaO y 30 a 70 kg de Mg. También es necesario tener en cuenta que casi el 50% del requerimiento se produce en el último mes de cultivo.

1.14.12 Blanqueo:

Esta labor se realiza con el objetivo de evitar la formación de clorofila en la base del pecíolo, así se obtiene un producto más tierno y de mejor sabor. De todos modos, es una práctica ya poco utilizada ya que las variedades autoblanqueantes no lo requieren como lo requerían las variedades verdes (Del Pino, 2020).

1.14.13 Aplicación de giberelinas:

Esta práctica se puede realizar dos o tres semanas antes de la cosecha, en dosis de 25 a 100 ppm, con el objetivo de adelantarla. Se verifica un alargamiento de los pecíolos y una disminución de la intensidad del color verde (Del Pino, 2020).

1.15 ACCIDENTES Y FISIOPATIAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES

1.15.1 Accidentes y fisiopatías

1.15.1.1 Accidentes

Maroto (2002), menciona los siguientes accidentes:

- **Granizo:** Es uno de los accidentes meteorológicos que más afectan a este cultivo.
- **Heladas:** Se manifiestan en principio por amarilleamiento de las hojas superiores, seguido del ahuecado de pencas desde arriba hacia abajo. En casos de heladas severas las pencas se acristalan y la epidermis se separa del resto de los tejidos, aparentemente descamaciones.
- **Floración prematura:** Es un accidente fisiológico que se produce principalmente cuando las plantas, siendo de pequeño tamaño, se ven sometidas durante un periodo superior a diez días a bajas temperaturas.

1.15.1.2 Fisiopatías

Del Pino (2020), menciona las siguientes adversidades fisiogénicas o fisiopatías:

La **carencia de calcio** produce una alteración fisiológica llamada "corazón negro " o "black heart", que consiste en un desorden de tipo fisiológico que afecta los tejidos

jóvenes en activo crecimiento, nombre que deriva de la coloración negra que adquieren las hojas interiores de la planta por la necrosis de los tejidos.

La **carencia de boro** en estados avanzados del cultivo, produce la aparición de líneas pardas necróticas y rajaduras en los pecíolos y coloración parda en los tejidos de la planta.

La **carencia de magnesio** produce clorosis foliar en las hojas más viejas y un menor desarrollo, se recomienda aplicar sulfato de magnesio al suelo o foliar (dosis 1,5-2%).

1.15.2 Plagas

Del Pino (2020), reporta las principales plagas que afectan al cultivo:

- Minador (*Liriomyza trifolii* Burg): Díptero.
- Afidos: Distintas especies de pulgones atacan al apio. Pueden ser importantes agentes vectores de virus.
- Arañuela roja común (*Tetranychus urticae*)
- Trips
- Gorgojo del apio: *Conotrachelus cristatus* (Gusano alambre). Causa daños en raíces y produce galerías en la zona del cuello de las plantas.
- Caracoles y babosas.

INFOAGRO (2007), señala las siguientes plagas en el cultivo de apio:

- Mosca del apio (*Phylophyla heraclei* L.)
- Pulgones (*Aphis* spp., *Myzus persicae*)
- Gusanos grises (*Agrotis* sp.)
- Nemátodos (*Dytilenchus dipsaci* Kuehm.).- Los apios muestran un tamaño más pequeño de lo normal, hojas amarillentas y algo deformadas y, si se extraen las plantas del suelo, pueden observarse abultamientos radiculares.

1.15.3 Enfermedades

Del Pino (2020), menciona las siguientes enfermedades del cultivo de apio:

- **Viruela:** Dentro de las enfermedades que atacan al apio la más difundida es la viruela o septoriosis causada por *Septoria apiicola*.
- **Cercosporiosis:** *Cercospora apii* Fres. Este patógeno aparece sobre apio en la época estival, y puede ser transmitido por semilla.
- **Mildiu del apio:** El agente es *Plasmopara nivea* Schr. Produce amarillamiento y termina desecando las hojas.
- **Hongos del suelo:** causando podredumbres generalizadas en todo el sistema radical y zona del cuello de las plantas. Los responsables pertenecen a los géneros *Pythium* spp, *Rhizoctonia* spp, *Fusarium* spp, *Sclerotinia* spp.

El mismo autor menciona que también hay ataques de bacterias y virus al cultivo de apio:

- **Bacteriosis:** Las bacterias más frecuentes en las plantas de apio pertenecen a los géneros *Pseudomonas apii* (Tagger) y *Erwinia carotovora* (Jones), ambas se desarrollan bajo condiciones de HR alta y temperaturas templadas. Producen podredumbres blandas y acuosas.
- **Virosis:** estos patógenos atacan al apio causando mosaico en hojas, necrosis en pencas, enanismo, hojas deformadas. Existen dos virosis en apio: virus del mosaico del apio (Ce.M.V) y virus del mosaico del pepino (C.M.V).

1.16 COSECHA

Se realiza cuando las plantas presentan un peso desde 500 gramos, en forma manual, cortando al ras del suelo la planta. Los ciclos varían desde plantación a cosecha, de 80 a 150 días. La selección por calidad se realiza en función de la longitud de las pencas, la cantidad y el estado de las mismas. Las plantas se envasan en cajones de cartón, madera o plástico o previamente embolsadas en unidades en polietileno microperforado (Del Pino, 2020).

Casseres (1980), menciona que en los huertos caseros se pueden cosechar las hojas más desarrolladas de apio sin arrancar la planta, pero comercialmente se cosecha todo de

una vez en un estado de desarrollo que puede variar de mediano a completo, según el precio del mercado.

También se hace la recolección solamente las pencas y dejar que la planta continúe desarrollándose. Se los amarra, formando mazos. Y es importante cosechar durante horas frescas del día mayormente en las tardes.

1.16.1 Rendimiento

Favaro (1992), indica que el rendimiento es de 60- 90 tn/ha.

Los rendimientos brutos del cultivo pueden rondar las 120 t/ha, considerando la producción de plantas con un peso medio de 1.000 a 1.200 g. Cantidad que queda reducida a unas 90 t/ha cuando se trata del rendimiento neto, con las plantas ya preparadas para comercializar, con pesos entre 400 y 900 g y con destino a la exportación, ya que se puede estimar una merma de hasta un 30 % de su peso original, la que se produce en dicha elaboración (López, 2017).

1.16.2 Índices de calidad

Un apio de gran calidad tiene tallos bien formados, pecíolos gruesos, compactos (no significativamente abultados o arqueados), poco curvados, una apariencia fresca y color verde claro. Otros índices de calidad son el largo de los tallos y de la nervadura central de la hoja, ausencia de defectos tales como: corazón negro, pecíolos esponjosos, tallos florales y partiduras, así como ausencia de daños por insectos y pudriciones (Casaca, 2005).

1.17 PRODUCCIÓN EN INVERNADERO

Es una Construcción Agrícola de estructura metálica, usada para el cultivo y/o protección de plantas, con cubierta de película plástica traslúcida que no permite el paso de la lluvia al interior y que tiene por objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas establecidas en su interior (Hidro Environment, 2024).

El invernadero es una estructura metálica o de madera que está cubierta por materiales translúcidos de plástico que permite el acceso de la luz solar. Se caracteriza por ser utilizado principalmente para cultivos hortícolas, de gran valor económico, los invernaderos brindan un lugar con condiciones artificiales controladas que ayudan a aumentar la producción de los cultivos (Agroware, 2020).

Principales parámetros climáticos del invernadero indica (Proain Tecnología Agrícola, 2020)

- Temperatura
- Humedad relativa
- Déficit de presión de vapor
- Radiación solar
- CO2 ambiental

Berger, (s.f.), **indica las ventajas de producción en invernadero**

- Intensificación de la producción
- Aumento de los rendimientos
- Menor riesgo de producción
- Uso más eficiente de insumos
- Mayor control de plagas, malezas y enfermedades
- Posibilidad de cultivar todo el año
- Obtención de productos fuera de temporada
- Obtención de productos en regiones con condiciones restrictivas
- Obtención de productos de alta calidad
- Mayor comodidad y seguridad

(Berger, s.f.) **indica las desventajas de producir en los invernaderos**

- Inversión inicial elevada
- Desconocimiento de las estructuras
- Altos costos de producción

- Alto nivel de capacitación
- Condiciones óptimas para el desarrollo de patógenos
- Dependencia del mercado

1.18 PRODUCCIÓN EN MALLA SOMBRA

Las casas sombra son estructuras metálicas o de madera cubiertas con malla sombra, cuyo objetivo es regular la temperatura y la cantidad de luz que incide sobre los cultivos, así como protegerlos de granizo, vientos fuertes y plagas. También se caracteriza por que a través de la malla sombra permite la entrada de agua de lluvia. Las casas sombra son recomendables para lugares de clima cálido y que por sus beneficios permite incrementar los rendimientos (INTAGRI, 2017).

(Infoagronomo, 2020), **describe las siguientes ventajas de mallas sombra**

- ✓ Precocidad en obtención de cosechas
- ✓ Incremento de rendimientos
- ✓ Mejor control de plagas y enfermedades
- ✓ Alta eficiencia en el uso del agua y de los fertilizantes
- ✓ Producción fuera de temporada y con posibilidad de producir en más ciclos en el mismo año
- ✓ Regula el paso de agua de la lluvia.
- ✓ Permite la circulación del agua
- ✓ Reduce el riesgo de pérdida por factores climáticos. La casa malla protege contra los rayos directos del sol, y evita el daño conocido como “golpe de sol”, daño por granizo.
- ✓ Material Económico y de Fácil instalación
- ✓ Fácil mantenimiento
- ✓ Brinda Sombra Uniforme
- ✓ Reducción de la temperatura y con ello la cantidad necesaria de agua del cultivo

Desventajas

- ✓ Alta inversión inicial en comparación a cultivar a campo abierto

- ✓ Alto costo de operación
- ✓ Para ciertos aspectos, se requiere de personal capacitado (fertirriego, soluciones nutritivas, etc.)

1.19 PRODUCCIÓN A CAMPO ABIERTO O AL AIRE LIBRE

Los cultivos en campo abierto son aquellos que no tienen ningún tipo de resguardo, sombra o protección que reduzca la luz solar. Se caracteriza por ser cultivos intensivos como por ejemplo que podemos clasificarlo en hortalizas como el tomate, chile, ejotes, brócoli etc. Y cultivos extensivos en producción de granos como por ejemplo maíz, trigo, sorgo, frijol, soya etc (Agroware, 2020).

El mismo autor menciona que las plantas y frutos que crecen en cielo abierto se caracterizan principalmente por ser fuertes y sanas, esto debido a que muchos agricultores utilizan semillas mejoradas, que están adaptadas a condiciones adversas, además si estas llevan una buena nutrición son resistentes a varios factores (plagas, enfermedades, factores ambientales).

Cultivar a campo abierto se aprovechan el ambiente de forma natural. Se benefician de las lluvias, temperaturas, y condiciones medioambientales naturales para crecer. En este mismo sentido se aprovecha el suelo que ya existe en campo abierto y los polinizadores naturales y también la ventaja de cultivar al aire libre es que tu planta recibe luz y agua de forma gratuita (Riego, 2022).

Si bien tienen la desventaja de sólo dar frutos en temporada, también trae consigo que no se pueden controlar ni la fuente de luz (el sol) ni la cantidad de agua de lluvia. Algunas veces llueve demasiado durante un período corto y otras veces hace calor y no llueve durante un período largo. Ambas situaciones son perjudiciales para tus plantas (Riego, 2022).

Agroware (2020), indica las ventajas de producción a cielo abierto

- Apoyo de las temporadas de lluvia
- Coste bajo de producción
- No existen restricciones de tamaño para la maquinaria a emplear

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad de San Andrés, de la provincia Cercado, Departamento de Tarija.

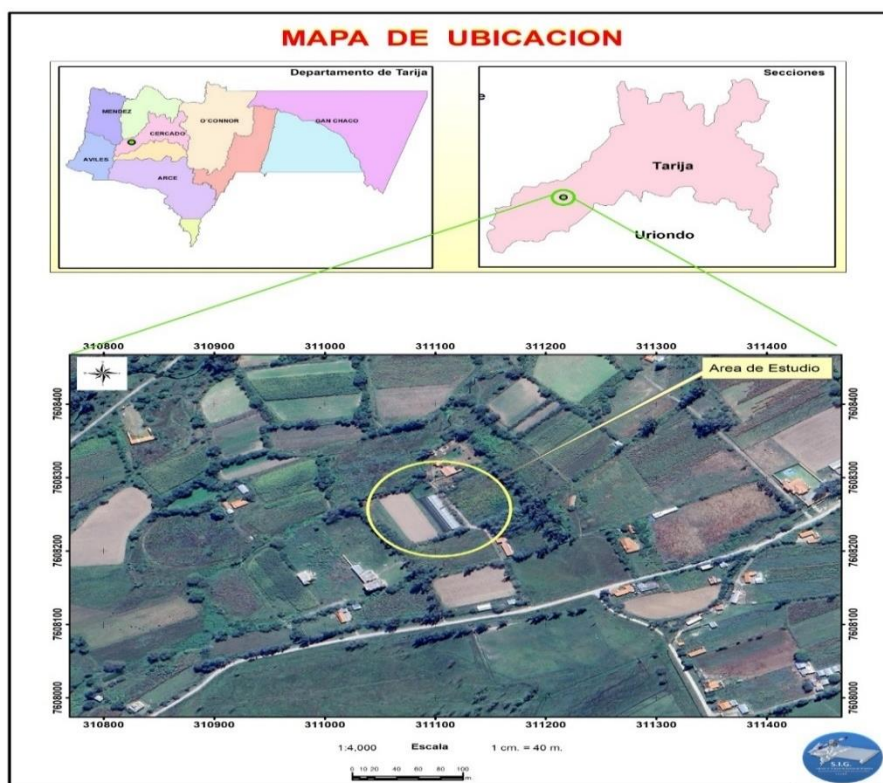
La comunidad de San Andrés que agroecológicamente se clasifica en valles húmedos. Morfológicamente se cataloga como una superficie de valles, moderadamente plano y con pendiente ligeramente inclinado. Geológicamente es una región definida y estable, cuenta con ríos y colinda con cerros que es la reserva de la cordillera se sama.

Geográficamente está comprendida en las coordenadas siguientes:

Latitud: 21° 37' 30,9" (21,6253°) sur ; Longitud: 64° 49' 5,3" (64,8181°) oeste

Altitud: 1981 msnm

2.1.1 Mapa del área de estudio



Fuente: Gabinete SIG 2024

2.1.2 Colindantes de la comunidad de San Andrés

- Bella Vista 3 km al suroeste
- Guerra Huayco 3½ km al norte
- Tolomosa 5 km al este
- Pampa Redonda 7 km al sur

2.2 CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS DE LA ZONA

2.2.1 Condiciones de clima

El clima es templado húmedo, caracterizado por temperaturas bajas o escarchas durante algún tiempo del año, con un periodo efectivamente seco de 5 a 6 meses, y de dos meses muy húmedos en compensación.

2.2.2 Temperatura

La temperatura promedio es de 18,2 °C en San Andrés, la temperatura promedio máxima es de 24°C y la temperatura promedio mínima es de 9°C. En invierno las temperaturas pueden bajar hasta extremos de -4.1°C, en horas de la madrugada, causadas por el ingreso de periodos cortos con surazos, y en verano las temperaturas pueden subir hasta 37°C (SENAMI, 2022).

2.2.3 Precipitación

Se tiene una precipitación promedio de 1035,3°C mm/año. La precipitación se caracteriza por ser muy variable en su frecuencia e intensidad y presenta fuerte lluvias (diciembre-marzo), y es común la ocurrencia de fenómenos naturales como heladas y granizadas (SENAMI, 2022).

2.2.4 Suelos

Los tipos de suelo que tiene la comunidad de San Andrés en su mayor parte tienen una textura que varía de franco arcilloso a franco arenoso.

2.2.5 Vegetación de la zona

Nombre común	Nombre científico	Familia botánica
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	Myrtaceae
Molle	<i>Schinus molle L.</i>	Anacardiaceae
Pino	<i>Pinus sp.</i>	Pinaceae
Duraznero	<i>Prunus persica (L.) Batsch</i>	Rosaceae
Churqui	<i>Acacia caven (Molina) Molina</i>	Leguminosae
Álamo blanco	<i>Populus alba L.</i>	Salicaceae
Sauce llorón	<i>Salix babilónica L.</i>	Salicaceae
Saitilla	<i>Bidens sp.</i>	Compositae
Campanilla	<i>Ipomoea sp.</i>	Convolvulaceae
Chilca	<i>Baccharis sp.</i>	Compositae
Grama	<i>Cynodon sp.</i>	Poaceae

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2023).

2.2.6 Producción agrícola de la zona

Nombre común	Nombre científico	Familia botánica
Papa	<i>Solanum tuberosum L.</i>	Solanaceae
Maíz	<i>Zea mays L.</i>	Poaceae
Arveja	<i>Pisum sativum L.</i>	Leg. papilionoideae
Brócoli	<i>Brassica oleracea, var: botritis, sub var: simosa</i>	Cruciferae
Repollo	<i>Brassica oleraceae var: capitata</i>	Brassicaceae
Vainita	<i>Phaseolus Vulgaris L.</i>	Leguminosae
Zapallito	<i>Cucurbita maxima var. zapallito</i>	Cucurbitaceae
Nabo	<i>Brassica rapa subsp. rapa</i>	Brassicaceae
Lechuga	<i>Lactuca sativa L.</i>	Compositae
Avena	<i>Avena sativa L.</i>	Poaceae

Fuente: Elaboración propia.

2.3 MATERIALES

2.3.1 Material Vegetal

El material vegetal de la presente investigación está constituido por la siguiente variedad de apio:

- ✓ Variedad 3319 APIO TALL-UTAH 52-70 R
- ✓ Variedad ISTAR PELICULADO
- ✓ Variedades verdes hibrida. DAVID RZ
- ✓ Variedad híbrido SEDANO F1

2.3.2 Material de campo

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| ✓ Picota | ✓ Bomba de mochila |
| ✓ azada | ✓ Bandejas de germinación |
| ✓ Pala | ✓ Letreros |
| ✓ Flexómetro | ✓ Carretilla |
| ✓ Balanza | ✓ Letreros |
| ✓ Libreta de campo | ✓ Machete |

2.3.3 Material de gabinete

- ✓ Laptop
- ✓ Cámara Fotográfica
- ✓ Calculadora

2.3.4 Insumos

- ✓ Abonos orgánicos
- ✓ Fertilizantes
- ✓ Insecticidas, fungicidas y herbicidas
- ✓ Foliares

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1 Diseño experimental

En el presente trabajo de investigación se empleó el Diseño Experimental de Bloques al Azar en el invernadero, malla media sombra y a campo abierto con arreglo factorial (4x3), con 12 tratamientos y 3 repeticiones distribuidos aleatoriamente en total de 36 unidades experimentales en los ambientes.

2.4.2 Factores de estudio

factor v: Variedades

V1 =Tall-utah 52-70 R

V2= Istar

V3= David RZ

V4= Sedano F1

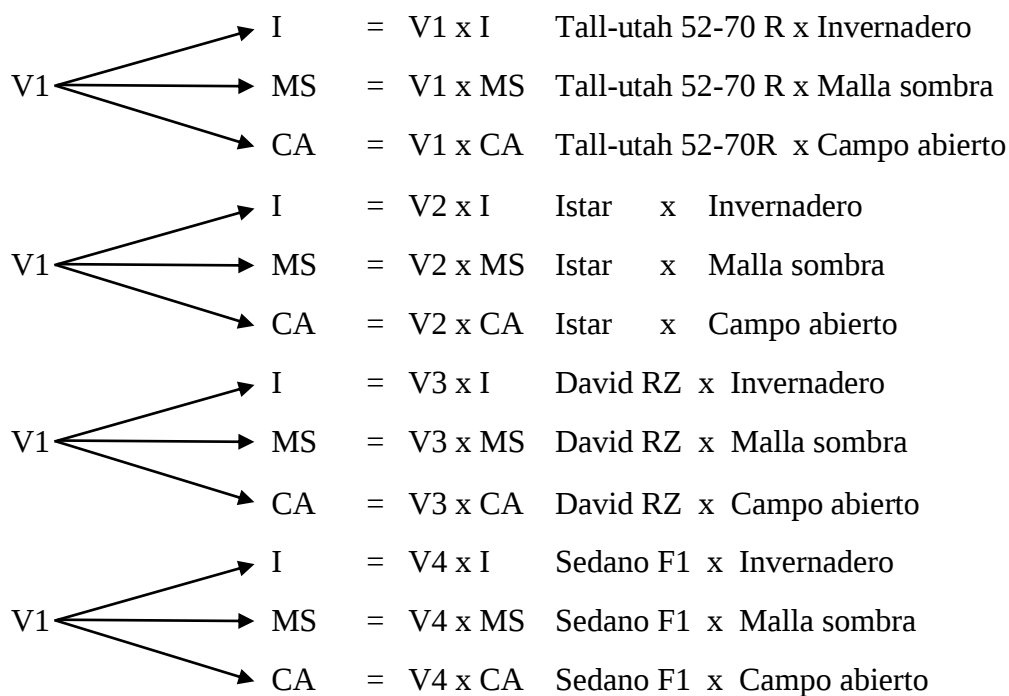
factor a: Ambiente

A1= Invernadero

A2= Malla media sombra

A3= Campo abierto

2.4.3 Número de tratamientos, Interacción de los tratamientos



2.4.4 Características del área experimental

Descripción de las unidades experimentales

N° tratamientos	12
N° réplicas	3
Total de unidades experimentales	36
Ancho de la parcela	2,80 m
Largo de la parcela	4,5m
Área de la parcela neta	12,6 m²
Distancias de pasillos	0,80 m
Área neta del trabajo de investigación	454 m²
Área total de investigación	699m²

Bloques

Largo	31 m
Ancho	7,5m
Total	233 m²
Numero de parcelas por ambiente	12

Descripción del surco

Número de surcos/parcela	4
Número de surcos/experimento	144
Número de surcos/bloque	48
Distancia entre surcos	0,70 m
Distancia entre plantas	0,30 m
Número de plantas/ hilera	15 plantas
Número de plantas de exp	2160 plantas
Longitud de surcos	4,5 m

Ds: 0,70 m

Dp: 0,30 m

p/ha = 10000m²/0,70*0,30

#p/ha = 47619 plantas

L = 4,2 m **A** = 1,4 m

Ac = l*a

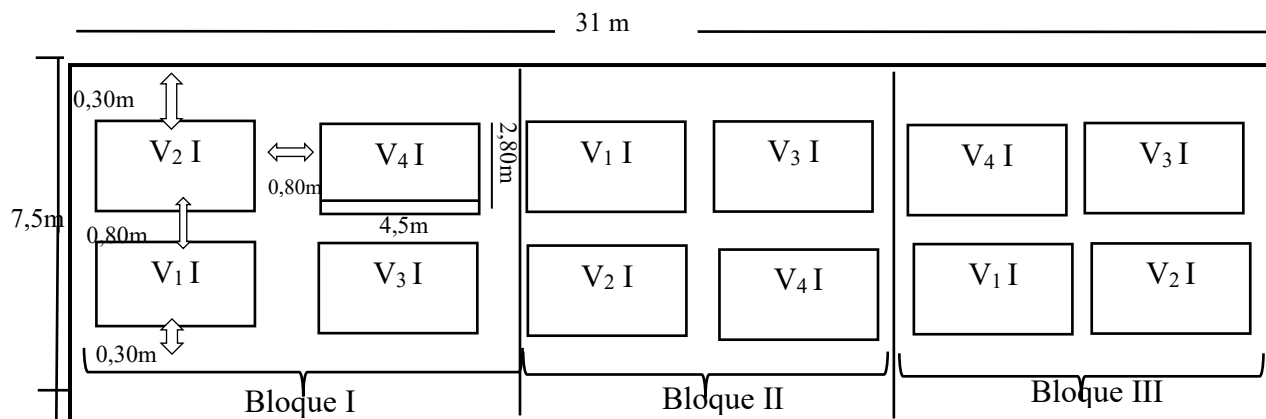
Ac= 3,9m*1.4m

Ac=5,46 m²

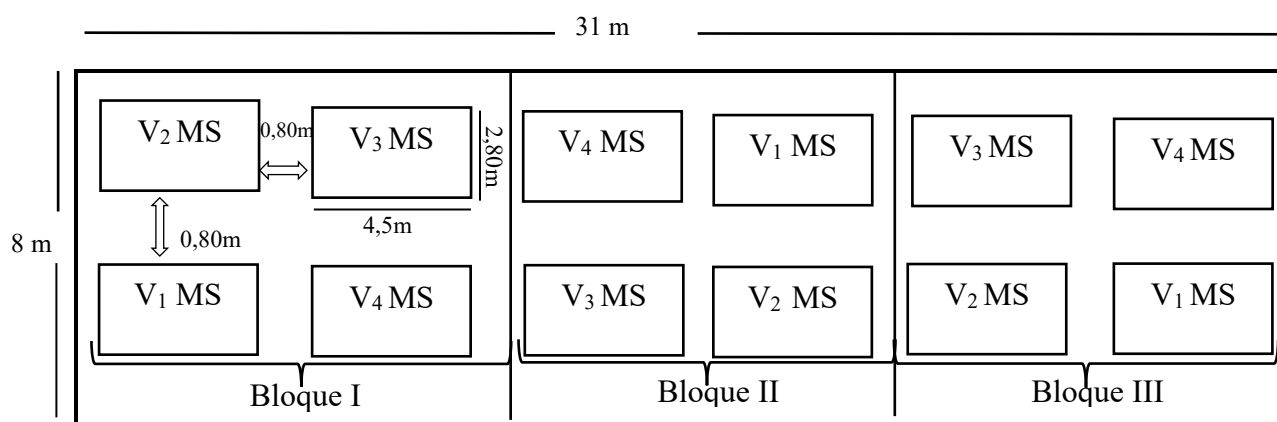
Área de cosecha

2.4.5 Diseño de campo experimental de las unidades experimentales por tratamientos

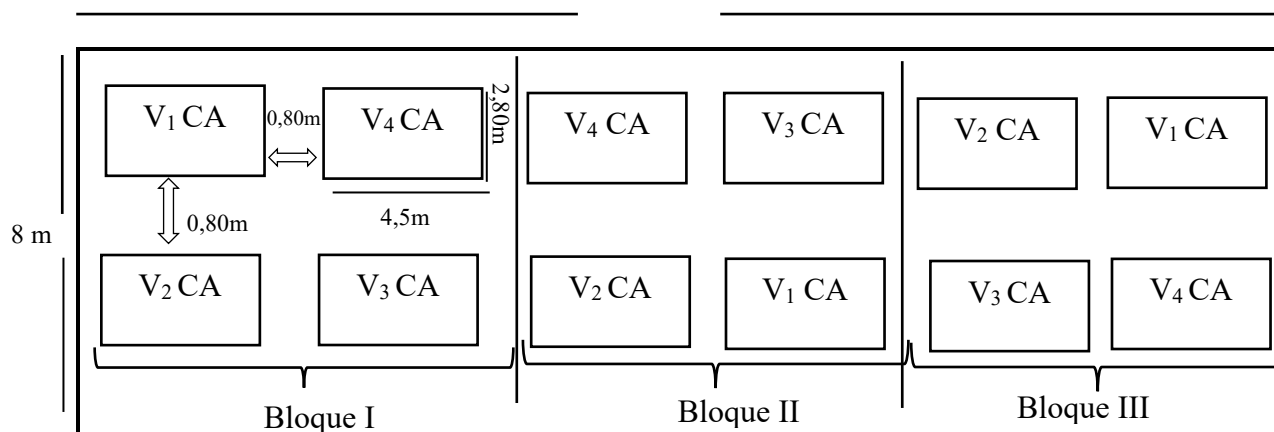
Diseño a invernadero



Diseño a malla sombra



Diseño a campo abierto



2.5 VARIABLES DE RESPUESTA

2.5.1 Altura de la planta en cm

Esta variable se medirá en cm con un flexómetro, realizando desde el cuello de la planta hasta la parte más alta de la misma. Vamos a tomar los datos cada semana desde el trasplante hasta los 90 días. Luego se medirá solamente en cada cosecha la altura de la planta. Donde se midió 15 plantas al azar por cada una de las unidades experimentales.

2.5.2 Ancho de la hoja en cm

En esta variable los datos se tomarán cada 30,60 y 90 días, se medirá el ancho de las hojas muestreadas con la ayuda de un flexómetro, midiendo la parte media del limbo de la hoja. y también de igual manera medimos en cada cosecha el ancho de la hoja. se tomaron los datos de 15 plantas.

2.5.3 Número de peciolo por planta

Se contará el número de peciolo de cada una de las quince plantas. Luego también se contó de igual manera en cada cosecha las hojas las que tengan las pencas más desarrolladas comercialmente para el mercado.

2.5.4 Diámetro de la planta en cm

Esta variable se midió en cm con un vernier, realizando a dos pulgadas del cuello de la planta a los 30,60 y 90 días. Donde tomamos datos de 15 plantas.

2.5.5 Rendimiento

Para su evaluación se tomarán datos del peso por tratamientos. Con la ayuda de una balanza utilizando las siguientes unidades de medida kg/planta/m². Donde se pesó cada planta de sus hojas de las unidades experimentales de cada una de su área de cosecha.

2.5.6 Variables económicas

Para poder realizar este análisis económico se consideraron las siguientes variables: Costos de Producción, Ingresos de la producción y Relación beneficio/costo.

2.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO

2.6.1 Toma de muestras de suelo

La toma de muestras se realizó, para determinar sus características químicas y físicas del suelo, fueron tomadas a una profundidad de 20 cm, con ayuda de una pala se tomó seis muestras en invernadero, malla media y a campo abierto, luego se mezcló todas las submuestras para tener una muestra homogénea para luego cuartear obteniendo una muestra de un 1 kg el cual se embolso, etiqueto y se llevó al laboratorio de suelos de la facultad de ciencias agrícolas y forestales.

2.6.2 Preparación del terreno

Preparación de terreno a campo abierto

La preparación del suelo se inició un mes antes del trasplante, con un riego de inicio y luego se procedió:

- ✓ Arada: se realizó de forma mecanizada con una profundidad de 30 a 50 cm. Con el propósito de romper las capas compactadas.
- ✓ Rastrada: se realizó para fragmentar los terrenos y hará dos cruzadas de rastras. La primera pasada de la rastra se aprovechó para incorporar la materia orgánica.

Preparación de terreno en los ambientes protegido a malla media sombra y invernadero

- ✓ Arada: se realizó de forma mecanizada con un mini tractor con una profundidad de 30 a 40 cm. Con el propósito de romper las capas compactadas.
- ✓ Surcado: se realizó con tracción animal con un burro, formando surcos con un distanciamiento de 0,70cm entre surcos y 0,30 cm entre plantas.

2.6.3 Preparación de Semillero en bandejas

Se realizó la siembra en bandejas, para lograr la uniformidad en los plantines con sustrato de tierra vegetal bajo un ambiente protegido en un invernadero hasta que las plántulas tuvieran unos 8 a 10 cm de altura y que presente 4 a 5 hojas verdaderas.

2.6.4 Trasplante

Se realizó en hileras de surcos de 70 cm y 30 cm entre plantas, previo al trasplante el suelo debe tener un humedad suficiente o adecuada. Y se hará en horas de la tarde, y después del trasplante se hará un riego profundo por gravedad para asegurar un buen prendimiento y disminuir el estrés de las plántulas ocasionadas por esta actividad. El trasplante se realizó a una edad 70 días después del almácigo en fecha del 19 al 21 de diciembre de 2022, donde se tuvo por parcela un total de 60 plántulas en un área de 12,6m².

2.6.5 Riego

Se utilizó el sistema de riego por gravedad. Luego del trasplante se dará un riego cada dos días en la primera semana.

El riego se hizo de manera diferente en invernadero, malla media sombra y a campo abierto. Donde se hizo el riego de acuerdo a la necesidad del cultivo y en cuanto a la retención de la humedad que presente el suelo entre los diferentes ambientes. Y también aproximadamente de acuerdo a las condiciones climáticas que se presenten.

Donde se lo dio continuamente el riego en el invernadero durante su ciclo de vida del cultivo con un aproximado de frecuencia de 2 veces por semana. En campo abierto se realizó con una frecuencia de tres veces por semana de acuerdo a la necesidad del cultivo y a las condiciones del clima. En malla media sombra se hizo una frecuencia de una a la semana de acuerdo a la necesidad del cultivo.

2.6.6 Carpida y Aporque

Se realizó a un mes después del trasplante, Y se hizo con ayuda de tracción animal. Donde la carpida consistió en aflojar y mullir el suelo y posteriormente se realizó el aporque tomando en cuenta que el corazón del apio no se cubra con tierra, y se hizo el aporque con la finalidad para así poder facilitar la aireación del suelo e infiltración del agua, mejorando el desarrollo de las raíces. La labor del aporque se hizo una tres veces durante el ciclo del cultivo de apio.

2.6.7 Fertilización

La fertilización se realizó a los 20 días después del trasplante del cultivo una vez obtenida el análisis de suelo donde se aplicó de acuerdo al requerimiento del cultivo.

Y donde se aplicó a los 20 días después del trasplante el estiércol de gallinaza y fertilizantes químicos NPK 15-15-15 y También aplicamos la fertilización foliar, donde hicimos pulverizaciones cada 10 días hasta la cosecha y hasta que culmine su ciclo de producción.

2.6.8 Control de malezas

El control de malezas se hizo a los 18 días después del trasplante de manera química aplicando un herbicida selectivo, esto se hará en los primeros meses, luego se irá aplicando cuando se observe que hay presencias de malezas. Con el fin eliminar las malezas con el herbicida selectivo para así evitar la competencia en nutrientes, agua, luz y espacio.

2.6.9 Control fitosanitario

Los controles fitosanitarios se realizaron aplicando los principios de prevención y control mediante un monitoreo permanente, y nos permitió diagnosticar la presencia de problemas plagas y enfermedades. Se hizo pulverizaciones con fungicidas e insecticidas durante el desarrollo del cultivo.

Las aplicaciones fueron diferentes en invernadero y a campo abierto, malla media sombra, ya que en el invernadero no había lluvia y una humedad relativa menor, la que

fueron diferente a malla media sombra y a campo abierto, ya que estos se aplican más fungicidas por aire libre y a malla media sombra lo mismo.

En el cuadro 3 se muestran los productos fitosanitarios utilizados, ingrediente activo, nombre comercial.

Nº	Tipo de plaguicida	Ingrediente activo	Nombre comercial
1	Adherente	Aceite de soya	Aceite agrícola Carrier
2	Insecticida	Clorpyrifos	Paladín
3	Insecticida	Lambacialotrina	Zero 5 EC
4	Fungicida	Mancozeb+Metalixil	Ridomil
5	Fungicida	Macozeb	Candil 80
6	Fungicida	Fungobactericida	Fungobactericida
7	Fungicida	Tiofanato metílico	Acronis
8	Fungicida	Axostrobin + difeconazole	Amistar Top
9	Fungicida	Difeconazole Propiconazole	Taspa

Fuente: Elaboración propia 2023

2.6.10 Cosecha

La cosecha empezó en marzo hasta junio y se cosechaba cuando el cultivo alcanasaba el tamaño deseado para el mercado y que los peciolos tengan un tamaño adecuado. Y cosechando de manera escalonada solo las pencas de la planta y así obtendremos una cosecha aproximadamente 3 a 4 meses, siempre en cuando se dé un cuidado y las oportunas labores culturales durante el ciclo del cultivo.

La cosecha de realizo manualmente por tratamiento viendo las características fisiológicas, sacando hoja por hoja de la planta con un promedio de cinco hojas por planta. luego se procedió a pesar con una balanza para obtener los rendimientos del área de cosecha.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados que a continuación se presentan muestra el efecto de los factores estudiados en el presente trabajo de investigación que son las variedades y ambientes, y cómo influye en el comportamiento agronómico del cultivo de apio.

3.1 VARIABLE DE ESTUDIO ANCHO DE LA HOJA(CM) A LOS 30, 60, 90 DÍAS

El ancho de la hoja se evaluó cuando la planta de apio cumplió 30, 60 y 90 días después del trasplante.

3.1.1 Variable de estudio ancho de la hoja(cm) a los 30 días

Cuadro N°4 Ancho de la hoja(cm) para los 30 días

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	13,93	14,03	14,63	42,59	14,20
T2 (V1A2)	13,63	12,83	14,13	40,59	13,53
T3 (V1A3)	11,96	11,13	13,13	36,22	12,07
T4 (V2A1)	14,53	14,63	15,03	44,19	14,73
T5 (V2A2)	14,73	13,33	14,13	42,19	14,06
T6 (V2A3)	12,79	12,32	11,79	36,90	12,30
T7 (V3A1)	17,03	14,63	16,53	48,19	16,06
T8 (V3A2)	14,13	14,53	16,83	45,49	15,16
T9 (V3A3)	13,79	14,32	14,84	42,95	14,32
T10 (V4A1)	16,03	14,13	16,43	46,59	15,53
T11 (V4A2)	15,03	13,63	15,53	44,19	14,73
T12 (V4A3)	13,13	13,13	14,13	40,39	13,46
Suma	170,71	162,64	177,13	510,48	13,06

En el cuadro N° 4 se puede observar que el ancho de la hoja a los 30 días se obtuvo un mayor ancho de la hoja el T7 (V3A1) con 16,06 cm y el T10 (V4A1) con 15,53 cm. por último, los valores más bajos son el T11 (V4A2) 13,46 cm y el T12 (V4A3) con 13,06 cm de ancho de la hoja.

Cuadro N° 5. Interacción Variedad/Ambientes

A/V	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
A1 I	42,59	44,19	48,19	46,59	181,56	15,13
A2 MS	40,59	42,19	45,49	44,19	172,46	14,37
A3 CA	36,22	36,90	42,95	40,39	156,46	13,04
SUMA	119,40	123,28	136,63	131,17	510,48	
MEDIA	13,27	13,70	15,18	14,57		

De acuerdo con el cuadro N° 5 se puede evidenciar que la mejor interacción entre la variedad/ambiente fue la V3 con un promedio de 15,18 cm de ancho de la hoja y A1 con un promedio de 15,13 cm de ancho de la hoja de las cosechas.

Cuadro 6 Análisis de varianza para el ancho de la hoja (cm) a los 30 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab		Sig
					0,05	0,01	
Tratamientos	11	47,65	4,33	9,89	2,26	3,18	**
Réplicas	2	8,79	4,39	10,03	3,44	5,72	**
Factor V Variedad	3	20,02	6,67	15,23	3,05	4,82	**
Factor A Ambiente	2	26,91	13,46	30,71	3,44	5,72	**
Interacción V/A	6	0,71	0,12	0,27	2,55	3,76	NS
Error	22	9,64	0,44				
Total	35	66,07					
CV: 4,67 %							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

**: Altamente Significativo 1 %

Según el análisis de varianza para el ancho de la hoja por planta. Existe diferencias altamente significativas para la fuente de variación de los tratamientos, bloques, en el factor variedad y ambiente. Lo que indica que las diferentes variedades influyen en el ancho de la hoja, tanto para el invernadero, malla media sombra y para el campo abierto, es decir que los dos factores son dependientes una de la otra. Por lo tanto, se debe realizar la prueba de comparación de medias de Duncan.

La interacción tipo variedades y ambientes, no presentaron diferencias significativas, es decir que los factores son independientes en el ancho de hoja.

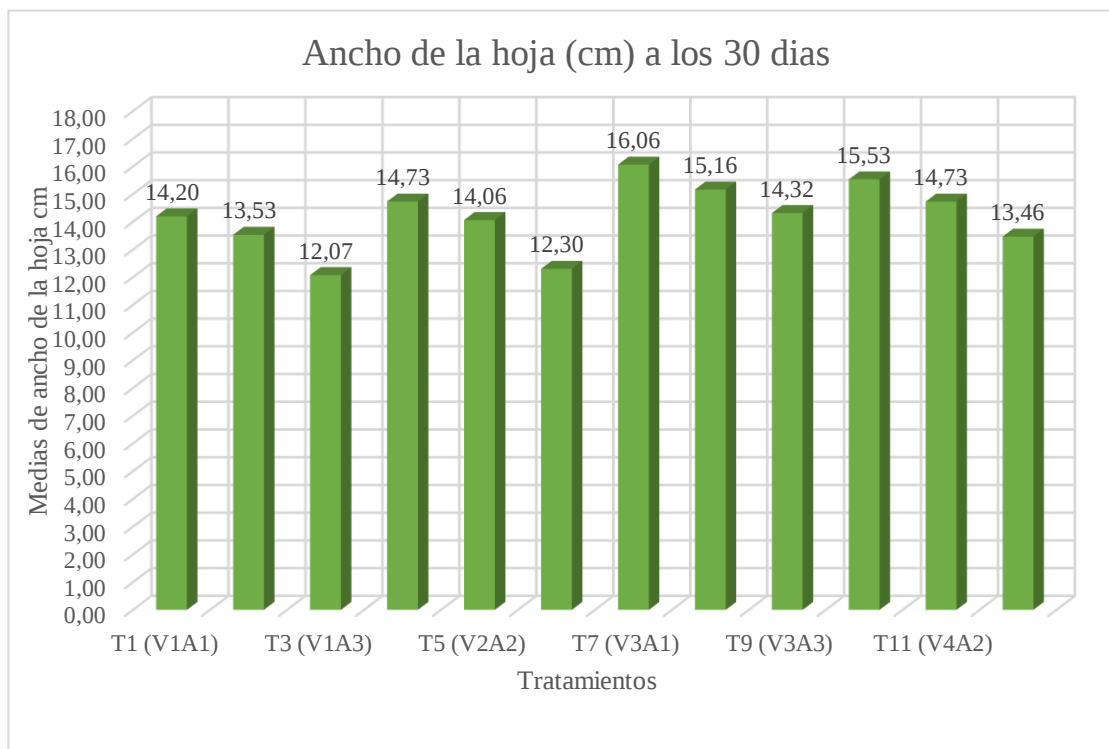
El coeficiente de variación 4,67% que nos indica que los datos obtenidos en campo son confiables.

Cuadro 7. Prueba de Duncan (5%) para el ancho de hoja (cm) a los 30 días.

Tratamientos	Media (ancho de hoja cm)	Duncan (0,05) Clasificación
T7 (V3A1)	16,06	A
T10 (V4A1)	15,53	AB
T8 (V3A2)	15,16	ABC
T4 (V2A1)	14,73	BCD
T11 (V4A2)	14,73	BCD
T9 (V3A3)	14,32	BCDE
T1 (V1A1)	14,20	CDE
T5 (V2A2)	14,06	CDE
T2 (V1A2)	13,53	DEF
T12 (V4A3)	13,46	EF
T6 (V2A3)	12,30	FG
T3 (V1A3)	12,07	G

En el cuadro 7, se observa la prueba de Duncan a un nivel de significancia de 0,05%, que si hay diferencias significativas en el ancho de la hoja en los tratamientos en estudio. Donde se llegó a determinar que invernadero tuvo el mejor tratamiento de ancho de hoja de 16,06 cm, sin embargo, no hay diferencias con el T10 (V4A1) y T8 (V3A2) y los tratamientos que ocuparon los últimos lugares son T6 (V2A3) con 12,30cm y T3 (V1A3) con 12,07 cm de ancho de la hoja. Por los resultados se afirma que los tratamientos son diferentes porque las variedades reaccionan de diferente manera a los diferentes ambientes en estudio a los 30 días.

Gráfico N.º 1 Promedio de ancho de la hoja(cm) para los diferentes tratamientos a los 30 días



En la gráfica N°1 que nos indica la interacción VXA(variedades x ambientes) en la evaluación de la variable ancho de la hoja de la planta, se observa que el mayor promedio esta compartido por la interacción del T7 (David RZ x Invernadero) con un promedio 16,06 cm/planta; tratamiento T10 (Sedano x Invernadero) con un promedio 15,53 cm/planta; tratamiento T8(David x Malla media sombra) con un promedio de 15,16; tratamiento T4(Istar x invernadero). En tanto que, con la menor respuesta se encuentra la interacción del T3 V1XA3(Tall utahxcampo abierto) con 12,07 cm/planta.

Vigliola (1992), 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.

3.1.2 Variable de estudio ancho de la hoja (cm) a los 60 días

Cuadro N°8 Ancho de la hoja(cm) para los 60 días

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	32,23	33,79	35,46	101,48	33,83
T2 (V1A2)	33,64	34,41	33,03	101,08	33,69
T3 (V1A3)	35,55	32,25	35,46	103,26	34,42
T4 (V2A1)	30,31	32,09	33,41	95,81	31,94
T5 (V2A2)	30,85	31,39	33,26	95,50	31,83
T6 (V2A3)	28,74	33,39	33,54	95,67	31,89
T7 (V3A1)	32,19	31,30	36,00	99,49	33,16
T8 (V3A2)	34,74	33,56	31,90	100,20	33,40
T9 (V3A3)	34,82	33,18	35,37	103,37	34,46
T10 (V4A1)	34,01	32,93	32,79	99,73	33,24
T11 (V4A2)	32,24	33,69	31,84	97,77	32,59
T12 (V4A3)	34,60	34,44	34,34	103,38	34,46
Suma	393,92	396,42	406,40	1196,74	33,24

En el cuadro N°8 se puede observar que el ancho de la hoja a los 60 días se obtuvo un mayor ancho de la hoja el T12 (V4A3) con 34,46 cm y el T9 (V3A3) con 34,46 cm. por último, los valores más bajos son el T4 (V2A1), T5 (V2A2) y T6 (V2A3) con 31,8 cm de ancho de la hoja.

Cuadro N° 9. Interacción Variedad/Ambientes

A/V	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
A1 I	101,48	95,81	99,49	99,73	396,51	33,04
A2 MS	101,08	95,50	100,20	97,77	394,55	32,88
A3 CA	103,26	95,67	103,37	103,38	405,68	33,81
SUMA	305,82	286,98	303,06	300,88	1196,74	
MEDIA	33,98	31,89	33,67	33,43		

De acuerdo con el cuadro N° 9 se puede evidenciar que la mejor interacción entre la variedad/ambiente fue la V1 con un promedio de 33,98 cm de ancho de la hoja y A3 con un promedio de 33,81 cm de ancho de la hoja de las cosechas.

Cuadro 10 Análisis de varianza para el ancho de la hoja (cm) a los 60 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab		Sig
					0,05	0,01	
Tratamientos	11	32,59	2,96	1,28	2,26	3,18	NS
Réplicas	2	7,27	3,63	1,57	3,44	5,72	NS
Factor V Variedad	3	23,43	7,81	3,38	3,05	4,82	*
Factor A Ambiente	2	5,88	2,94	1,27	3,44	5,72	NS
Interacción V/A	6	3,28	0,55	0,24	2,55	3,76	NS
Error	22	50,86	2,31				
Total	35	90,72					
CV: 4,57 %							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

**: Altamente Significativo 1 %

Como se observa en el cuadro 10, el análisis de varianza aplicado para el diseño en bloques al azar, se obtuvo f calculada mayor a la f tabulada en factor variedad, por lo tanto, existe diferencia significativa en relación al ancho de hoja, la cual corresponde a que al menos unas de las variedades evaluadas reaccionan diferente en los ambientes.

En la interacción tipos de ambientes y variedades de apio, no presentaron diferencias significativas, es decir, que los dos factores son independientes en la variable ancho de la hoja.

El coeficiente de variación es de 4,57% el cual muestra la confiabilidad de los datos obtenidos y analizados en el presente trabajo de investigación.

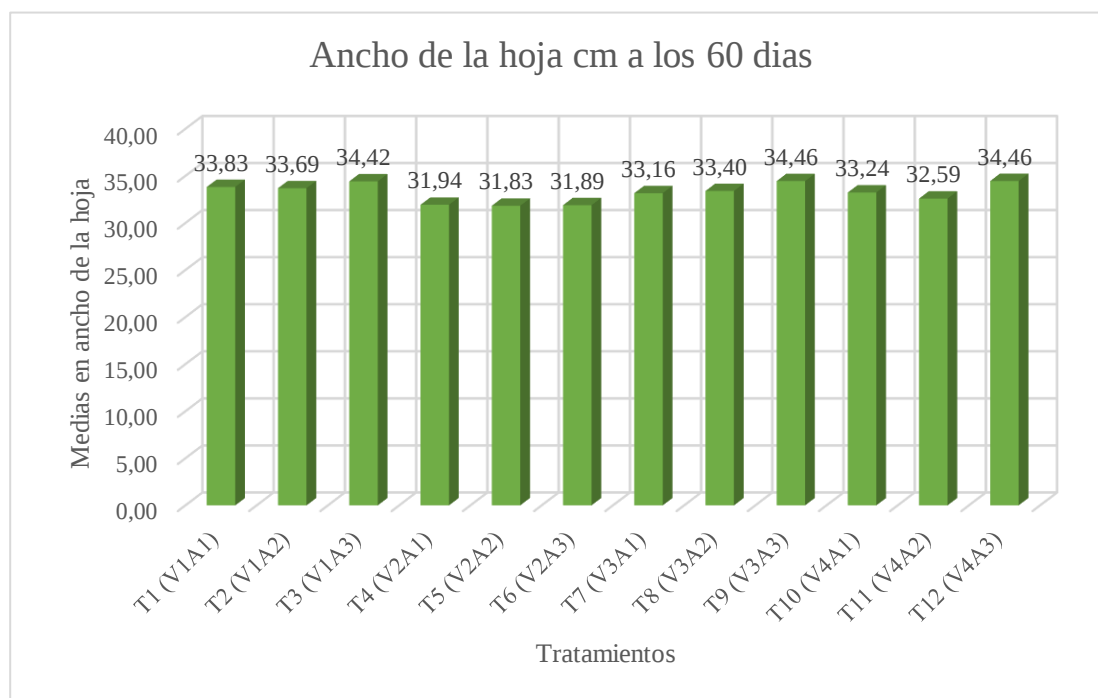
Cuadro 11. Prueba de Duncan (5%) para el ancho de hoja (cm) a los 60 días

Tratamientos	Media (ancho de hoja cm)	Duncan (0,05) Clasificación
T12 (V4A3)	34,46	A
T9 (V3A3)	34,46	A
T3 (V1A3)	34,42	A
T1 (V1A1)	33,83	A
T2 (V1A2)	33,69	A
T8 (V3A2)	33,40	A

T10 (V4A1)	33,24	A
T7 (V3A1)	33,16	A
T11 (V4A2)	32,59	A
T4 (V2A1)	31,94	A
T6 (V2A3)	31,89	A
T5 (V2A2)	31,83	A

En el cuadro N°11, se observa la prueba de Duncan para el ancho de la hoja a sesenta días muestra que entre las cuatro variedades de apio, no existe diferencia estadística en cuanto al ancho de hoja. Se puede observar que el mejor tratamiento T12 (V4x A3) con 34,46 cm; T9 (V3A3); T3 (V1A3). Asimismo, señalar que los tratamientos restantes muestran datos similares, por lo cual no existe un tratamiento de bajo promedio en la variable ancho de la hoja a los 60 días.

Gráfico N.º 2 Promedio de ancho de la hoja(cm) para los diferentes tratamientos a los 60 días



Según la gráfica N°2 sobre el ancho de la hoja a los 60 días, se observa que no existe diferencias significativas entre las variedades y ambientes, donde los tratamientos llegaron a igualarse tanto invernadero, malla media sombra y campo abierto. Obteniendo un mayor promedio de en ancho de la hoja en el tratamiento T12 (V4A3)

con 34,46 cm; T9 (V3A3) con 34,46cm; T3 (V1A3) con 34,42cm. Asimismo, señalar que los tratamientos restantes muestran datos similares al desarrollo de la hoja no mostrando diferencias entre las variedades utilizadas.

3.1.3 Variable de estudio ancho de la hoja(cm) a los 90 días

Cuadro N°12 Ancho de la hoja(cm) para los 90 días

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	42,01	43,83	42,87	128,71	42,90
T2 (V1A2)	42,07	43,18	42,47	127,72	42,57
T3 (V1A3)	40,52	42,11	43,43	126,06	42,02
T4 (V2A1)	44,81	39,65	37,60	122,06	40,69
T5 (V2A2)	37,32	38,81	39,50	115,63	38,54
T6 (V2A3)	39,97	40,67	40,92	121,56	40,52
T7 (V3A1)	40,27	37,04	41,25	118,56	39,52
T8 (V3A2)	38,87	39,59	39,26	117,72	39,24
T9 (V3A3)	40,56	38,83	40,31	119,70	39,90
T10 (V4A1)	40,70	38,12	36,64	115,46	38,49
T11 (V4A2)	39,28	37,85	40,44	117,56	39,19
T12 (V4A3)	41,47	40,34	41,14	122,95	40,98
Suma	487,85	480,02	485,83	1453,70	40,38

En el cuadro N°12 se puede observar que el ancho de la hoja a los 90 días se obtuvo un mayor ancho de la hoja el T1 (V1A1) con 42,90 cm y el T2 (V1A2) con 42,57 cm. por último, los valores más bajos son el T5 (V2A2) y T10 (V4A1) con 38,50 cm de ancho de la hoja.

Cuadro N°13. Interacción Variedad/Ambientes

A/V	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
A1 I	128,71	122,06	118,56	115,46	484,79	40,40
A2 MS	127,72	115,63	117,72	117,56	478,64	39,89
A3 CA	126,06	121,56	119,70	122,95	490,27	40,86
SUMA	382,49	359,26	355,98	355,97	1453,70	
MEDIA	42,50	39,92	39,55	39,55		

De acuerdo con el cuadro N.º 13 se puede evidenciar que la mejor interacción entre la variedad/ambiente fue la V1, con un promedio de 42,50 cm de ancho de la hoja y A3 con un promedio de 40,86 cm de ancho de la hoja de las cosechas.

Cuadro 14 Análisis de varianza para el ancho de la hoja (cm) a los 90 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab		Sig
					0,05	0,01	
Tratamientos	11	74,98	6,82	2,56	2,26	3,18	*
Réplicas	2	2,76	1,38	0,52	3,44	5,72	NS
Factor V Variedad	3	54,64	18,21	6,84	3,05	4,82	NS
Factor A Ambiente	2	5,65	2,82	1,06	3,44	5,72	NS
Interacción V/A	6	14,69	2,45	0,92	2,55	3,76	NS
Error	22	58,59	2,66				
Total	35	136,33					
CV: 4,04 %							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

**: Altamente Significativo 1 %

Realizado el análisis de varianza para el ancho de la hoja, se observa que existe diferencia significativa para la fuente de variación tratamiento al nivel de 0,05 en relación para el ancho de las hojas. Lo que indica que los tratamientos influyen y presentan diferentes datos de anchos de hojas en el cultivo de apio.

Para la fuente de variación en bloques, factor variedad, factor ambiente y interacción se puede observar que el resultado no es significativo, cada fuente de variación es independiente entre sí para el desarrollo de la planta. El coeficiente de variación fue de 4,04%, que indica que los datos obtenidos son confiables y que hubo un buen manejo de las unidades experimentales.

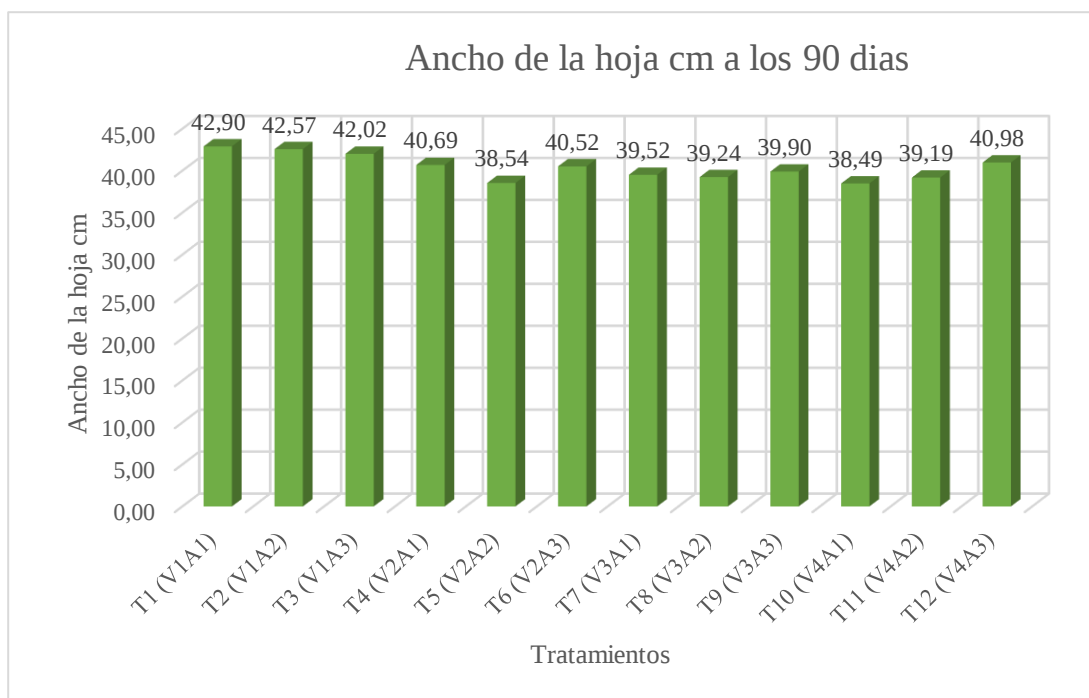
Cuadro 15. Prueba de Duncan (5%) para el ancho de hoja (cm) a los 90 días

Tratamientos	Media cm (ancho de hoja cm)	Duncan (0,05) Clasificación
T1 (V1A1)	42,90	A
T2 (V1A2)	42,57	A

T3 (V1A3)	42,02	AB
T12 (V4A3)	40,98	ABC
T4 (V2A1)	40,69	ABC
T6 (V2A3)	40,52	ABC
T9 (V3A3)	39,90	ABC
T7 (V3A1)	39,52	BC
T8 (V3A2)	39,24	BC
T11 (V4A2)	39,19	BC
T5 (V2A2)	38,54	C
T10 (V4A1)	38,49	C

Como se observa en la comparación de medias de Duncan en la que se expresa doce grupos de análisis, donde se muestra que para una variedad tall Utah 52-70R, el ancho de hoja es 42,90 cm, que es el registro más alto en invernadero, y tenemos también la misma variedad tall Utah con un registro de 42,57 cm de ancho de la hoja a malla media sombra y de igual manera en campo abierto de 42,02 cm de ancho, siendo esta variedad para los tres ambientes teniendo los mejores resultado a los 90 días del ancho de la hoja. A si mismo las siguientes variedades Sedano F1, Istar y David RZ son estadísticamente similares con una media de 40,98cm, 40,69cm, 39,90 cm.

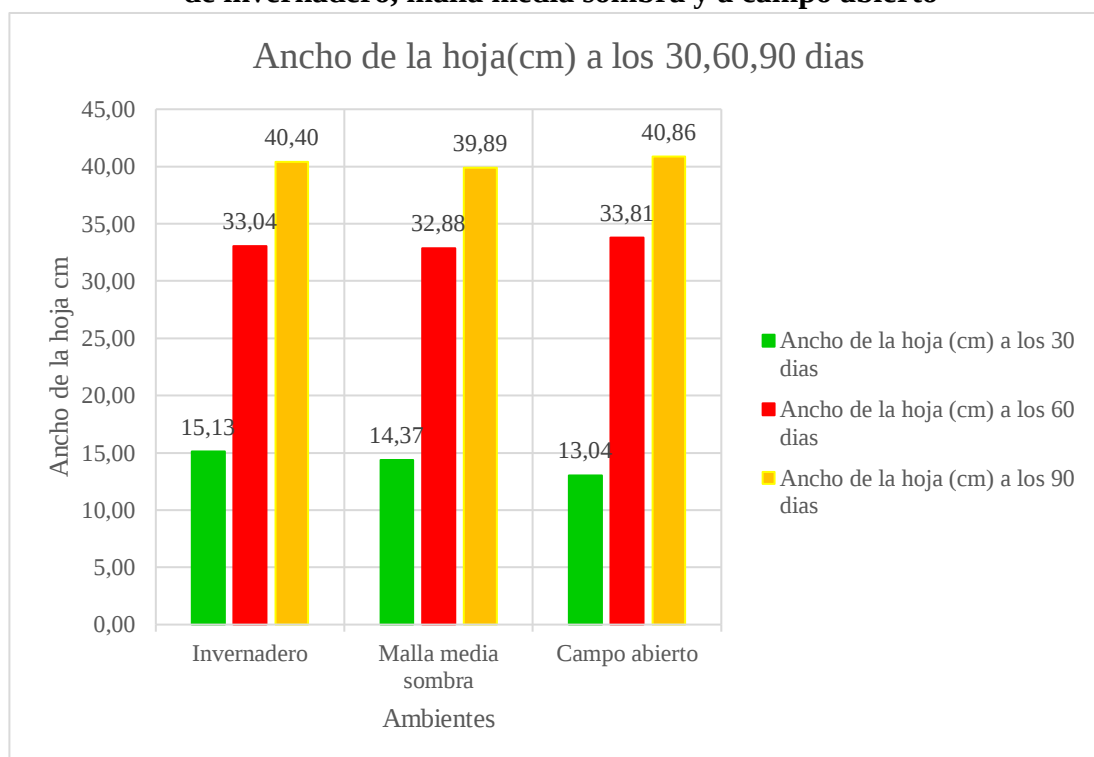
Gráfico N.º 3 Promedio de ancho de la hoja (cm) para los diferentes tratamientos a los 90 días



Como se puede observar en la gráfica N° 3 para el parámetro ancho de la hoja a los 90 días, nos muestra que el tratamiento de mayor número de promedio es la variedad Tall Utah con 42,90 cm, en invernadero, y en malla media sombra y a campo abierto llegaron a los mismos resultados los tratamientos T2 (V1X A2) con 42,57 cm; T3(V1xA3) con 42,02cm; en tanto el menor promedio es tratamiento T10(VAxA1) con 38,49cm.

Gabriel Saavedra (2017), indica que las plantas forman hojas individuales en una sucesión, pero la tasa de formación incrementa con aumentos de la intensidad de luz recibida a una temperatura constante y también aumenta cuando la luz es constante y la temperatura incrementa. El ancho y largo de las hojas se ven directamente influenciados por el largo del día y la intensidad lumínica. Día largo y alta intensidad lumínica, como en primavera, incrementan el ancho de las hojas, mientras que días cortos y baja intensidad lumínica, como en invierno, estimulan el alargamiento de las hojas.

Gráfico N°4 Promedio ancho de la hoja (cm) del cultivo de apio bajo condiciones de invernadero, malla media sombra y a campo abierto



3.2 VARIABLE DE ESTUDIO NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA LOS 30, 60, 90 DÍAS

3.2.1 Variable de estudio número de hojas a los 30 días

El número de hojas se evaluó cuando la planta de apio cumplió 30 días después del trasplante, los datos evaluados se presentan en sección anexo.

Cuadro N°16 número de hojas por planta a los 30 días

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	6,50	6,45	6,36	19,32	6,44
T2 (V1A2)	6,50	6,60	6,60	19,70	6,57
T3 (V1A3)	6,50	6,45	6,36	19,32	6,44
T4 (V2A1)	6,70	6,50	6,90	20,10	6,70
T5 (V2A2)	6,40	6,50	6,50	19,40	6,47
T6 (V2A3)	6,00	6,20	6,30	18,50	6,17
T7 (V3A1)	6,70	6,90	7,00	20,60	6,87
T8 (V3A2)	6,80	6,60	6,90	20,30	6,77
T9 (V3A3)	6,30	6,00	6,70	19,00	6,33
T10 (V4A1)	6,50	6,70	6,90	20,10	6,70
T11 (V4A2)	6,80	6,50	6,90	20,20	6,73
T12 (V4A3)	6,40	6,20	6,30	18,90	6,30
Suma	78,10	77,61	79,73	235,44	6,54

En el cuadro N°16 se puede observar que el ancho de la hoja a los 30 días no presenta diferencia significativa en el número de hojas a los 30 días, donde se obtuvo un promedio de 7 hojas por planta.

Cuadro N° 17. Interacción Variedad/Ambientes

A/B	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
C1 I	19,32	20,10	20,60	20,10	80,12	6,68
C2 MS	19,70	19,40	20,30	20,20	79,60	6,63
C3 CA	19,32	18,50	19,00	18,90	75,72	6,31
SUMA	58,34	58,00	59,90	59,20	235,44	
MEDIA	6,48	6,44	6,66	6,58		

De acuerdo con el cuadro N.º 17 se puede evidenciar que la mejor interacción entre la variedad/ambiente fue la V4 con un promedio de 6,58 cm de ancho de la hoja y A1 con un promedio de 6,68 cm de número de hojas por planta.

Cuadro N°18 Análisis de varianza para número de hojas a los 30 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab		Sig
					0,05	0,01	
Tratamientos	11,00	1,54	0,14	6,39	2,26	3,18	**
Replicas	2,00	0,20	0,10	4,68	3,44	5,72	*
Factor V Variedad	3,00	0,25	0,08	3,74	3,05	4,82	*
Factor A Ambiente	2,00	0,96	0,48	22,04	3,44	5,72	**
Interacción V/A	6,00	0,33	0,05	2,50	2,55	3,76	NS
Error	22,00	0,48	0,02				
Total	35,00	2,22					
CV: 2,26 %							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

**: Altamente Significativo 1 %

En el cuadro N.º 4 muestra el análisis de varianza para el número de hojas, en las que se identifican que los tratamientos y bloques muestran diferencias altamente significativas lo cual nos indica que el número de hojas es diferente en un tratamiento

Para el factor variedad nos muestra que existe diferencias significativas entre variedades, lo que indica que las variedades tuvieron influencia en el número de hojas.

En cuanto al factor ambiente muestra que existe diferencia altamente significativa al 0,05, por lo que se concluye que el factor ambiente tuvo influencia en el número de hojas.

Para la interacción se puede observar que el resultado es no significativo entre variedad y ambiente, cada factor es independiente. El coeficiente de variación 2,26%, indica que hubo un buen manejo de unidades experimentales, y los datos son confiables.

Cuadro N° 19. Prueba de Duncan (5%) para el número de hojas a los 30 días

Tratamientos	Media (Número de hojas)	Duncan (0,05) Clasificación
T7 (V3A1)	7	A
T8 (V3A2)	7	A
T11 (V4A2)	7	A
T4 (V2A1)	7	A
T10 (V4A1)	7	A
T2 (V1A2)	7	A
T5 (V2A2)	6	B
T1 (V1A1)	6	B
T3 (V1A3)	6	B
T9 (V3A3)	6	B
T12 (V4A3)	6	B
T6 (V2A3)	6	B

Según la prueba de Duncan al 5%, para la variable de número de hojas a los 30 días. Se puede observar que el tratamiento mejor es el grupo A, lo cual que en este grupo se encuentran el T7 (V3A1), T8 (V3A2), T11 (V4A2), T4 (V2A1), T10 (V4A1) y T2 (V1A2) con un promedio de 7 hojas/planta. seguimos con el grupo B donde se encuentra los demás tratamientos con un promedio de 6 pencas/plantas. por lo cual en número de hojas de las variedades de apio son dependientes una de la otra, es decir que el ambiente influye en el número de hojas.

Gráfico N.º 4 Promedio de número de hojas para los diferentes tratamientos a los 30 días

Como se puede observar en la gráfica N.º4, donde nos muestra el promedio obtenido del número de hojas por planta a los 30 días. Podemos observar el mayor número de hojas en la interacción de los tratamientos T7 (V3A1), T8 (V3A2), T11 (V4A2), T4 (V2A1)

T10 (V4A1), T2 (V1A2) con número de hojas 7 a los 30 días después del trasplante.

Y a si mismo un número de 6 hojas de los demás tratamientos T5 (V2A2), T1 (V1A1), T3 (V1A3), T9 (V3A3), T12 (V4A3), T6 (V2A3).

Lo cual las diferencias en el número de hojas por planta son significativas y variación de una a la otra.

Según la FAO (2001), la temperatura afecta la tasa de desarrollo de la planta a través de sus distintas fases y la producción de hojas, tallos y otros componentes. Todos los procesos fisiológicos de la planta ocurren más rápidamente a medida que la temperatura aumenta entre una temperatura base y una temperatura óptima; más adelante se discute la estimación de estos efectos. Un buen manejo del cultivo puede contrarrestar más fácilmente los efectos negativos de las altas temperaturas que los de las bajas temperaturas, especialmente de las heladas.

3.2.2 Variable de estudio número de hojas a los 60 días

Cuadro N° 20 número de hojas por planta a los 60 días

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	10,10	10,90	11,00	32,00	10,67
T2 (V1A2)	10,50	11,10	11,20	32,80	10,93
T3 (V1A3)	10,30	11,60	11,80	33,70	11,23
T4 (V2A1)	10,60	10,50	10,70	31,80	10,60
T5 (V2A2)	11,00	10,80	10,50	32,30	10,77
T6 (V2A3)	10,40	10,90	12,20	33,50	11,17
T7 (V3A1)	9,60	9,70	10,80	30,10	10,03
T8 (V3A2)	11,00	10,70	10,70	32,40	10,80

T9 (V3A3)	10,40	10,90	11,90	33,20	11,07
T10 (V4A1)	9,90	10,40	10,80	31,10	10,37
T11 (V4A2)	10,40	10,50	10,60	31,50	10,50
T12 (V4A3)	10,00	11,00	11,80	32,80	10,93
Suma	124,20	129,00	134,00	387,20	10,76

En el cuadro N° 20 se puede observar que el número de hojas a los 60 días presenta en la mayoría de los tratamientos 11 hojas por planta.

Cuadro N° 21. Interacción Variedad/Ambientes

A/V	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
A1 I	32,00	31,80	30,10	31,10	125,00	10,42
A2 MS	32,80	32,30	32,40	31,50	129,00	10,75
A3 CA	33,70	33,50	33,20	32,80	133,20	11,10
SUMA	98,50	97,60	95,70	95,40	387,20	
MEDIA	10,94	10,84	10,63	10,60		

De acuerdo con el cuadro N.º 21 se puede evidenciar que la mejor interacción entre la variedad/ambiente fue la V1 con un promedio de 10,94 número de hojas cm y A3 con un promedio de 11,10 de número de hojas por planta.

Cuadro 22 Análisis de varianza para número de hojas a los 60 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab		Sig
					0,05	0,01	
Tratamientos	11,00	3,99	0,36	1,93	2,26	3,18	NS
Réplicas	2,00	4,00	2,00	10,64	3,44	5,72	**
Factor V Variedad	3,00	0,74	0,25	1,32	3,05	4,82	NS
Factor A Ambiente	2,00	2,80	1,40	7,45	3,44	5,72	**
Interacción V/A	6,00	0,44	0,07	0,39	2,55	3,76	NS
Error	22,00	4,14	0,19				
Total	35,00	12,13					
CV: 4,03%							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

** : Altamente Significativo 1 %

De acuerdo al análisis de varianza de número de hojas a los 60 días, se aprecia que no existen diferencias significativas estadísticamente en los tratamientos y variedades. y en la interacción tipo variedades y ambientes, no presentaron diferencias significativas, es decir que los dos factores son independientes en la variable número de hojas.

Para fuentes de variación de bloques y factor ambiente se presentaron diferencias altamente significativas, por se concluye que el factor ambiente influye en el número de hojas del cultivo de apio, es pertinente realizar la prueba de medias de Duncan.

El coeficiente de variación fue de 4,03%, que indica que hubo un buen manejo de unidades experimentales.

Cuadro 23. Prueba de Duncan (5%) para el número de hojas a los 60 días

Tratamientos	Media (Número de hojas)	Duncan (0,05) Clasificación
T3 (V1A3)	11	A
T6 (V2A3)	11	A
T9 (V3A3)	11	A
T2 (V1A2)	11	A
T12 (V4A3)	11	A
T8 (V3A2)	11	A
T5 (V2A2)	11	A
T1 (V1A1)	11	A
T4 (V2A1)	11	A
T11 (V4A2)	11	A
T10 (V4A1)	10	B
T7 (V3A1)	10	B

En el cuadro de comparación de medias de Duncan al 5% se puede observar que el mejor tratamiento respecto al número de hojas a los 60 días que alcanzo la planta, son del grupo A en los respectivos ambientes con un promedio de 11 hojas por planta y como bajo promedio T10 (V4A1) T7 (V3A1) con un promedio de 10 hojas por planta. Por lo cual en número de hojas de las variedades de apio son dependientes una de la otra, es decir que el ambiente influye en el número de hojas.

Gráfico N.º 5 Promedio de número de hojas para los diferentes tratamientos a los 60 días



En la gráfica N° 5 de número de hojas a los 60 días podemos observar como mejor tratamiento la utilización T3 (Tall Utah 52-70R), T6(Istar),T9 (David RZ) en campo abierto con promedio de 11 hojas por planta. Estos resultados ponen en manifiesto que el número de hojas de la planta depende de las variedades y del ambiente.

Según la FAO (2001), el crecimiento del cultivo está determinado en primer lugar por la cantidad de radiación solar que puede interceptar y usar durante su vida. Un exceso de radiación raramente es un problema, siempre que estén disponibles agua y nutrientes. Para obtener rendimientos altos las hojas deberán crecer y cubrir la superficie del suelo tan pronto como sea posible después de la siembra. Si este proceso se demora, la radiación solar se pierde en forma de calor incorporado al suelo desnudo, evaporando la humedad del suelo. La radiación solar es especialmente importante para el rendimiento.

3.2.3 Variable de estudio número de hojas a los 90 días

Cuadro N°24 número de hojas por planta a los 90 días

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	12,70	13,80	12,90	39,40	13,13
T2 (V1A2)	12,10	13,30	13,60	39,00	13,00
T3 (V1A3)	14,30	12,40	14,10	40,80	13,60
T4 (V2A1)	12,88	14,00	14,43	41,30	13,77
T5 (V2A2)	14,10	14,30	14,40	42,80	14,27
T6 (V2A3)	12,10	13,56	13,30	38,96	12,99
T7 (V3A1)	13,90	13,50	14,40	41,80	13,93
T8 (V3A2)	13,60	13,90	14,10	41,60	13,87
T9 (V3A3)	13,10	13,80	14,40	41,30	13,77
T10 (V4A1)	14,00	15,20	13,33	42,53	14,18
T11 (V4A2)	13,30	13,60	13,60	40,50	13,50
T12 (V4A3)	13,30	14,00	13,50	40,80	13,60
Suma	159,38	165,36	166,06	490,79	13,63

En el cuadro se puede observar que el ancho de la hoja a los 30 días no presenta diferencia significativa en el número de hojas a los 90 días, donde se obtuvo un promedio de 14 hojas por planta.

Cuadro N° 25. Interacción Variedad/Ambientes

A/V	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
A1 I	39,40	41,30	41,80	42,53	165,04	13,75
A2 MS	39,00	42,80	41,60	40,50	163,90	13,66
A3 CA	40,80	38,96	41,30	40,80	161,86	13,49
SUMA	119,20	123,06	124,70	123,83	490,79	
MEDIA	13,24	13,67	13,86	13,76		

De acuerdo con el cuadro N.º 25 se puede evidenciar que la mejor interacción entre la variedad/ambiente fue la V1 con un promedio de 13,86 número de hojas cm y A3 con un promedio de 13,75 de número de hojas por planta.

Cuadro 26 Análisis de varianza para número de hojas a los 90 días

Fuentes de variación	de GL	SC	CM	Fcal	Ftab		Sig
					0,05	0,01	
Tratamientos	11,00	5,91	0,54	1,49	2,26	3,18	NS
Réplicas	2,00	2,25	1,12	3,13	3,44	5,72	NS
Factor V Variedad	3,00	1,96	0,65	1,82	3,05	4,82	NS
Factor A Ambiente	2,00	0,43	0,22	0,60	3,44	5,72	NS
Interacción V/A	6,00	3,51	0,59	1,63	2,55	3,76	NS
Error	22,00	7,91	0,36				
Total	35,00	16,07					
CV: 4,40%							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

**: Altamente Significativo 1 %

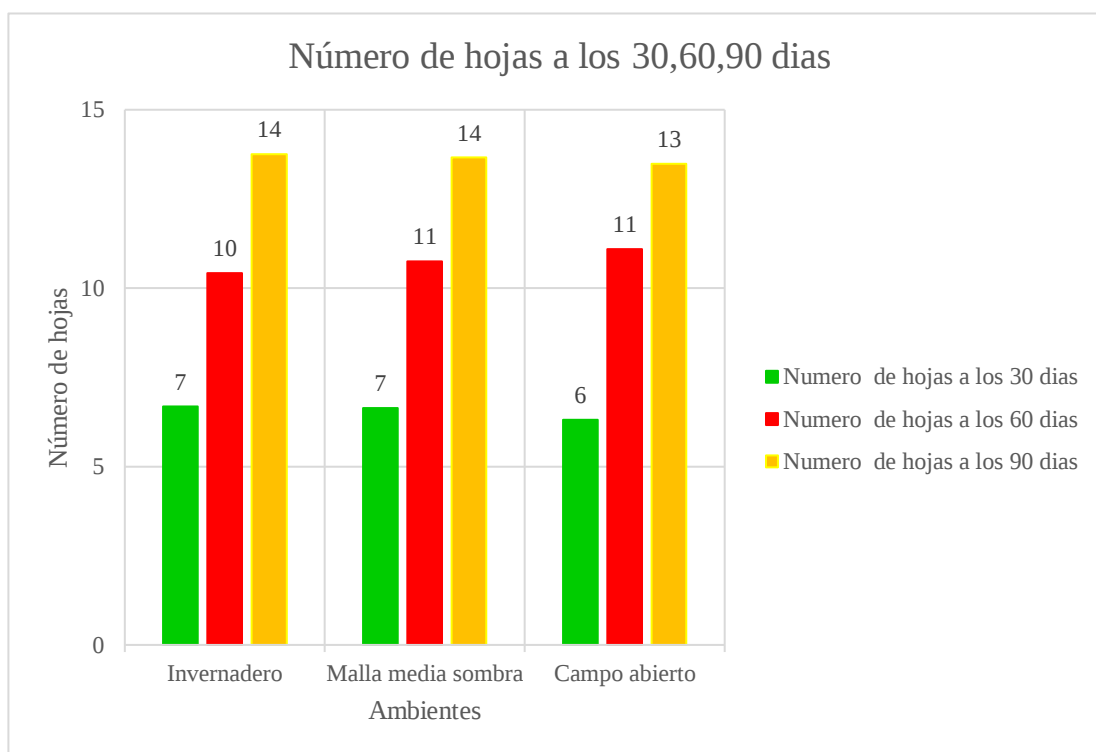
Realizado el análisis de varianza para el número de hojas a los 90 días, se observa que no existe diferencia estadística entre los tratamientos, bloques, variedades, ambientes y la interacción de variedades por ambientes; eso indica que las variedades son independientes a los 90 días entre los ambientes y viceversa. Así mismo se observa que el coeficiente de variación es de 4,40% lo que nos indica que los datos son confiables.

Gráfico N.º 6 Promedio de número de hojas para los diferentes tratamientos a los 90 días



Como se puede observar en la gráfica N.º6 del número de hojas a los 90 días, que no existe variación entre variedades y ambientes presentándose los promedios para el número de hojas similares en los tratamientos. Donde los T5 (V2A2), T10 (V4A1), T7 (V3A1), T8 (V3A2), T4 (V2A1), T9 (V3A3), T3 (V1A3), T12 (V4A3). T11 (V4A2) con un promedio de 14 hojas/planta. Por último, encontramos los tratamientos T1 (V1A1), T2 (V1A2) y T6 (V2A3) con un menor promedio 13 hojas/planta. Por los resultados obtenidos podemos afirmar que el número de hojas a los 90 días son estadísticamente iguales, es decir que el ambiente y variedades son factores dependientes.

Gráfico N°7 Número de hojas por planta del cultivo de apio bajo condiciones de invernadero, malla media sombra y a campo abierto



3.3 VARIABLE DE ESTUDIO DIÁMETRO (CM) DE LA PLANTA DE APIO A LOS 30, 60, 90 DÍAS

3.3.1 Variable: Diámetro (cm) de la planta (30 días)

Cuadro N°27 Diámetro de la planta(cm) a los 30 días

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	1,5535	1,486	1,5255	4,57	1,52
T2 (V1A2)	1,4335	1,376	1,4755	4,29	1,43
T3 (V1A3)	1,2935	1,256	1,3755	3,93	1,31
T4 (V2A1)	1,5835	1,556	1,7055	4,85	1,62
T5 (V2A2)	1,6335	1,536	1,7125	4,88	1,63
T6 (V2A3)	1,5045	1,492	1,503	4,50	1,50
T7 (V3A1)	1,7135	1,746	1,8055	5,27	1,76
T8 (V3A2)	1,7935	1,656	1,7955	5,25	1,75
T9 (V3A3)	1,6185	1,612	1,71	4,94	1,65
T10 (V4A1)	1,6835	1,806	1,7455	5,24	1,75
T11 (V4A2)	1,6535	1,656	1,7455	5,06	1,69
T12 (V4A3)	1,6435	1,556	1,7555	4,96	1,65
Suma	19,108	18,734	19,855	57,70	1,60

De acuerdo con el cuadro N° 27, indica que no hay diferencia ya que la mayoría de los tratamientos obtuvieron 2 cm de diámetro y por último el menor diámetro es el T3 (V1A3) con un 1,3 cm de diámetro.

Cuadro N° 28. Interacción Variedad/Ambientes

A/V	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
A1 I	4,57	4,85	5,27	5,24	19,91	1,66
A2 MS	4,29	4,88	5,25	5,06	19,47	1,62
A3 CA	3,93	4,50	4,94	4,96	18,32	1,53
SUMA	12,78	14,23	15,45	15,25	57,70	
MEDIA	1,42	1,58	1,72	1,69		

De acuerdo con el cuadro N.º 28 se puede evidenciar que la mejor interacción entre la variedad/ambiente fue la V3 con un promedio de 1,72 cm de diámetro y A1 con un promedio de 1,66 cm de diámetro de macolla.

Cuadro 29 Análisis de varianza para diámetro (cm) de la planta a los 30 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab		Sig
					0,05	0,01	
Tratamientos	11	0,63	0,06	28,09	2,26	3,18	**
Replicas	2	0,05	0,03	13,27	3,44	5,72	**
Factor V Variedad	3	0,50	0,17	81,22	3,05	4,82	**
Factor A Ambiente	2	0,11	0,06	27,43	3,44	5,72	**
Interacción V/A	6	0,02	0,00	1,76	2,55	3,76	NS
Error	22	0,05	0,00				
Total	35	0,73					
CV: 2,82%							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

** : Altamente Significativo 1 %

Del análisis de varianza del cuadro N° 29, se observa que existe diferencias altamente significativas para la fuente de variación de tratamientos, replicas, factor ambiente y variedades. no indica que el diámetro de macolla de la planta influye en los diferentes ambientes y que hay variación entre las variedades del cultivo.

Para la interacción entre el factor ambiente y factor variedad, no se presentaron diferencias significativas, lo que indica que no existe interacción entre los factores, cada factor es independiente en cuanto al diámetro de la macolla de planta a los 30 días.

También nos da un coeficiente de variación 2,82%, lo que nos indica que los datos se encuentran en un rango de confiabilidad y aceptación en la investigación.

Cuadro N°30. Prueba de Duncan (5%) para diámetro(cm) de la planta a los 30 días

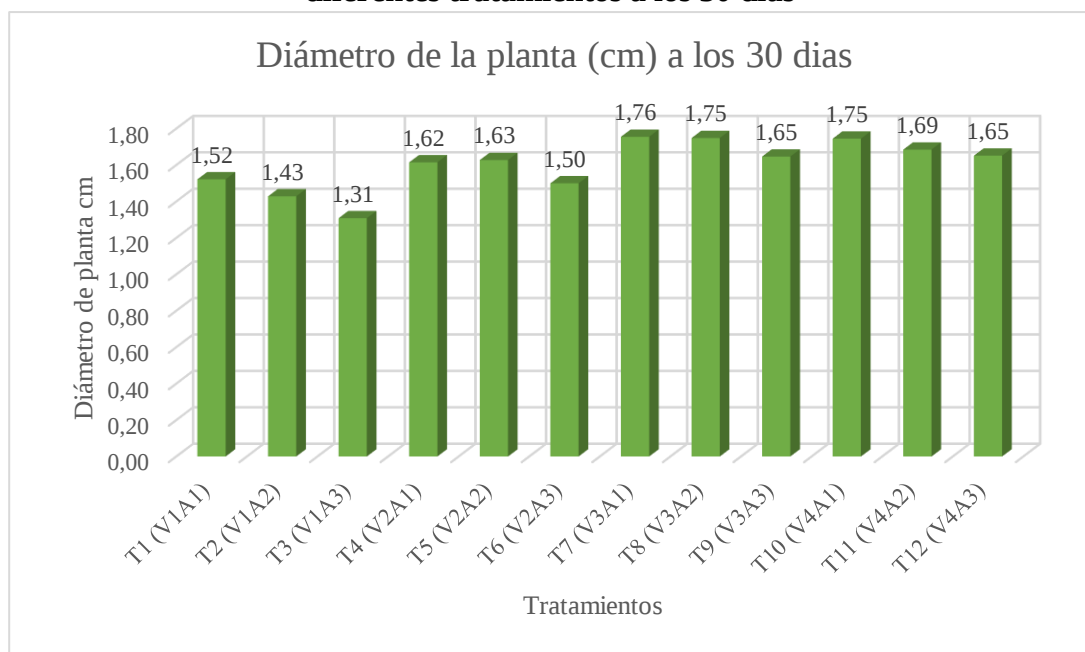
Tratamientos	Media (Diámetro de planta cm)	Duncan (0,05) Clasificación
T7 (V3A1)	1,76	A
T8 (V3A2)	1,75	A
T10 (V4A1)	1,75	A
T11 (V4A2)	1,69	B
T12 (V4A3)	1,65	BC
T9 (V3A3)	1,65	BC

T5 (V2A2)	1,63	C
T4 (V2A1)	1,62	C
T1 (V1A1)	1,52	D
T6 (V2A3)	1,50	D
T2 (V1A2)	1,43	E
T3 (V1A3)	1,31	E

En la prueba de medias de Duncan al 5% se observan que en el cuadro N°30, se puede ver como mejor tratamiento al grupo de A en este grupo se encuentra T7 (V3A1) con 1,76cm, T8 (V3A2) con 1,75cm, T10 (V4A1) 1,75cm del diámetro de macolla. Por lo cual se evidencia que el ambiente y variedades son dependientes, es decir que el ambiente influye en diámetro de la planta o viceversa.

El tratamiento menos eficaz la utilización del grupo de E con el tratamiento T2 (V1A2) con 1,43cm, T3 (V1A3) con 1,31cm del diámetro de la planta a los 30 días.

Gráfico N.º 8 Promedio de diámetro (cm) de macolla de planta para los diferentes tratamientos a los 30 días



De acuerdo con la gráfica N° 8 se puede indicar que el promedio más alto de la variable de diámetro de la planta a los 30 días, se obtuvo de T7 (V3A1) con 1,76cm, T8 (V3A2) con 1,75cm, T10 (V4A1) con 1,75cm/planta; en tanto que, con la menor respuesta se

encuentra T1 (V1A1) con 1,52 cm, T6 (V2A3) con 1,50 cm, T2 (V1A2) con 1,43cm, T3 (V1A3) con 1,31 cm/planta de diámetro a los 30 días.

La variable de diámetro de la planta donde existe diferencias significativas, donde se evidencia que influye las variedades y ambientes en las interacciones en la variable diámetro de la planta a los 30 días.

3.3.2 Variable: Diámetro (cm) de la planta (60 días)

Cuadro N°31 Diámetro(cm) de la planta a los 60 días

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	6,61	6,67	7,36	20,64	6,88
T2 (V1A2)	6,17	6,90	7,52	20,58	6,86
T3 (V1A3)	6,71	7,73	7,33	21,77	7,26
T4 (V2A1)	6,22	6,84	7,12	20,18	6,73
T5 (V2A2)	6,83	7,63	7,79	22,25	7,42
T6 (V2A3)	5,87	7,59	8,26	21,73	7,24
T7 (V3A1)	6,05	6,52	7,30	19,87	6,62
T8 (V3A2)	7,09	7,06	6,82	20,97	6,99
T9 (V3A3)	6,77	7,14	7,77	21,69	7,23
T10 (V4A1)	6,43	6,84	6,23	19,50	6,50
T11 (V4A2)	7,22	7,14	6,92	21,28	7,09
T12 (V4A3)	6,88	7,66	7,29	21,82	7,27
Suma	78,84	85,72	87,71	252,27	7,01

De acuerdo con el cuadro N°31, indica que los valores promedio más altos para el diámetro de macolla es el T12 (V4A3) con 7,01 cm y por último se obtuvo que el T7 (V3A1) con un menor diámetro con 6,50 cm.

Cuadro N°32. Interacción Variedad/Ambientes

A/V	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
A1 I	20,64	20,18	19,87	19,50	80,19	6,68
A2 MS	20,58	22,25	20,97	21,28	85,08	7,09
A3 CA	21,77	21,73	21,69	21,82	87,00	7,25
SUMA	62,99	64,15	62,52	62,60	252,27	
MEDIA	7,00	7,13	6,95	6,96		

De acuerdo con el cuadro N°32 se puede evidenciar que la mejor interacción entre la variedad/ambiente fue la V2 con un promedio de 7,13 cm de diámetro y A3 con un promedio de 7,25 cm de diámetro de macolla.

Cuadro N°33 Análisis de varianza para diámetro (cm) de la planta a los 60 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab		Sig
					0,05	0,01	
Tratamientos	11,00	100,66	9,15	46,72	2,26	3,18	**
Réplicas	2,00	2,93	1,47	7,49	3,44	5,72	**
Factor V Variedad	3,00	20,17	6,72	34,33	3,05	4,82	**
Factor A Ambiente	2,00	29,17	14,59	74,48	3,44	5,72	**
Interacción V/A	6,00	51,31	8,55	43,67	2,55	3,76	**
Error	22,00	4,31	0,20				
Total	35,00	107,90					
CV: 6,77%							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

**: Altamente Significativo 1 %

En el cuadro N°33, se observa el análisis de varianza para diámetro de macolla a los 60 días, donde se registran resultados altamente significativos en la fuente de variación de tratamientos, bloques, variedades, ambientes y la interacción entre factor ambiente y variedades. cada factor es dependiente una de la otra en cuanto al diámetro de la macolla de la planta del cultivo de apio. Por los tanto es pertinente realizar la prueba de significancia de Duncan.

El coeficiente de variación fue de 6,77%, que indica que hubo un manejo de unidades experimentales.

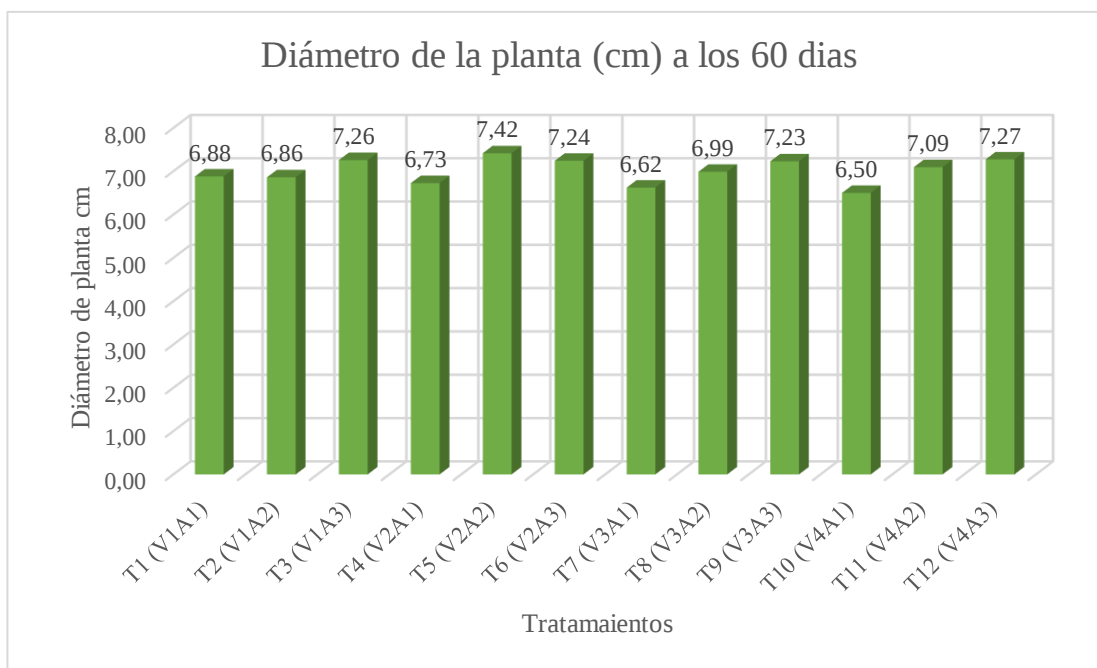
Cuadro N°34. Prueba de Duncan (5%) para diámetro (cm) de la planta a los 60 días

Tratamientos	Media cm (Diámetro de planta)	Duncan (0,05) Clasificación
T5 (V2A2)	7,4	A
T12 (V4A3)	7,27	AB
T3 (V1A3)	7,26	ABC

T6 (V2A3)	7,24	ABC
T9 (V3A3)	7,23	ABC
T11 (V4A2)	7,09	ABCD
T8 (V3A2)	6,99	ABCD
T1 (V1A1)	6,88	ABCD
T2 (V1A2)	6,86	ABCD
T4 (V2A1)	6,73	BCD
T7 (V3A1)	6,62	CD
T10 (V4A1)	6,50	D

Como se puede apreciar en el cuadro N°34, la prueba de Duncan al 5% para la variable de diámetro de macolla a los 60 días, donde el mejor promedio es del tratamiento T5 (V2A2) con 7,42cm/planta a malla media sombra. Y como peor tratamiento para esta variable el T10 (V4A1) con 6,50cm/planta a invernadero.

Gráfico N°9 Promedio de diámetro(cm) de planta para los diferentes tratamientos a los 60 días.



La gráfica N°9 nos muestra los promedios de datos obtenidos de diámetro de las plantas a los 60 días, mostrando que el T5 (V2A2) tuvo un mayor diámetro de planta en malla media sombra y comparación con el T10 (V4A1) obtuvo un menor promedio. Asimismo, las diferencias son significativa ya que las variedades se comportaron de

diferente manera a los ambientes, lo que indica que las variedades y ambientes influyen en el diámetro de la planta a los 60 días.

Cuadra (1988), menciona que también interviene la importancia de la fertilización al cultivo y que es un factor limitante del rendimiento a través de la reducción en el diámetro del tallo. Esto confirma la importancia de la fertilización edáfica y su aplicación en el período de mayor demanda por el cultivo. Y también indica que la densidad inicial de plantas es otro factor de importancia clave ya que limita los rendimientos, siendo éste el componente que afecta en mayor grado el rendimiento. A la vez, existen otros factores ambientales tales como enfermedades, los cuales contribuyeron a disminuir sensiblemente el rendimiento.

3.3.3 Variable: Diámetro (cm) de la planta (90 días)

Cuadro N°35 Diámetro de la (cm) de la planta a los 90 días

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	8,44	8,50	8,76	25,70	8,57
T2 (V1A2)	7,98	8,32	7,86	24,17	8,06
T3 (V1A3)	8,13	8,98	7,70	24,81	8,27
T4 (V2A1)	8,44	9,39	9,20	27,02	9,01
T5 (V2A2)	8,72	8,93	8,74	26,39	8,80
T6 (V2A3)	8,49	9,26	8,81	26,56	8,85
T7 (V3A1)	9,04	8,26	8,96	26,26	8,75
T8 (V3A2)	8,29	7,99	9,35	25,62	8,54
T9 (V3A3)	8,62	8,23	9,02	25,86	8,62
T10 (V4A1)	8,59	8,94	8,75	26,28	8,76
T11 (V4A2)	7,73	8,24	7,68	23,65	7,88
T12 (V4A3)	8,62	8,23	9,02	25,86	8,62
Suma	101,09	103,24	103,85	308,18	8,56

De acuerdo con el cuadro N°35, indica que los valores promedio más altos para el diámetro de macolla es el T4 (V2A1) con 9,01 cm y por último se obtuvo que el T11(V4A2) con un menor diámetro con 7,88 cm.

Cuadro N°36. Interacción Variedad/Ambientes

A/V	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
A1 I	25,70	27,02	26,26	26,28	105,26	8,77
A2 MS	24,17	26,39	25,62	23,65	99,83	8,32
A3 CA	24,81	26,56	25,86	25,86	103,10	8,59
SUMA	74,68	79,97	77,74	75,79	308,18	
MEDIA	8,30	8,89	8,64	8,42		

De acuerdo con el cuadro N.º 36 se puede evidenciar que la mejor interacción entre la variedad/ambiente fue la V2 con un promedio de 8,89 cm de diámetro y A3 con un promedio de 8,59 cm de diámetro de macolla.

Cuadro N°37 Análisis de varianza para diámetro (cm) de la planta a los 90 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	Sig	
						0,05	0,01
Tratamientos	11,00	3,67	0,33	1,95	2,26	3,18	NS
Réplicas	2,00	0,35	0,18	1,03	3,44	5,72	NS
Factor V Variedad	3,00	1,81	0,60	3,52	3,05	4,82	*
Factor A Ambiente	2,00	1,24	0,62	3,64	3,44	5,72	*
Interacción V/A	6,00	0,62	0,10	0,61	2,55	3,76	NS
Error	22,00	3,76	0,17				
Total	35,00	7,79					
CV: 4,83%							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

** : Altamente Significativo 1 %

Según el análisis de varianza en el cuadro N°37, se observa que no existe diferencia significativa en la fuente de variación tratamiento y réplicas.

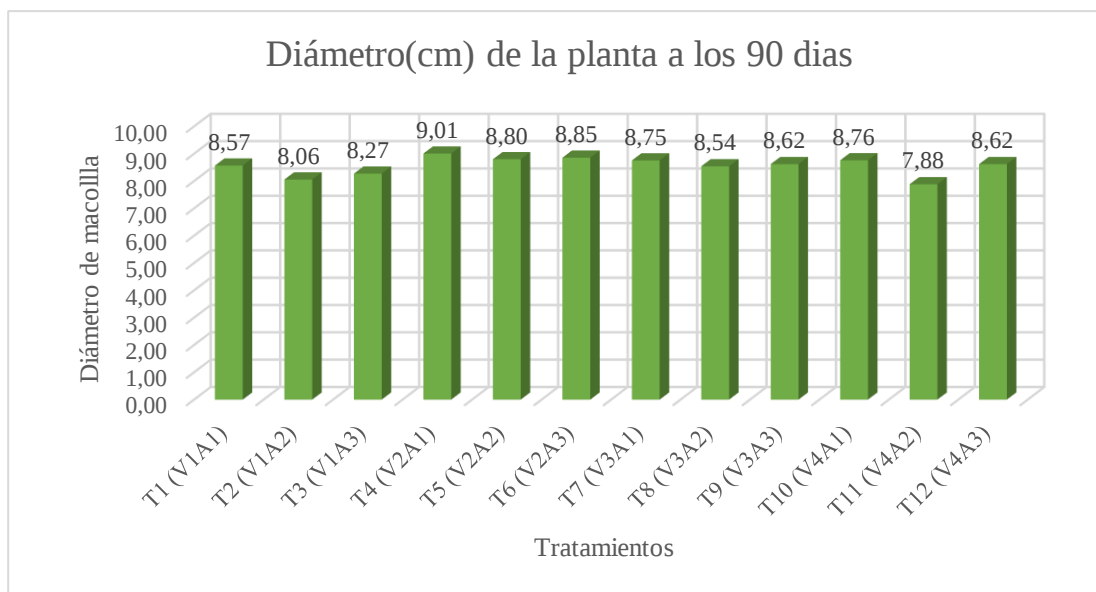
Para el factor ambientes y variedades en el cuadro N°37, se observa que, sí existe diferencia significativa, lo que nos muestra que hay variación entre variedades y diferencias entre ambientes. Por lo que es conveniente realizar la prueba de Duncan.

Para el factor ambiente y variedades, estadísticamente presenta resultados no significativos, lo que nos muestra que no existe interacción para esta variable a los 90 días.

Cuadro N°38. Prueba de Duncan para diámetro (cm) de la planta a los 90 días

Tratamientos	Media cm (Diámetro de la planta)	Duncan (0,05) Clasificación
T4 (V2A1)	9,0	A
T6 (V2A3)	8,9	AB
T5 (V2A2)	8,8	ABC
T10 (V4A1)	8,8	ABC
T7 (V3A1)	8,8	ABC
T9 (V3A3)	8,6	ABC
T12 (V4A3)	8,6	ABC
T1 (V1A1)	8,6	ABCD
T8 (V3A2)	8,5	ABCD
T3 (V1A3)	8,3	BCD
T2 (V1A2)	8,1	CD
T11 (V4A2)	7,9	D

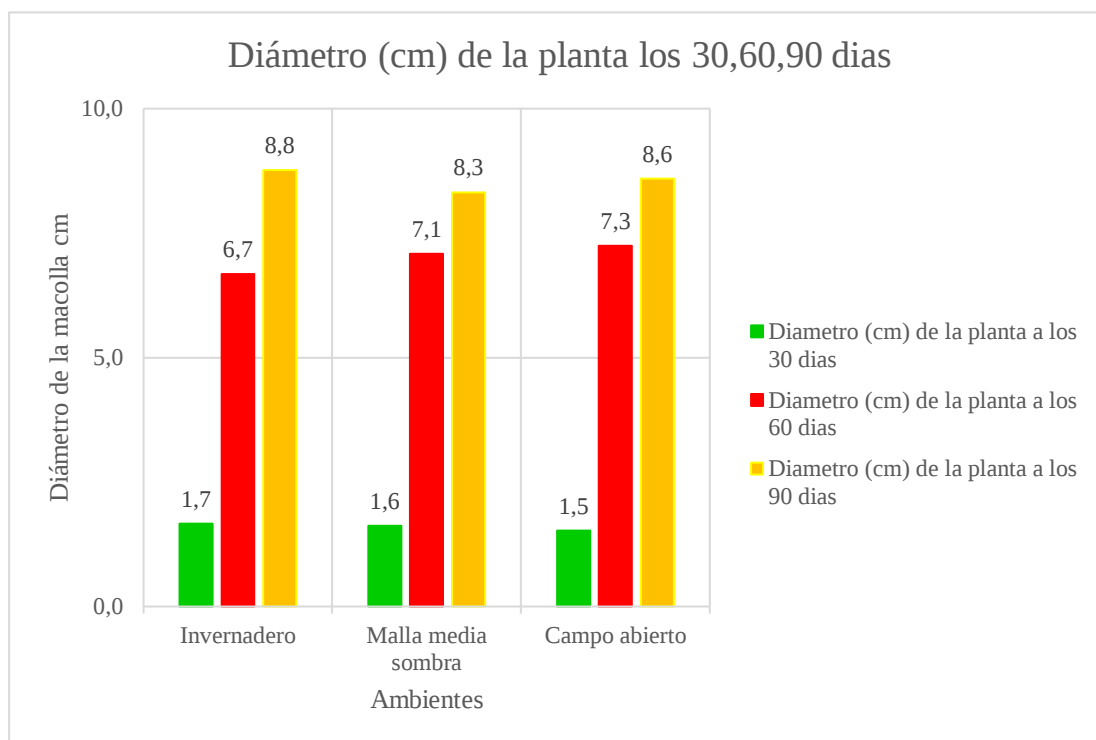
En el cuadro N°38 se observa la prueba de Duncan al 5%, para la variable de número de hojas por planta en la etapa de los 90 días, se puede calificar como mejor tratamiento del T4 (Istar x Invernadero) con 9,0 cm de diámetro de macolla, y esta misma variedad obtuvo resultados similares en malla media sombra y a campo abierto. Y la medición más baja obtuvo el tratamiento T11 (Sedano F1 x Malla media sombra) con 7,9 cm de diámetro de la planta.

Gráfico N.º 10 Promedio de diámetro(cm) de planta para los diferentes tratamientos a los 90 días

La gráfica nos muestra los promedios obtenidos del diámetro de las plantas a los 90 días, donde se observa que el tratamiento T4 (V2A1), T6 (V2A3), T5 (V2A2), T10 (V4A1), T7 (V3A1), T9 (V3A3), T12 (V4A3), T1 (V1A1), T8 (V3A2) presentaron un promedio de diámetro de macolla 9 cm/planta y como menor diámetro el tratamiento T3 (V1A3), T2 (V1A2), T11 (V4A2) con 8 cm de diámetro de macolla de la planta. esto se debe a condiciones de invernadero, malla media sombra y a campo abierto y de las variedades, lo que indica que los factores son independientes en el diámetro de macolla de la planta.

Según Joanne Chory (2022), dice que, en este momento, cultivamos cultivos en ciertas densidades, pero nuestros hallazgos indican que tendremos que reducir estas densidades para optimizar el crecimiento a medida que cambia nuestro clima. También menciona comprender la base molecular de cómo las plantas responden a la luz y la temperatura nos permitirá ajustar la densidad de los cultivos de una manera específica que conduce a los mejores rendimientos.

Gráfico N°11. Promedio de diámetro (cm) de planta del cultivo de apio bajo condiciones de invernadero, malla media sombra y a campo abierto



3.4 VARIABLE DE ESTUDIO ALTURA DE LA PLANTA(CM) DE APIO A LOS 30, 60, 90 DÍAS

3.4.1 Variable: altura de la planta (cm) a los 30 días

Cuadro N°39 Altura de la planta(cm) a los 30 días

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	24,97	23,34	23,49	71,80	23,93
T2 (V1A2)	24,90	25,08	26,78	76,76	25,59
T3 (V1A3)	22,00	19,74	19,98	61,72	20,57
T4 (V2A1)	24,45	24,62	23,12	72,18	24,06
T5 (V2A2)	25,25	28,43	31,58	85,26	28,42
T6 (V2A3)	24,06	21,43	19,59	65,08	21,69
T7 (V3A1)	26,57	25,68	26,28	78,53	26,18
T8 (V3A2)	29,00	30,24	32,02	91,26	30,42
T9 (V3A3)	24,52	22,94	19,29	66,75	22,25
T10 (V4A1)	25,28	25,41	26,75	77,43	25,81
T11 (V4A2)	28,67	29,33	29,18	87,18	29,06
T12 (V4A3)	21,62	21,38	22,29	65,29	21,76
Suma	301,28	297,61	300,35	899,24	24,98

De acuerdo con el cuadro N°39, indica que los valores promedio más altos para la altura de la planta es el T8 (V3A2) con 40,42 cm y por último se obtuvo que el T3 (V1A3) con una altura de 20,57 cm de altura.

Cuadro N°40. Interacción Variedad/Ambientes

A/V	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
A1 I	71,80	72,18	78,53	77,43	299,94	25,00
A2 MS	76,76	85,26	91,26	87,18	340,45	28,37
A3 CA	61,72	65,08	66,75	65,29	258,84	21,57
SUMA	210,28	222,52	236,53	229,90	899,24	
MEDIA	23,36	24,72	26,28	25,54		

De acuerdo con el cuadro N°40 se puede evidenciar que la mejor interacción entre la variedad/ambiente fue la V3 con un promedio de 26,28 cm de altura de la planta y A2 con un promedio de 28,37 cm de altura de la planta.

Cuadro N°41. Análisis de varianza para la altura de la planta(cm) a los 30 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab		Sig
					0,05	0,01	
Tratamientos	11,00	331,51	30,14	11,20	2,26	3,18	**
Réplicas	2,00	0,61	0,30	0,11	3,44	5,72	NS
Factor V Variedad	3,00	42,18	14,06	5,22	3,05	4,82	**
Factor A Ambiente	2,00	277,53	138,76	51,57	3,44	5,72	**
Interacción V/A	6,00	11,80	1,97	0,73	2,55	3,76	NS
Error	22,00	59,20	2,69				
Total	35,00	391,31					
CV: 6,57%							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

**: Altamente Significativo 1 %

En el cuadro N°41 se puede ver que, realizando el análisis de varianza para la altura de la planta a los 30 días, se identifica que, sí existen diferencias altamente significativas en la fuente de variación de tratamientos, factor variedades y para el factor ambientes. Lo que indica que el factor ambiente o viceversa tuvo influencia en la altura de la planta.

La interacción, tipos, ambientes y variedades del cultivo de apio, no presentaron diferencias significativas, es decir que los factores son independientes en la variable altura de la planta. El coeficiente de variación en el cuadro de análisis nos muestra que es de 6,57 %, el mismo que está en el rango de aceptación y confiabilidad.

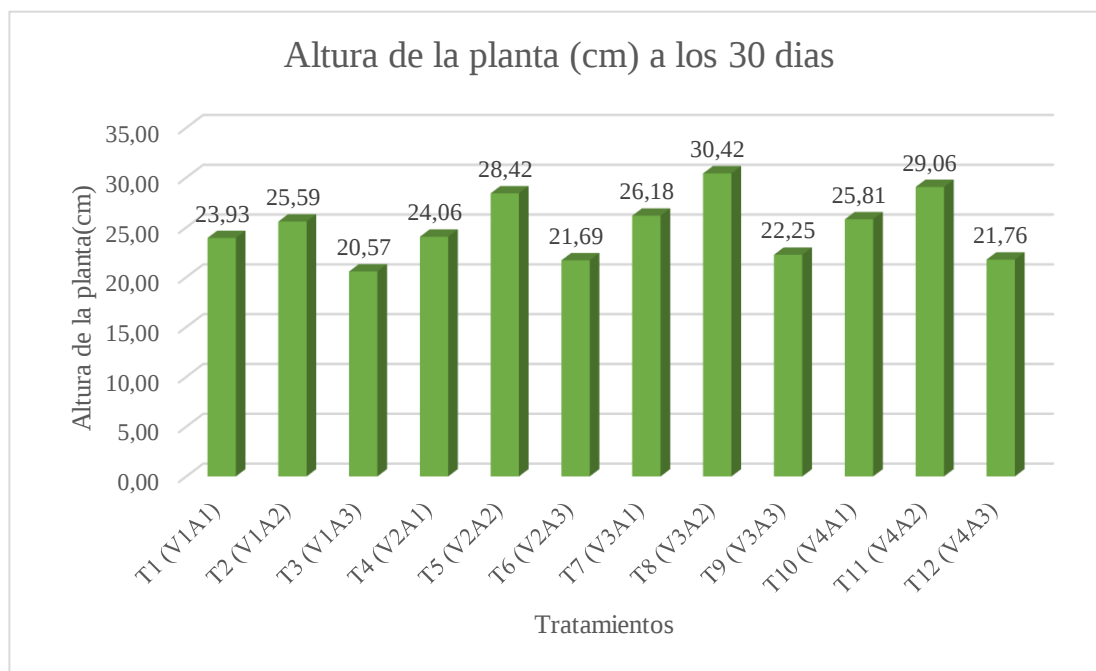
Cuadro N°42. Prueba de Duncan (5%) para la altura de la planta (cm) a los 30 días

Tratamientos	Media cm (Altura de la planta)	Duncan (0,05) Clasificación
T8 (V3A2)	30,42	A
T11 (V4A2)	29,06	AB
T5 (V2A2)	28,42	ABC
T7 (V3A1)	26,18	BCD
T10 (V4A1)	25,81	CD
T2 (V1A2)	25,59	CD

T4 (V2A1)	24,06	DE
T1 (V1A1)	23,93	DE
T9 (V3A3)	22,25	EF
T12 (V4A3)	21,76	EF
T6 (V2A3)	21,69	EF
T3 (V1A3)	20,57	F

Luego de realizar la prueba de Duncan en cuadro N°42 para la variable altura de la planta a los 30 días, podemos recomendar en primera instancia que el tratamiento T8 (V3A2) con 30,42cm es el mejor tratamiento en cuanto al crecimiento de la planta la variedad David en malla media sombra. De igual manera T11 (V4A2) con 29,06cm, T5 (V2A2) con 28,42cm presentaron promedios estadísticamente similares. Y como tratamiento más bajo tenemos al T3 (V1A3) con 20,57cm a campo abierto teniendo crecimiento menor en la altura de la planta a los 30 días. Esto indica que las diferencias son significativas entre variedades y ambientes.

Gráfico N.º 12 Promedio de la altura de la planta (cm) para los diferentes tratamientos a los 30 días



De acuerdo a la gráfica N°12 para la variable altura de la planta a los 30 días observamos que el tratamiento T8 (V3A2) con 30,42 cm es el mejor tratamiento, y respectivamente de igual manera el tratamiento T11 (V4A2) con 29,06 cm, T5 (V2A2)

28,42 cm de altura de la planta. Pero también se observa que todos los tratamientos están por encima a los 20 cm de altura de la planta. y el tratamiento con más valores más bajos es el T3 (V1A3) con 20,57 cm de altura de la planta.

Asimismo, las diferencias son significativa ya que las variedades se comportaron de diferente manera a los ambientes, lo que indica que las variedades y ambientes influyen en la altura de la planta a los 30 días.

(Canna research, 2017), indica que la temperatura es un elemento esencial en el cultivo y desarrollo de las plantas. Junto con los niveles de luz, dióxido de carbono, humedad del aire, agua y nutrientes, la temperatura influye en el crecimiento de la planta y la productividad de las cosechas. Todos estos factores deberían estar equilibrados. La temperatura afecta a la planta tanto a corto como a largo plazo.

3.4.2 Variable: altura de la planta (cm) a los 60 días

Cuadro N°43 Altura de la planta(cm) a los 30 días

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	43,68	42,71	44,56	130,94	43,65
T2 (V1A2)	50,51	48,07	48,51	147,09	49,03
T3 (V1A3)	43,34	41,49	42,69	127,53	42,51
T4 (V2A1)	45,69	46,72	45,89	138,30	46,10
T5 (V2A2)	48,66	51,66	53,76	154,07	51,36
T6 (V2A3)	49,11	45,41	50,72	145,23	48,41
T7 (V3A1)	49,01	49,13	48,39	146,53	48,84
T8 (V3A2)	54,96	54,68	53,66	163,29	54,43
T9 (V3A3)	51,96	47,87	52,52	152,34	50,78
T10 (V4A1)	47,97	48,47	47,99	144,43	48,14
T11 (V4A2)	52,99	57,60	52,59	163,18	54,39
T12 (V4A3)	46,63	47,07	49,06	142,75	47,58
Suma	584,49	580,85	590,33	1755,66	48,77

De acuerdo con el cuadro N°43, indica que los valores promedio más altos para la altura de la planta es el T8 (V3A2) con 54,43 cm y por último se obtuvo que el T3 (V1A3) con una altura de 42,51 cm de altura.

Cuadro N°44. Interacción Variedad/Ambientes

A/B	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
C1 I	130,94	138,30	146,53	144,43	560,19	46,68
C2 MS	147,09	154,07	163,29	163,18	627,63	52,30
C3 CA	127,53	145,23	152,34	142,75	567,84	47,32
SUMA	405,56	437,59	462,16	450,36	1755,66	
MEDIA	45,06	48,62	51,35	50,04		

De acuerdo con el cuadro N°44 se puede evidenciar que la mejor interacción entre la variedad/ambiente fue la V3 con un promedio de 51,35 cm de altura de la planta y A2 con un promedio de 52,30 cm de altura de la planta.

Cuadro N°45. Análisis de varianza para la altura de la planta(cm) a los 60 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab		Sig
					0,05	0,01	
Tratamientos	11,00	446,96	40,63	13,81	2,26	3,18	**
Réplicas	2,00	3,81	1,91	0,65	3,44	5,72	NS
Factor V Variedad	3,00	198,41	66,14	22,47	3,05	4,82	**
Factor A Ambiente	2,00	227,25	113,63	38,61	3,44	5,72	**
Interacción V/A	6,00	21,30	3,55	1,21	2,55	3,76	NS
Error	22,00	64,75	2,94				
Total	35,00	515,52					
CV: 3,52%							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

**: Altamente Significativo 1 %

En el análisis de varianza para la altura de la planta a los 60 días, nos muestra que, sí existen diferencias altamente significativas en los tratamientos, factor variedad y factor ambiente, determinado que el factor ambiente o variedad tuvo efecto en esta variable.

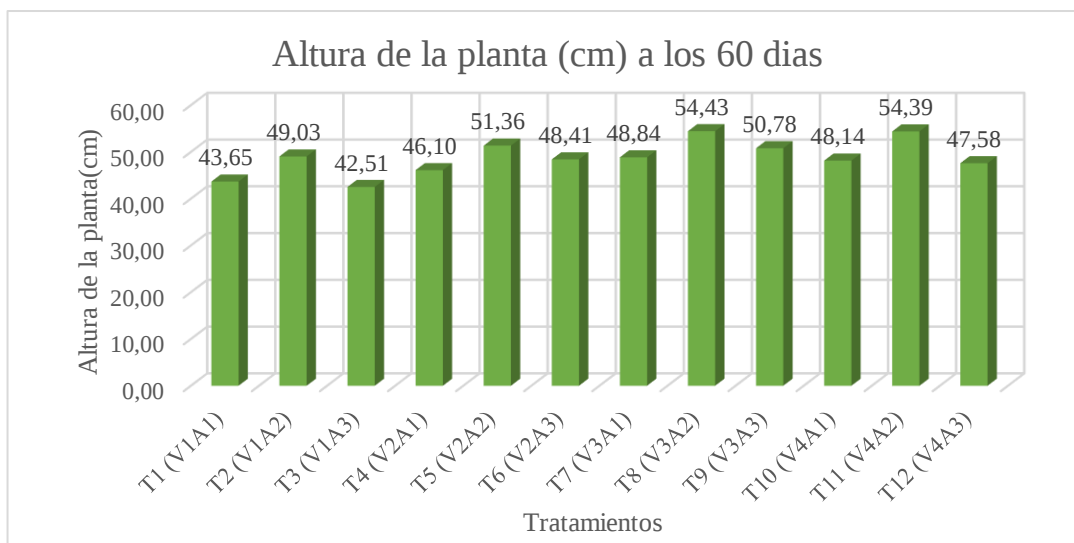
En la interacción entre factor ambiente y el factor variedad, no presenta diferencias significativas, cada factor es independiente para el desarrollo de la planta.

El coeficiente de variación es de 3,52%, el cual muestra la confiabilidad de los datos obtenidos y analizados en el presente trabajo de investigación.

Cuadro N°46. Prueba de Duncan para la altura de la planta(cm) a los 60 días

Tratamientos	Media cm (Altura de la planta)	Duncan (0,05) Clasificación
T8 (V3A2)	54,4	A
T11 (V4A2)	54,4	A
T5 (V2A2)	51,4	AB
T9 (V3A3)	50,8	BC
T2 (V1A2)	49,0	BC
T7 (V3A1)	48,8	BCD
T6 (V2A3)	48,4	CD
T10 (V4A1)	48,1	CD
T12 (V4A3)	47,6	D
T4 (V2A1)	46,1	DE
T1 (V1A1)	43,6	EF
T3 (V1A3)	42,5	F

En el cuadro N°46 se muestra la prueba de Duncan para la altura de la planta a los 60 días donde si existen diferencias significativas en la altura de la planta, donde se registra que el tratamiento que alcanzó la mayor altura es el T8 (V3x2) y T11 (V4x2) con un promedio de 54,4 cm y el T1 (V1A1) 43,6 cm y T3 (V1A3) 42,5cm que alcanzaron la menor altura de la planta a los 60 días. Por los resultados se afirma que los tratamientos son diferentes porque las variedades reaccionan de diferente manera a los ambientes.

Gráfico N°13. Promedio de la altura de la planta (cm) para los diferentes tratamientos a los 60 días

En el grafico N°13 se aprecia el promedio para la altura de la planta a los 60 días, donde observamos que el tratamiento T8 (V3A2) y T11 (V4A2) con 54,4 cm y T5 (V2A2) con 51,4 cm alcanzaron los mejores promedios de altura de la planta. Pero también se observa que todos están por encima a los 40 cm de altura de la planta. En tanto que, con la menor altura de la planta se encuentra T3 (V1A3) con un promedio 42,5 cm

INTAGRI (2017), menciona que las mallas sombra incrementan la dispersión de la luz, pero no afectan el espectro de luz, y se ha demostrado su efecto favorable sobre el aumento de la ramificación, número de flores y planta con porte compacta. Las mallas sombra incrementan la dispersión de la luz, pero no afectan el espectro de luz, y se ha demostrado su efecto favorable sobre el aumento de la ramificación, número de flores y planta con porte compacta.

El crecimiento del cultivo está determinado en primer lugar por la cantidad de radiación solar que puede interceptar y usar durante su vida. Un exceso de radiación raramente es un problema, siempre que estén disponibles agua y nutrientes. Para obtener rendimientos altos las hojas deberán crecer y cubrir la superficie del suelo tan pronto como sea posible después de la siembra. Si este proceso se demora, la radiación solar se pierde en forma de calor incorporado al suelo desnudo, evaporando la humedad del suelo (Proain tecnología agrícola, 2020).

3.4.3 Variable: altura de la planta (cm) a los 90 días

Cuadro N°47 Altura de la planta(cm) a los 90 días

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	61,26	59,43	61,14	181,82	60,61
T2 (V1A2)	64,11	62,33	60,25	186,68	62,23
T3 (V1A3)	56,73	56,62	60,14	173,49	57,83
T4 (V2A1)	63,94	64,80	64,74	193,48	64,49
T5 (V2A2)	62,52	63,97	66,96	193,44	64,48
T6 (V2A3)	60,02	59,61	63,61	183,25	61,08
T7 (V3A1)	72,52	59,43	70,84	202,78	67,59
T8 (V3A2)	68,68	65,57	69,64	203,89	67,96

T9 (V3A3)	67,82	63,77	69,29	200,87	66,96
T10 (V4A1)	67,03	68,28	64,72	200,03	66,68
T11 (V4A2)	66,30	70,23	69,63	206,16	68,72
T12 (V4A3)	62,29	67,54	66,13	195,96	65,32
Suma	773,20	761,56	787,07	2321,83	64,50

De acuerdo con el cuadro N°47, indica que los valores promedio más altos para la altura de la planta es el T11 (V4A2) con 69,72 cm y por último se obtuvo que el T3 (V1A3) con una altura de 57,83 cm de altura.

Cuadro N°48. Interacción Variedad/Ambientes

A/V	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
A1 I	181,82	193,48	202,78	200,03	778,10	64,84
A2 MS	186,68	193,44	203,89	206,16	790,17	65,85
A3 CA	173,49	183,25	200,87	195,96	753,56	62,80
SUMA	541,99	570,17	607,54	602,15	2321,83	
MEDIA	60,22	63,35	67,50	66,91		

De acuerdo con el cuadro N°48 se puede evidenciar que la mejor interacción entre la variedad/ambiente fue la V3 con un promedio de 67,50 cm de altura de la planta y A2 con un promedio de 65,85 cm de altura de la planta.

Cuadro N°49 Análisis de varianza para la altura de la planta(cm) a los 90 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab		Sig
					0,05	0,01	
Tratamientos	11,00	381,98	34,73	4,55	2,26	3,18	**
Réplicas	2,00	27,18	13,59	1,78	3,44	5,72	NS
Factor V Variedad	3,00	309,98	103,33	13,54	3,05	4,82	**
Factor A Ambiente	2,00	58,00	29,00	3,80	3,44	5,72	NS
Interacción V/A	6,00	14,00	2,33	0,31	2,55	3,76	NS
Error	22,00	167,88	7,63				
Total	35,00	577,04					
CV: 4,28%							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

**: Altamente Significativo 1 %

En el cuadro N°49, el análisis de varianza para la altura de la planta a los 90 días, se observa que, sí existen diferencias altamente significativas en los tratamientos y en el factor variedad, lo cual nos indica que el factor variedad influye en la altura de la planta.

Con respecto a los bloques y al factor ambiente, no se presentan diferencias significativas, lo que nos muestra que el factor ambiente no influye en la altura de la planta a los 90 días.

Para la interacción entre factor ambiente y factor variedad, no se presentaron diferencias significativas, lo que nos indica que no existe interacción entre factores para la altura de la planta.

El coeficiente de variación fue de 4,28%, que indica que los datos obtenidos son confiables y que hubo un buen manejo de las unidades experimentales.

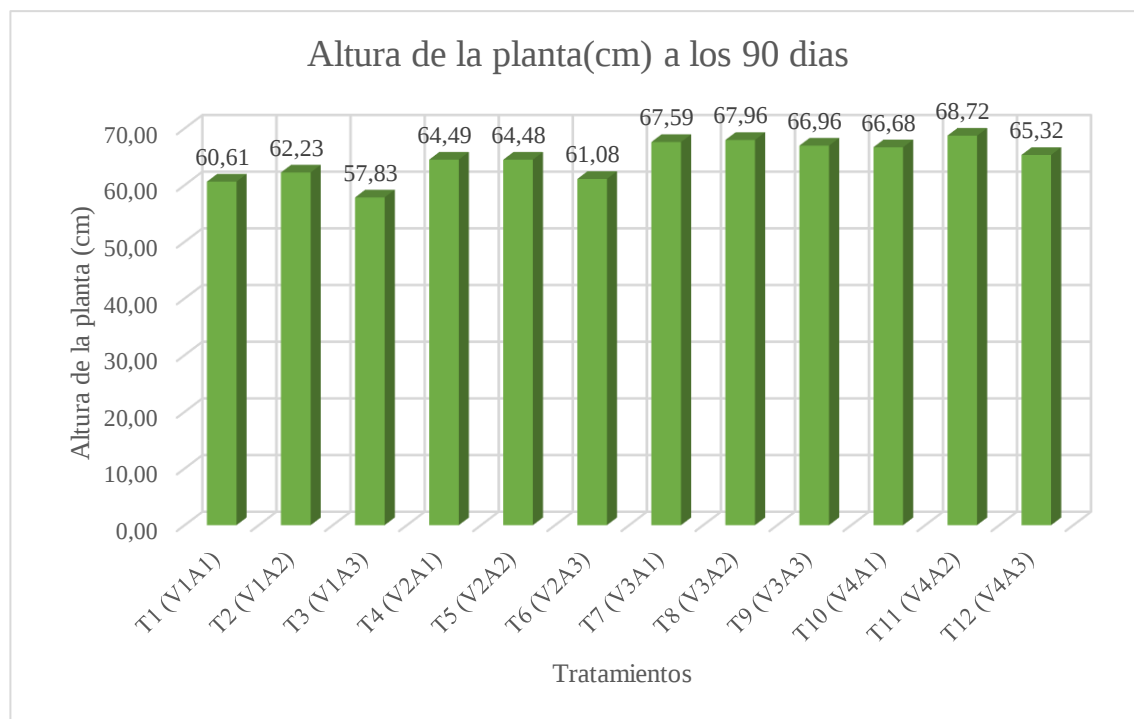
Cuadro N°50. Prueba de Duncan (5%) para la altura de la planta(cm) a los 90 días

Tratamientos	Media cm (Altura de la planta)	Duncan (0,05) Clasificación
T11 (V4A2)	68,7	A
T8 (V3A2)	68,0	A
T7 (V3A1)	67,6	A
T9 (V3A3)	67,0	A
T10 (V4A1)	66,7	AB
T12 (V4A3)	65,3	ABC
T4 (V2A1)	64,5	ABC
T5 (V2A2)	64,5	ABC
T2 (V1A2)	62,2	BCD
T6 (V2A3)	61,1	CD
T1 (V1A1)	60,6	CD
T3 (V1A3)	57,8	D

Según la prueba de Duncan al 5% para la variable altura de la planta a los 90 días donde observamos que el mejor resultado obtuvo el tratamiento T11 (V4A2) con 68,7 cm, T8 (V3A2) con 68,0 cm, T7 (V3A1) con 67,6 cm y T9 (V3A3) con 67,0 cm. En tanto con menor respuesta se encuentra el tratamiento T3 (V1A3) con 57,8 cm de altura de la

planta a los 90 días. Esto indica que hubo diferencias significativas en las variedades y ambientes.

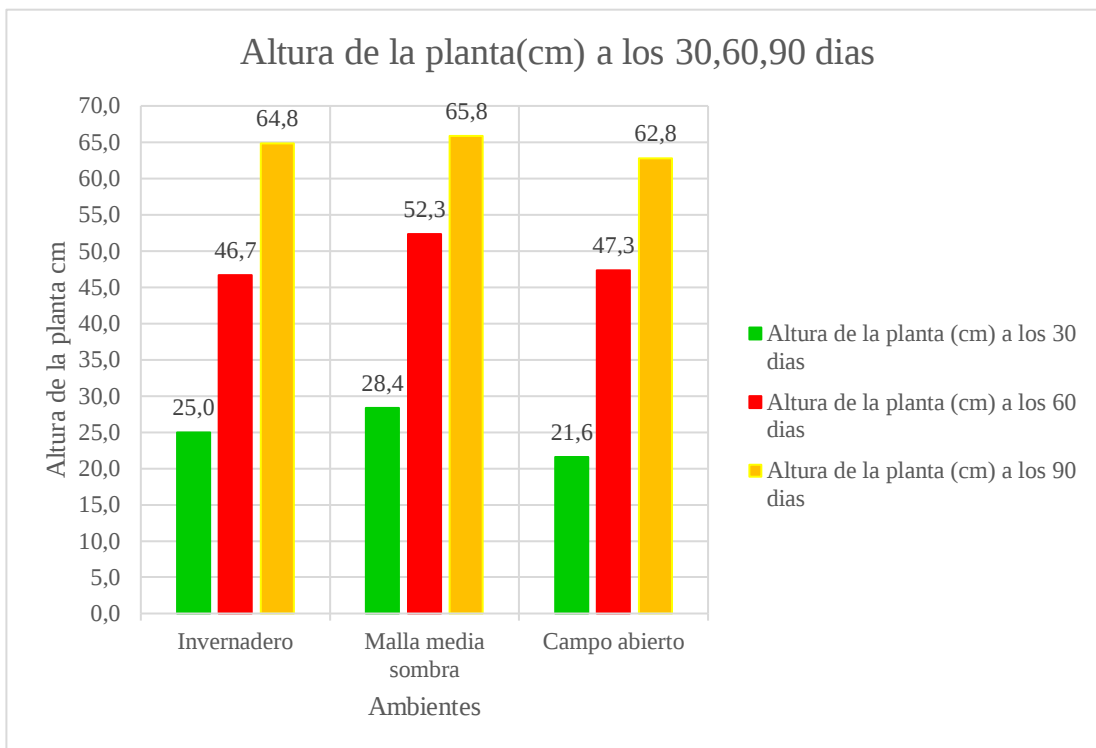
Gráfico N.º 14 Promedio de la altura de la planta(cm) para los diferentes tratamientos a los 90 días



Como se observa en la gráfica N°14 para la variable altura de la planta a los 90 días que el mejor promedio obtuvo el tratamiento T11 (V4A2) con un promedio de 68,72 cm, y tratamiento con menor respuesta se encuentra el T3 (V1A3) con 57,83 cm.

Según (Proain Tecnología Agrícola, 2020), nos dice que la temperatura afecta la tasa de desarrollo de la planta a través de sus distintas fases de crecimiento y la producción de hojas, tallos y otros componentes. Todos los procesos fisiológicos de la planta ocurren más rápidamente a medida que la temperatura aumenta entre una temperatura base y una temperatura óptima. Un buen manejo del cultivo puede contrarrestar más fácilmente los efectos negativos de las altas temperaturas que los de las bajas temperaturas, especialmente de las heladas.

Gráfico N°15 Promedio altura de la planta(cm) del cultivo de apio bajo condiciones de invernadero, malla media sombra y a campo abierto

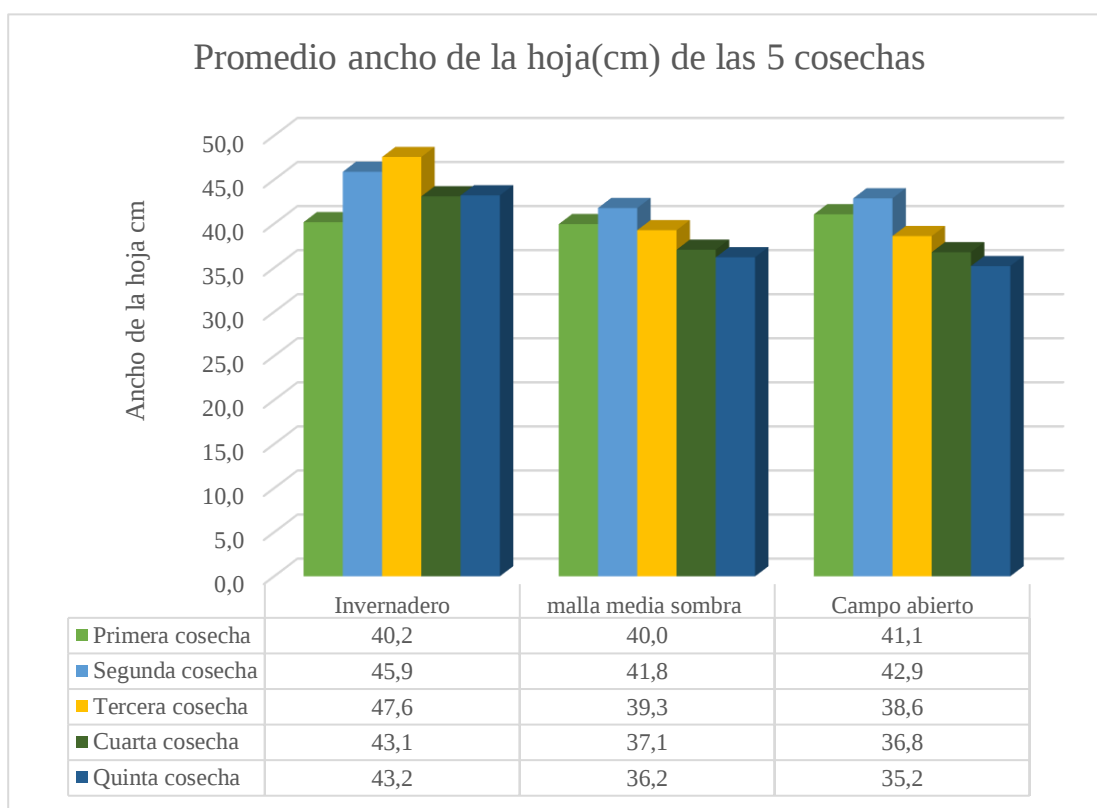


3.5 VARIABLE DE ESTUDIO ANCHO DE LA HOJA(CM) DE LAS COSECHAS

El ancho de la hoja se evaluó a la primera cosecha, segunda cosecha, tercera cosecha, cuarta cosecha y quinta cosecha, los datos evaluados se presentan en la sección anexo.

3.5.1 Variable de estudio ancho de la hoja(cm) de las 1,2,3,4 y 5 cosechas

Gráfico N.º 16 Promedio ancho de la hoja(cm) para los diferentes ambientes



La gráfica N°16, nos muestra los promedios obtenidos del ancho de la hoja de las diferentes cosechas donde se puede observar el mayor resultado lo tuvo en el invernadero a la tercera cosecha con 47,6 cm. En malla media sombra el mayor ancho de hoja fue en la segunda cosecha con 41,8 cm y a campo abierto el mayor ancho de la hoja es de 42,9 cm.

3.5.2 Variable de estudio ancho de la hoja(cm) de las cosechas

Cuadro N°51 Ancho de la hoja por planta(cm) de las cosechas

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	42,79	41,84	41,68	126,31	42,10
T2 (V1A2)	39,05	39,84	39,96	118,85	39,62
T3 (V1A3)	39,68	39,87	39,27	118,81	39,60
T4 (V2A1)	43,65	41,80	42,79	128,25	42,75
T5 (V2A2)	39,43	37,62	38,31	115,36	38,45
T6 (V2A3)	37,90	35,99	38,45	112,34	37,45
T7 (V3A1)	46,41	46,32	46,22	138,95	46,32
T8 (V3A2)	38,93	37,32	38,51	114,76	38,25
T9 (V3A3)	40,09	42,52	37,92	120,53	40,18
T10 (V4A1)	46,02	44,08	44,40	134,51	44,84
T11 (V4A2)	39,63	38,08	39,61	117,32	39,11
T12 (V4A3)	38,57	38,28	38,39	115,24	38,41
Suma	492,13497	483,57736	485,51551	1461,23	40,59

De acuerdo con el cuadro N°51, indica que los valores promedio más altos para el ancho de la hoja son el T7 (V3A1) con 46,32 cm y T10 con 44,84 cm, seguidamente con los tratamientos T1 (V1A1) y T4 (V2A1) con un promedio de 42 cm de ancho de la hoja. por último, lo valores más bajos son el T5 (V2A2), T12 (V4A3), T8 (V3A2) y T6 (V2A3) con 38 cm de ancho de la hoja.

Cuadro N°52. Interacción Variedad/Ambientes

V/A	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
A1	126,31	128,25	138,95	134,51	528,02	44,00
A2	118,85	115,36	114,76	117,32	466,29	38,86
A3	118,81	112,34	120,53	115,24	466,92	38,91
SUMA	363,97	355,95	374,24	367,07	1461,23	
MEDIA	40,44	39,55	41,58	40,79		

De acuerdo con el cuadro N°52 se puede evidenciar que la mejor interacción entre la variedad/ambiente fue la V3 con un promedio de 41,6 cm de ancho de la hoja y A1 con un promedio de 44 cm de ancho de la hoja de las cosechas.

Cuadro N°53 Análisis de varianza para el ancho de la hoja(cm) de las cosechas

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos	11	260,13	23,65	25,38	2,26	3,18	**
Réplicas	2	3,36	1,68	1,80	3,44	5,72	NS
Factor V Variedades	3	19,14	6,38	6,84	3,05	4,82	**
Factor A Ambientes	2	209,53	104,76	112,43	3,44	5,72	**
Interacción V/A	6	31,46	5,24	5,63	2,55	3,76	**
Error	22	20,50	0,93				
Total	35	283,98					
CV: 2,38%							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

**: Altamente Significativo 1 %

En el cuadro N°53 muestra el análisis de varianza para el ancho de la hoja, en las que se identifican diferencias altamente significativas en los tratamientos y no existe diferencias en réplicas. Para el factor variedades, muestra que existen diferencias altamente significativas, lo que significa que influyen las variedades en el ancho de la hoja.

Para el factor ambientes indica que existen diferencias altamente significativas, lo cual indica que el efecto de un ambiente protegido y campo abierto, influyen en el ancho de la hoja, por lo tanto, se debe hacer la prueba de Duncan.

Para la interacción entre ambiente y variedades fue altamente significativa, es decir que los factores son dependientes en la variable ancho de la hoja.

El coeficiente de variación con 2,38% demuestra confiabilidad de los datos obtenidos en los tratamientos.

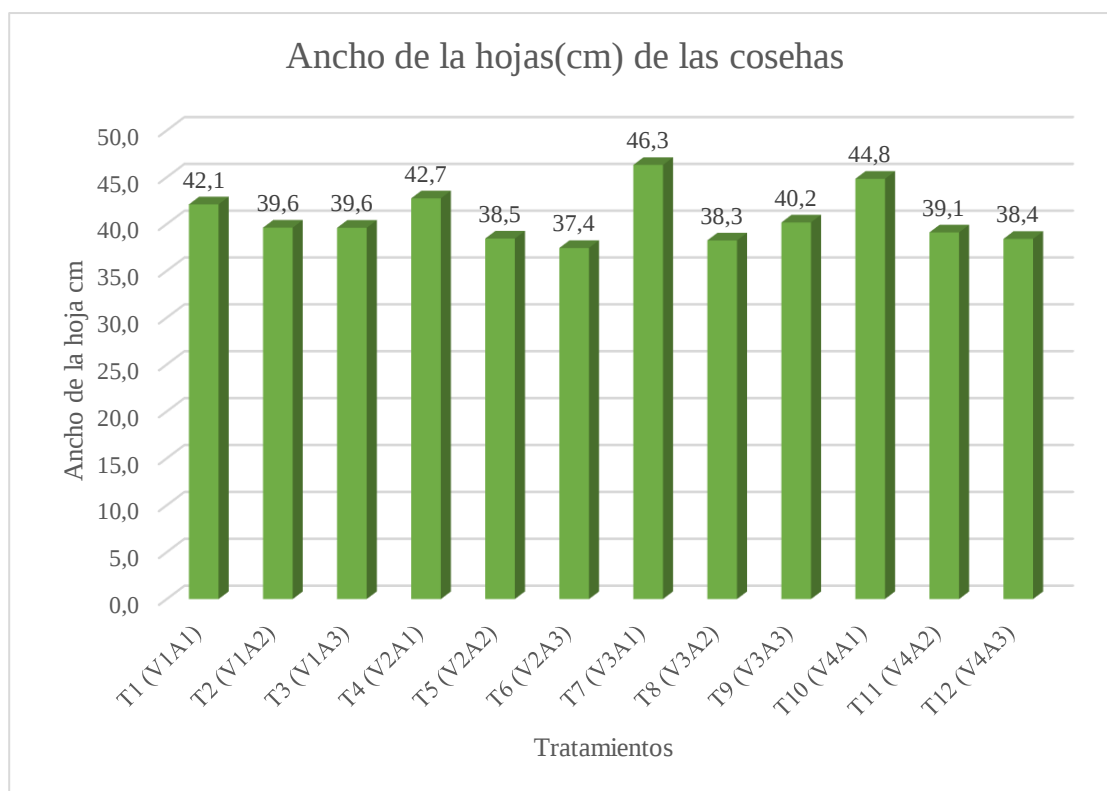
Cuadro N°54. Prueba de Duncan (5%) para el ancho de la hoja(cm)

Ord Méritos	Tratamientos	Media cm (ancho de hoja)	Duncan (0,05) Clasificación
1	T7 (V3A1)	46,3	A
2	T10 (V4A1)	44,8	A
3	T4 (V2A1)	42,7	B

4	T1 (V1A1)	42,1	B
5	T9 (V3A3)	40,2	C
6	T2 (V1A2)	39,6	CD
7	T3 (V1A3)	39,6	CD
8	T11 (V4A2)	39,1	CDE
9	T5 (V2A2)	38,5	CDE
10	T12 (V4A3)	38,4	DE
11	T8 (V3A2)	38,3	DE
12	T6 (V2A3)	37,4	E

En el cuadro N°54 muestra la prueba de Duncan al 5% para el ancho de la hoja de la cosecha, donde se observa que el mayor tratamiento es el T7 (V3A1) con 46,3cm, T10 (V4A1) con 44,8cm y lo sigue el T4 (V2A1) y T1 (V1A1) con 42 cm y el tratamiento con valor más bajo T6 (V2A3) con 37,4cm de ancho de la hoja. Estos resultados ponen en manifiesto que hubo diferencias entre ambientes y variedades que influyeron en el ancho de la hoja.

Gráfico N.º 17 Promedio del ancho de la hoja(cm) de las diferentes cosechas



En el gráfico N°17 para el ancho de la hoja se observa que el mayor tratamiento es el T7(V3A1) con un promedio de 46,3 cm y el tratamiento con menor ancho de la hoja es el T6 (V2A3) con un promedio de 37,4 cm de ancho de la hoja en las cosechas.

(Mendoza, 2019), menciona en su investigación sobre el efecto de tres dosis de lixiviado de humus de lombriz en el cultivo de apio, obtuvo los siguientes resultados: Donde el T0 tuvo un promedio de sus tres cosechas de 26,88 cm, T1 con 24,55 cm, T2 con 24,88 cm y el T3 con 24,89 cm de ancho de las hojas.

(Podar.Work, s.f.), señala que los factores ambientales que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas son la luz, la temperatura, el agua, la humedad y la nutrición. Y menciona que la intensidad de la luz influye directamente en la producción de alimentos para las plantas, el alargamiento del tallo y el color de las hojas.

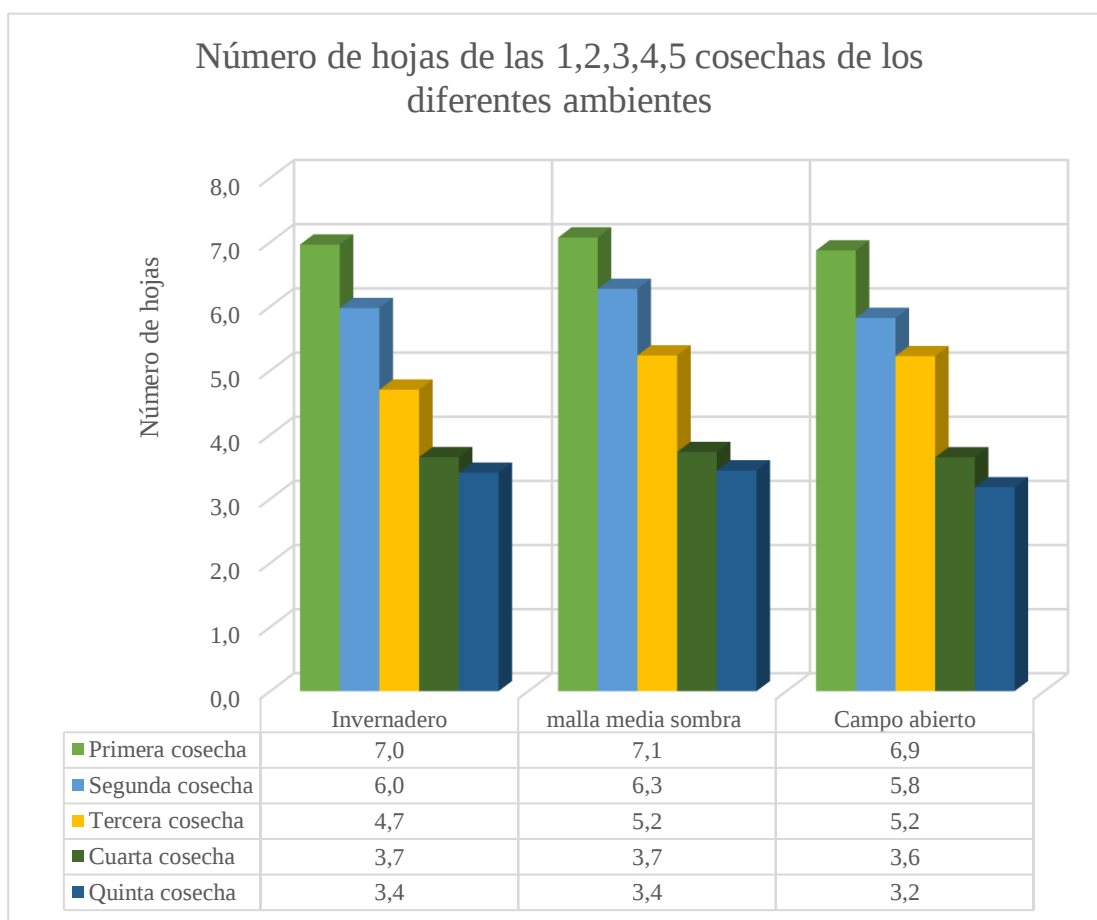
(Sáez, 2016), indica que el factor que afecta al crecimiento y desarrollo de la planta es la irradiancia y el tiempo de exposición a la misma. Elevada intensidad lumínica durante largos periodos de tiempo provoca disminución del contenido en clorofila, inhibiendo la fotosíntesis, disminuyendo el crecimiento, y acelerando el proceso de senescencia en las plantas. La elevada temperatura afecta al crecimiento, desarrollo y distribución de las plantas limitando la productividad de los cultivos al influir en todos los procesos fisiológicos de las plantas.

3.6 VARIABLE DE ESTUDIO NÚMERO DE HOJAS DE LAS COSECHAS

En el número de hojas ancho se evaluó a la primera cosecha, segunda cosecha, tercera cosecha, cuarta cosecha y quinta cosecha, los datos evaluados se presentan en la sección anexo.

3.6.1 Variable de estudio número de hojas de la 1,2,3,4 y 5 cosecha

Gráfico N.º 18 Promedio número de hojas para los diferentes ambientes



En el gráfico N°18 para el número de hojas por planta de las diferentes cosechas nos muestra los promedios obtenidos de número de hojas de las diferentes cosechas donde se puede observar el mayor resultado, lo tuvo en primera cosecha con 7 hojas/planta en invernadero y malla media sombra y campo abierto, donde se observa que no hay diferencias entre los ambientes de las diferentes cosechas.

3.6.2 Variable de estudio número de hojas de las cosechas

Cuadro N°55: Número de hojas por planta de las cosechas

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	4,8	4,9	4,6	14,3	4,8
T2 (V1A2)	4,8	4,9	5,1	14,8	4,9
T3 (V1A3)	4,8	4,6	4,9	14,3	4,8
T4 (V2A1)	5,0	5,0	5,1	15,0	5,0
T5 (V2A2)	5,3	5,3	5,2	15,8	5,3
T6 (V2A3)	4,5	4,7	5,2	14,4	4,8
T7 (V3A1)	5,0	4,9	5,1	14,9	5,0
T8 (V3A2)	5,1	5,3	5,2	15,6	5,2
T9 (V3A3)	4,9	4,9	5,4	15,3	5,1
T10 (V4A1)	5,0	5,1	4,9	15,0	5,0
T11 (V4A2)	5,3	5,0	5,3	15,6	5,2
T12 (V4A3)	5,1	5,2	5,1	15,5	5,2
Suma	59,6	59,8	61,1	180,5	

En el cuadro N°55 se observa que indica que los valores promedio más altos para número de hojas son todos los tratamientos ya que no presentaron diferencias entre e número de hojas llegaron a igualarse ya todos presentan un promedio de 5 hojas/planta de las diferentes cosechas.

Cuadro N°56. Interacción Variedad/Ambientes

V/A	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
A1	14,33	15,05	14,92	14,96	59,26	4,94
A2	14,78	15,82	15,63	15,59	61,81	5,15
A3	14,28	14,37	15,28	15,45	59,39	4,95
SUMA	43,40	45,24	45,83	46,00	180,46	
MEDIA	4,8	5,0	5,1	5,1		

De acuerdo al cuadro N°56 se puede observar que la mejor interacción entre las variedades/ambientes en el número de hojas fue la V3, V4, aunque llegaron a igualarse presentándose con un promedio de 5 hojas/planta de las cosechas.

Cuadro N°57. Análisis de varianza para número de hojas de las cosechas

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamientos	11	1,03	0,09	3,63	2,26	3,18	**
Réplicas	2	0,10	0,05	2,02	3,44	5,72	NS
Factor V Variedades	3	0,47	0,16	6,14	3,05	4,82	**
Factor A Ambientes	2	0,34	0,17	6,69	3,44	5,72	**
Interacción V/A	6	0,21	0,03	1,35	2,55	3,76	NS
Error	22	0,57	0,03				
Total	35	1,70					
CV: 3,20%							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

**: Altamente Significativo 1 %

En el cuadro N°57, se presenta el análisis de varianza para la variable número de hojas donde se aprecia que sí existen diferencias altamente significativas en los tratamientos y no hay diferencias significativas en las réplicas. En cuanto para factor variedades existen diferencias altamente significativas respecto al número de hojas.

Para el factor tipo ambientes se observa que hay diferencias altamente significativas en el número de hojas, lo que indica que el efecto del ambiente protegido y a campo abierto influye sobre el número de hojas.

En la interacción variedades y ambientes de apio, no existe diferencias significativas, es decir, que los factores son independientes en el número de hojas de la planta.

El coeficiente de variación fue de 3,20%, que indica que, los datos obtenidos son confiables y hubo un buen manejo de las unidades experimentales.

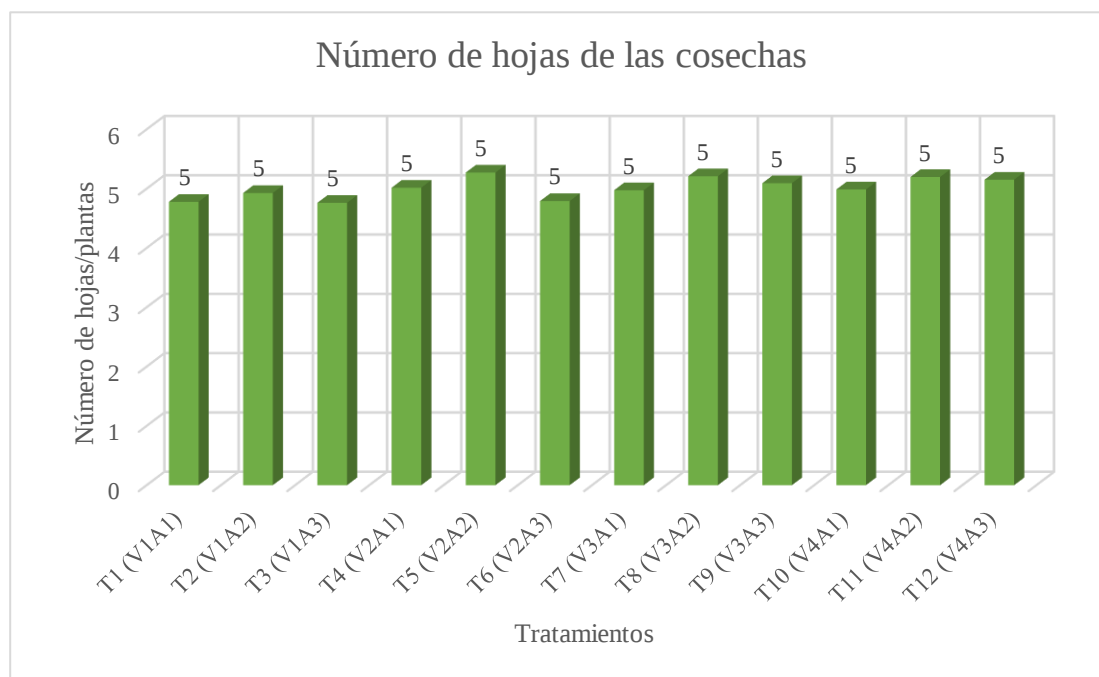
Cuadro N°58 Prueba de Duncan (5%) para el número de hojas

Ord Méritos	Tratamientos	Media (número de hojas)	Duncan (0,05) Clasificación
1	T5 (V2A2)	5	A
2	T8 (V3A2)	5	A
3	T11 (V4A2)	5	A
4	T12 (V4A3)	5	A

5	T9 (V3A3)	5	A
6	T4 (V2A1)	5	A
7	T10 (V4A1)	5	A
8	T7 (V3A1)	5	A
9	T2 (V1A2)	5	A
10	T6 (V2A3)	5	A
11	T1 (V1A1)	5	A
12	T3 (V1A3)	5	A

En el cuadro de comparación de medias de Duncan al 5%, para la variable número de hojas, se observa que todos los tratamientos llegaron a igualarse estadísticamente de las diferentes cosechas con un promedio de 5 hojas/ planta de número de hojas. por los resultados se confirma que no hay diferencias significativas en los ambientes y variedades.

Gráfico N.º 19 Promedio número de hojas de las diferentes cosechas



En la gráfica N°19 para número de hojas se observa que no hay diferencias entre variedades y ambientes ya que llegaron a igualarse con un promedio 5 hojas/planta de las cosechas.

La revista Nature Plants (), muestran que la temperatura influye tanto en el tipo de hoja, perenne o caduca, como en su forma, acicular o ancha. En estas funciones, las hojas de

las plantas tienen un papel crucial ya que, a través de procesos como la fotosíntesis, distribuyen la energía solar e intervienen en el ciclo del carbono.

Según Del Pino (2020), el crecimiento vegetativo en el cultivo de apio consiste en la aparición de las hojas desde el tallo en forma de 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. En condiciones normales, la parte aérea alcanza los 40- 60 cm de altura.

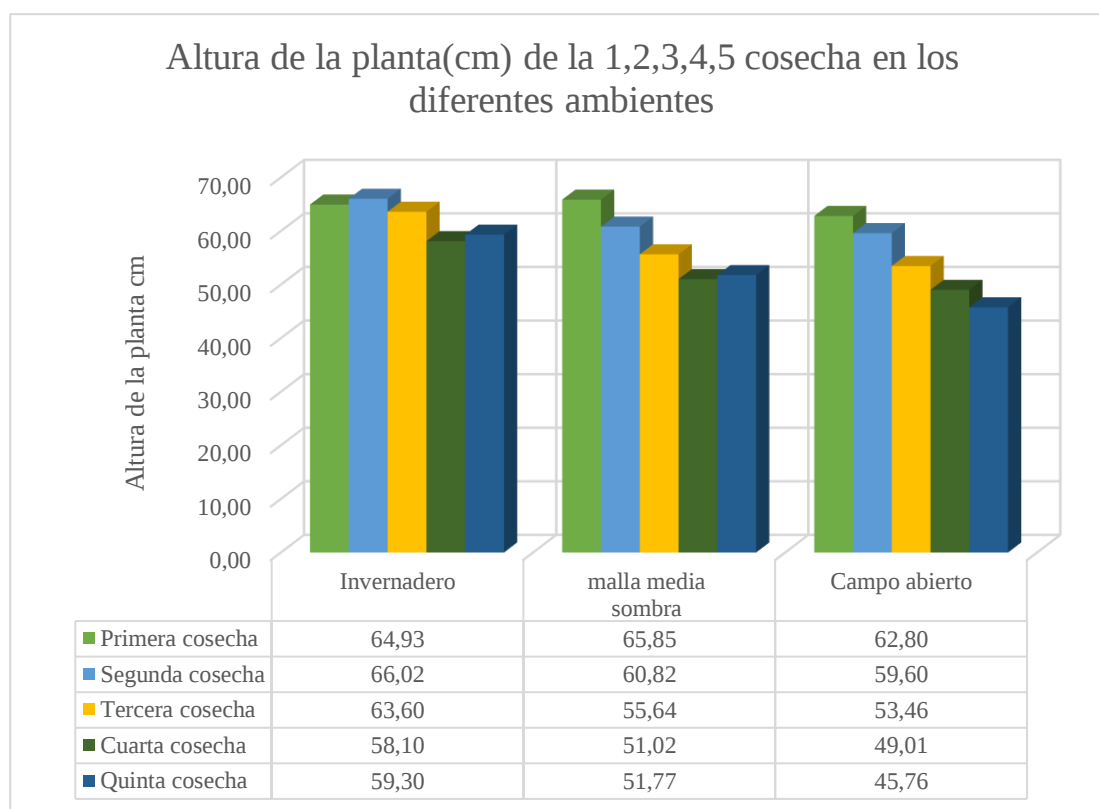
(Mendoza, 2019), Informa en un estudio que realizó sobre el efecto de tres dosis de lixiviado de humus de lombriz en el cultivo de apio bajo ambiente de invernadero, donde obtuvo un promedio de número de las hojas de las cosechas, en el T0 fue de 6 hojas/planta, el T1 con 7 hojas, T2 con 6 hojas/planta y el T3 con 6 hojas/planta.

3.7 VARIABLE DE ESTUDIO ALTURA DE PLANTA(CM) DE LAS COSECHAS

En el número de hojas ancho se evaluó a la primera cosecha, segunda cosecha, tercera cosecha, cuarta cosecha y quinta cosecha, los datos evaluados se presentan en la sección anexo.

3.7.1 Variable de estudio altura de la planta(cm) de la 1,2,3,4 y 5 cosecha

Gráfico N.º 20 Promedio altura de la planta(cm) de las diferentes cosechas en los diferentes ambientes



En el grafico N°20 para la altura de la planta de las diferentes cosechas nos muestran los promedios obtenidos de las diferentes cosechas donde se puede observar el mayor resultado, lo obtuvo la segunda cosecha con 66 cm de altura y se puede evidenciar que el invernadero tuvo mayor altura de la planta entre las cinco cosechas, en malla media sombra la primera cosecha obtuvo un 65,85 cm y se puede observar que también tuvo

buenos resultados en las 5 cosechas. En campo abierto la primera cosecha tuvo 62,80 cm de altura y se observa que ha ido disminuyendo en las diferentes cosechas.

3.7.2 Variable de estudio altura de la planta(cm) de las cosechas

Cuadro N°59. Altura de la planta(cm) de las cosechas

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	57,19	58,11	56,53	171,83	57,28
T2 (V1A2)	55,01	54,43	54,35	163,79	54,60
T3 (V1A3)	51,49	51,44	51,59	154,53	51,51
T4 (V2A1)	60,82	61,42	61,35	183,59	61,20
T5 (V2A2)	56,55	56,23	56,64	169,42	56,47
T6 (V2A3)	51,89	51,55	54,95	158,38	52,79
T7 (V3A1)	65,52	68,28	64,95	198,76	66,25
T8 (V3A2)	59,66	56,21	59,04	174,92	58,31
T9 (V3A3)	57,82	54,01	56,45	168,28	56,09
T10 (V4A1)	65,43	65,72	63,36	194,51	64,84
T11 (V4A2)	58,49	58,57	59,03	176,09	58,70
T12 (V4A3)	53,90	57,25	57,17	168,32	56,11
Suma	693,75795	693,22079	695,43476	2082,41	

De acuerdo con el cuadro N°59, indica que los valores promedio más altos para la altura de la planta son el T7 (V3A1) con 66,25 cm y T10 con 64,84 cm, seguidamente con el T4 (V2A1) con un promedio de 61,20 cm de la altura de la planta. por último, lo valores más bajos son el T3 (V1A3) con 51,51 cm y T6 (V2A3) con un promedio 52,79cm de altura de la planta de las diferentes cosechas.

Cuadro N°60. Interacción Variedad/Ambientes

V/A	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
A1	171,83	183,59	198,76	194,51	748,68	62,39
A2	163,79	169,42	174,92	176,09	684,22	57,02
A3	154,53	158,38	168,28	168,32	649,51	54,13
SUMA	490,15	511,39	541,95	538,92	2082,41	
MEDIA	54,46	56,82	60,22	59,88		

De acuerdo al cuadro N°60 se puede observar que la mejor interacción variedades/ambientes en la altura de la planta fue la V3 con 60,22 cm y en el ambiente fue de 62,39 cm de altura de la planta a invernadero.

Cuadro N°61 Análisis de varianza para la altura de planta (cm) de las cosechas

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab		Sig
					0,05	0,01	
Tratamientos	11	648,69	58,97	32,43	2,26	3,18	**
Réplicas	2	0,22	0,11	0,06	3,44	5,72	NS
Factor V Variedades	3	200,43	66,81	36,74	3,05	4,82	**
Factor A Ambientes	2	422,08	211,04	116,07	3,44	5,72	**
Interacción V/A	6	26,18	4,36	2,40	2,55	3,76	NS
Error	22	40,00	1,82				
Total	35	688,92					
CV: 2,33%							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

**: Altamente Significativo 1 %

En el análisis de varianza para la variable altura de la planta en la primera cosecha nos muestra que existen diferencias altamente significativas en los tratamientos y no existen diferencias en las réplicas. Para el factor variedades, muestran diferencias altamente significativas, lo cual indica que muestra un comportamiento distinto en la altura de la planta.

En cuanto al factor tipo ambiente existe diferencias altamente significativas, lo cual indica que existe variación tanto ambiente protegido y a campo abierto.

Para la interacción entre ambos factores no hay significancia, quiere decir que cada factor actúa de manera independiente en la variable altura de la planta. El coeficiente de variación es de 2,33%, esto indica que los datos obtenidos son confiables.

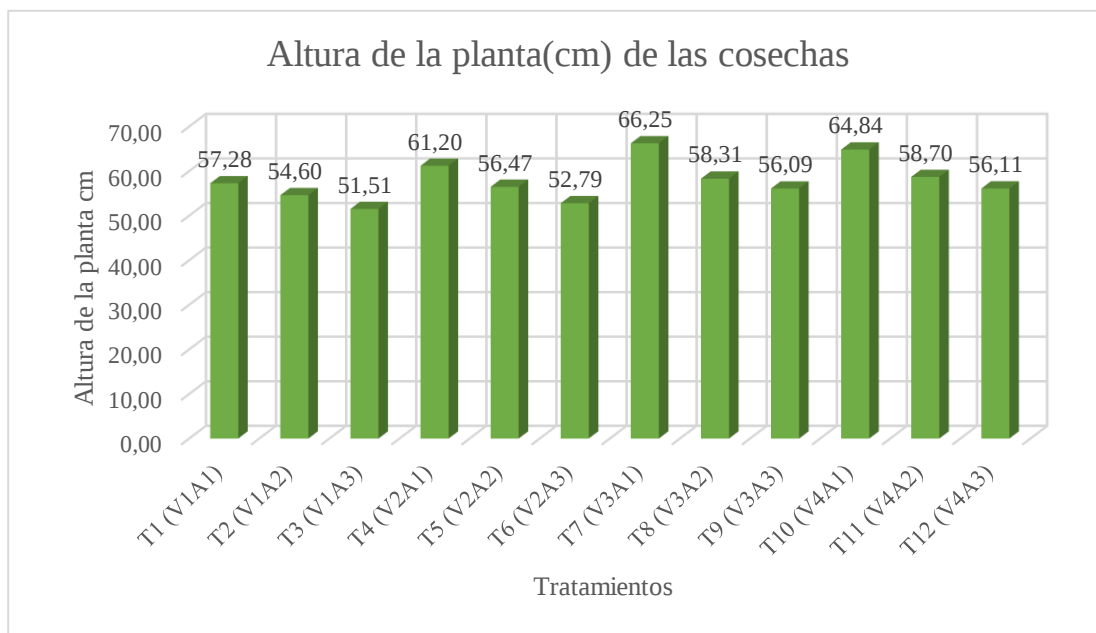
Cuadro N°62 Prueba de Duncan (5%) para la altura de la planta(cm)

Ord Méritos	Tratamientos	Media cm (altura de la planta)	Duncan (0,05) Clasificación
1	T7 (V3A1)	66,3	A
2	T10 (V4A1)	64,8	A
3	T4 (V2A1)	61,2	B
4	T11 (V4A2)	58,7	BC
5	T8 (V3A2)	58,3	CD
6	T1 (V1A1)	57,3	CD
7	T5 (V2A2)	56,5	CDE
8	T12 (V4A3)	56,1	DE
9	T9 (V3A3)	56,1	DE
10	T2 (V1A2)	54,6	EF
11	T6 (V2A3)	52,8	FG
12	T3 (V1A3)	51,5	G

Realizada la prueba de Duncan 5% para la variable altura de la planta se puede observar que la mayor altura obtuvo los T7 (V3A1) con 66,3 cm, T10 (V4A1) con 64,8cm, T4 (V2A1) cm. Así mismos los tratamientos con menor altura de la planta de las cosechas son el T3 (V1A3) con 51,5 cm. Por los resultados se puede afirmar que hay diferencias significativas entre los tratamientos.

(Lopez, 2023), nos menciona que las plantas necesitan luz para su crecimiento y desarrollo óptimos. Donde nos menciona que la luz tiene una importante influencia en el crecimiento. Una planta bajo condiciones naturales recibe la luz del sol; la cantidad, la calidad y la duración dependen en gran medida de la estación del año, la hora del día, la ubicación geográfica y el clima.

Gráfico N.º 21 Promedio de la altura de la planta(cm) para las diferentes cosechas



En la gráfica N°21 para la variable altura de la planta de las cosechas, se puede observar que el mayor tratamiento para la altura de planta es el T7 (V3A1) con promedio de 61,2cm y el tratamiento con menor altura es el T3 (V1A3) con un promedio con 44,1cm a la última cosecha que se realizó. Por lo que se evidencio que hubo diferencias significativas, es decir que hay variación entre los ambientes y variedades.

(Horacio, 2017), señala en una investigación sobre la evaluación de tres densidades de siembra en la producción de apio a campo abierto, donde menciona la mayor altura de planta se observó en la densidad de siembra de 113,905 plantas. ha-1, la cual fue de 67.45 cm. Le siguió en orden descendente la densidad de siembra de 94,921 plantas. ha-1, con una altura de 59.15 cm. La menor altura de planta se observó en la densidad de siembra de 81,361 plantas. ha-1, la cual fue 54.24 cm.

López (2023), menciona que la temperatura es el mayor aporte del medio ambiente que regula el crecimiento de las plantas, seguido de cerca por la intensidad de la luz. Cada cultivo tiene una temperatura base mínima a la cual crecerá al ritmo máximo para su temperatura óptima. La temperatura óptima produce cultivos en el período de tiempo más corto, sin embargo, muy pocas veces produce las plantas más deseadas.

(Nutricontrol, 2020), menciona que entre los factores climáticos que intervienen en el desarrollo de la planta; CO₂, temperatura, humedad, etc..., la luz es uno de los más importantes. Es un factor imprescindible para que la planta pueda llevar a cabo la fotosíntesis. La luz provee la energía necesaria para que la planta realice la fotosíntesis, con la cual se produce la materia orgánica para su crecimiento y desarrollo.

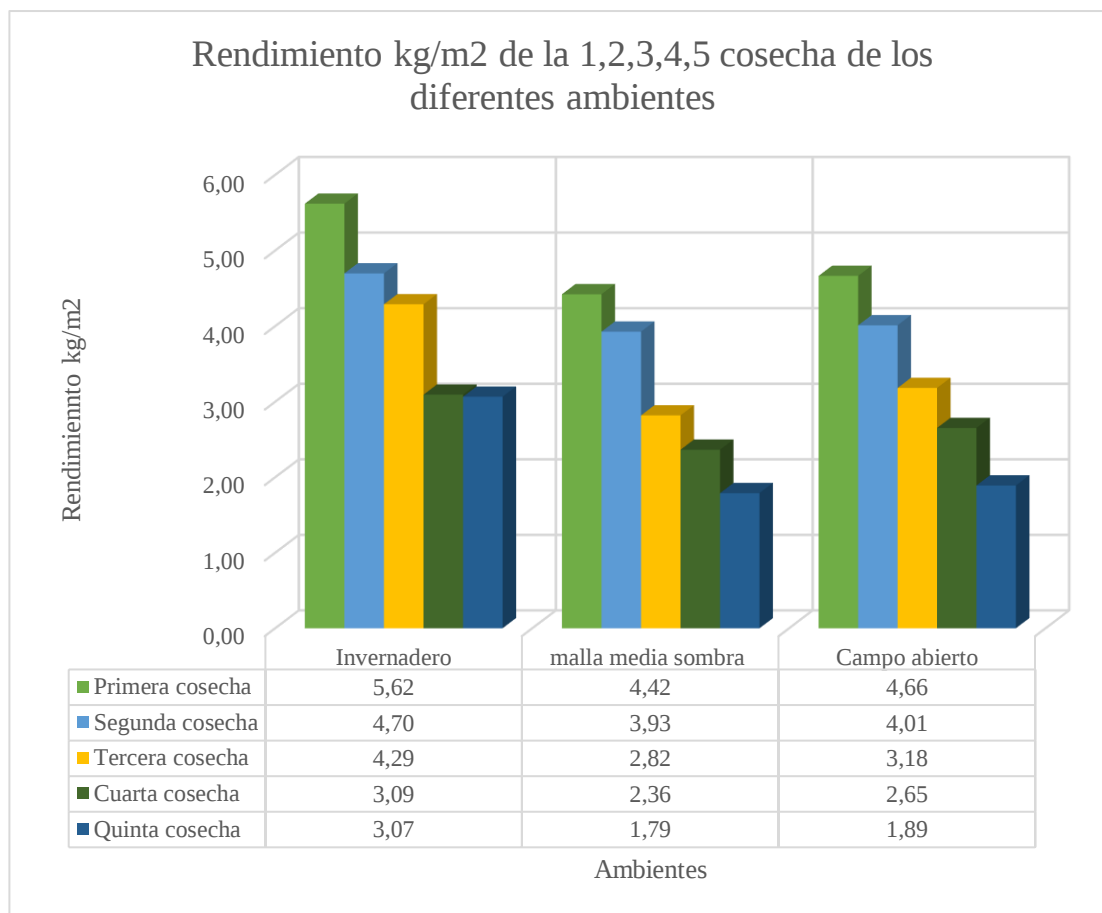
El mismo autor menciona que la actividad fotosintética y su eficacia aumenta con la luz, la temperatura y el CO₂, por lo que, si se quiere conseguir un buen desarrollo del cultivo y un incremento de la productividad, hay que garantizar una buena y correcta iluminación. Cuanto mayor es la iluminación, más eficaz es la fotosíntesis y más rápido se puede llegar a desarrollar la planta. Sin embargo, a medida que la intensidad de la luz aumenta, la velocidad de la fotosíntesis alcanza un límite. La cantidad de luz recibida por la planta dependerá de dos factores principalmente; de la intensidad y del número de horas diarias de exposición.

3.8 VARIABLE DE ESTUDIO RENDIMIENTO KG/M2 DE LAS COSECHAS

En el rendimiento kg/m² del cultivo de apio se evaluó a la primera cosecha, segunda cosecha, tercera cosecha, cuarta cosecha y quinta cosecha, los datos evaluados se presentan en la sección anexo.

3.8.1 Variable de estudio rendimiento kg/m² de la 1,2,3,4 y 5 cosecha

Gráfico N.º Promedio N°22 de rendimiento kg/m² para las diferentes cosechas



En el gráfico N°22 para el rendimiento kg/m² de las diferentes cosechas nos muestra los promedios obtenidos de las diferentes cosechas, donde se puede observar que el mayor rendimiento obtuvo la primera cosecha con 30,68 kg/m², se puede observar en el invernadero que tuvo mayor rendimiento entre las 5 cosechas que a campo abierto y malla media sombra.

3.8.2 Variable de estudio rendimiento kg/m² de las cosechas

Cuadro N°63 Rendimiento kg/m² del cultivo de apio las cosechas

Tratamientos	Réplicas o Bloques			Suma	Media
	I	II	III		
T1 (V1A1)	3,41	3,65	3,37	10,43	3,48
T2 (V1A2)	2,81	2,84	2,75	8,40	2,80
T3 (V1A3)	2,69	3,41	3,11	9,21	3,07
T4 (V2A1)	4,65	4,10	3,86	12,61	4,20
T5 (V2A2)	3,22	3,20	3,23	9,65	3,22
T6 (V2A3)	3,10	3,18	3,27	9,56	3,19
T7 (V3A1)	4,75	5,03	4,09	13,88	4,63
T8 (V3A2)	3,49	2,78	2,93	9,20	3,07
T9 (V3A3)	3,69	3,04	3,46	10,19	3,40
T10 (V4A1)	4,46	4,42	4,04	12,92	4,31
T11 (V4A2)	3,51	2,72	3,29	9,53	3,18
T12 (V4A3)	3,12	4,11	3,18	10,41	3,47
Suma	42,902	42,4866	40,5872	125,98	3,50

En el cuadro N°63 indica que los valores promedio más alcanzados en el rendimiento kg/m² de la planta son el T7 (V3A1) con 5,63 kg/m² y T10(V4A1) con 4,31 kg/m², seguidamente, con el T4 (V2A1) con un promedio de 4,20 kg/m² de rendimiento de la planta. Y los demás tratamientos tienen un promedio similar de rendimiento con 3 kg/m². Por último, los valores más bajos son, el T2 (V1A2) con 2,80 kg/m² de rendimiento de las diferentes cosechas.

Según la investigación que realizó (Quispe, 2019), en el cultivo de apio sobre el efecto de tres inductores de crecimiento a campo abierto, que obtuvo un rendimiento en el T5 con la aplicación de aminofol de 63,23 tn/has, con la aplicación de Biozyme obtuvo un rendimiento en el T7 con 43,23 tn/has y con tratamiento orgabiol obtuvo un rendimiento en el T6 de 39,63 tn/ha.

Los rendimientos brutos del cultivo pueden rondar las 120 t/ha, considerando la producción de plantas con un peso medio de 1.000 a 1.200 g. Cantidad que queda reducida a unas 90 t/ha cuando se trata del rendimiento neto, con las plantas ya

preparadas para comercializar, con pesos entre 400 y 900 g y con destino a la exportación, ya que se puede estimar una merma de hasta un 30 % de su peso original, la que se produce en dicha elaboración (López, 2017).

(Sendra, 2011), menciona que durante la cosecha manual de apio se eligen plantas de más 500 gr. pudiendo llegar en algunas variedades a 1500 gr. El rendimiento es de 60-90 ton/ha.

Cuadro N°64. Interacción Variedad/Ambientes

V/A	V1	V2	V3	V4	SUMA	MEDIA
A1	10,43	12,61	13,88	12,92	49,84	4,15
A2	8,40	9,65	9,20	9,53	36,77	3,06
A3	9,21	9,56	10,19	10,41	39,36	3,28
SUMA	28,04	31,82	33,27	32,85	125,98	
MEDIA	3,12	3,54	3,70	3,65		

De acuerdo al cuadro N°64 se puede observar que la mejor interacción entre variedad/ambiente en cuanto al rendimiento fue la V3 con un promedio de 3,70 kg/m² y el A1 con un promedio de 4,15 kg/m² de peso del en ambiente de invernadero.

Cuadro N°65 Análisis de varianza para el rendimiento (kg/m²) de las cosechas

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fcal	Ftab		Sig
					0,05	0,01	
Tratamientos	11	10,72	0,97	8,86	2,26	3,18	**
Réplicas	2	0,25	0,13	1,15	3,44	5,72	NS
Factor V Variedades	3	1,89	0,63	5,74	3,05	4,82	**
Factor A Ambientes	2	7,97	3,99	36,26	3,44	5,72	**
Interacción V/A	6	0,85	0,14	1,29	2,55	3,76	NS
Error	22	2,42	0,11				
Total	35	13,39					
CV: 9,48 %							

NS: No significativo

*: Significativo al 5 %

** : Altamente Significativo 1 %

Como de observa en el cuadro, el análisis de varianza aplicado para la variable rendimiento kg/m², nos muestra que existe diferencia altamente significativa en los tratamientos y no hay diferencia en bloques. Para el factor variedades existen diferencias altamente significativas, la cual corresponde a que al menos unas de las variedades evaluadas reaccionan diferente en los ambientes.

Para el tipo de ambientes nos muestra diferencias altamente significativas lo cual indica que el efecto del ambiente, influye en el rendimiento de la quinta cosecha del cultivo de apio.

En la interacción tipos de ambientes y variedades de apio, no presentaron diferencias significativas, es decir que los dos factores son independientes en el rendimiento.

El coeficiente de variación es de 9,48 % el cual muestra la confiabilidad de los datos obtenidos y analizados en el presente trabajo de investigación.

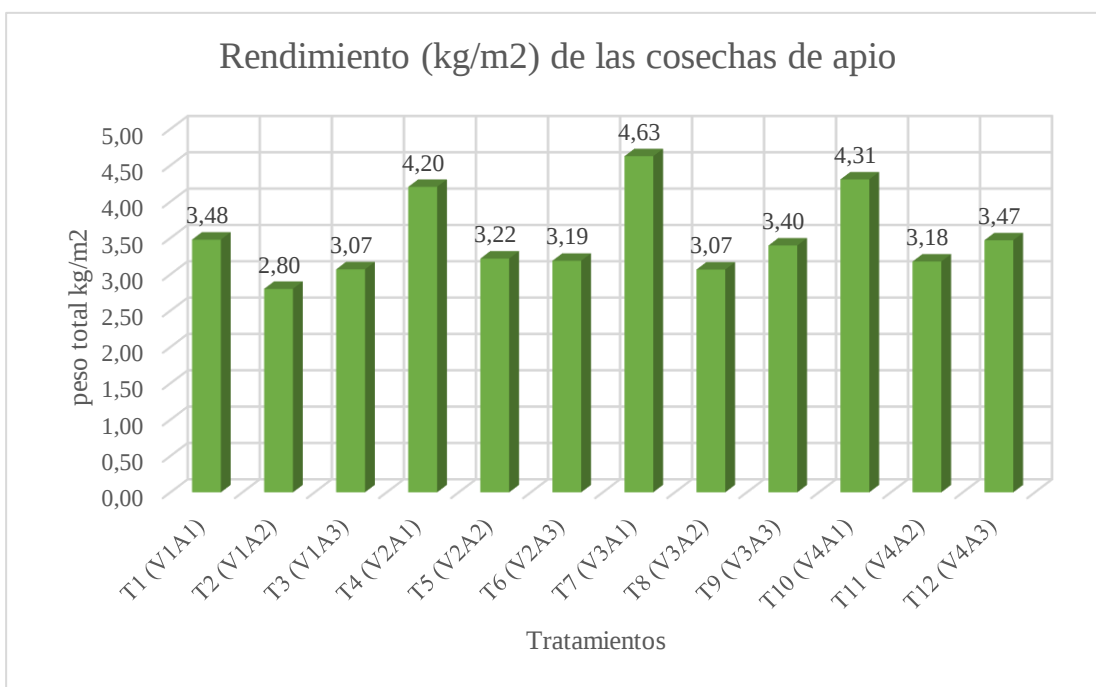
Cuadro N°66. Prueba de Duncan (5%) para el rendimiento(kg/m²) de las cosechas

Ord Méritos	Tratamientos	Media (rendimiento(kg/m ²))	Duncan (0,05) Clasificación
1	T7 (V3A1)	4,63	A
2	T10 (V4A1)	4,31	A
3	T4 (V2A1)	4,20	A
4	T1 (V1A1)	3,48	B
5	T12 (V4A3)	3,47	B
6	T9 (V3A3)	3,40	BC
7	T5 (V2A2)	3,22	BC
8	T11 (V4A2)	3,19	BC
9	T6 (V2A3)	3,18	BC
10	T3 (V1A3)	3,07	BC
11	T8 (V3A2)	3,07	BC
12	T2 (V1A2)	2,80	C

En el cuadro de comparación de media de Duncan 5%, se observa que el mayor rendimiento en los tratamientos que es el T7 (V3A1) con 4,63 kg/m², T10 (V4A1) con 4,31 kg/m², T4 (V2A1) con 4,20 kg/m². Y como menor rendimiento es el T2 (V1A2)

2,80 kg/m² de rendimiento del peso total de las cosechas. Por los resultados obtenidos se evidencias que hay diferencias de rendimiento en los diferentes tratamientos.

Gráfico N.º 23 Promedio de rendimiento(kg/m²) para los diferentes tratamientos de las cosechas



En la gráfica se observa que el mayor rendimiento lo obtuvo la variedad David RZ con 4,63 kg/m² en invernadero, el que sigue con rendimiento mayor en campo abierto es la variedad Sedano con peso total de 3,47 kg/m². Por último, en el ambiente malla media sombra el rendimiento mayor es la variedad Istar con un peso total 3,22 kg/m².

(Canna research, 2017), menciona que la temperatura es un elemento esencial en el cultivo y desarrollo de las plantas. Junto con los niveles de luz, dióxido de carbono, humedad del aire, agua y nutrientes, la temperatura influye en el crecimiento de la planta y la productividad de las cosechas. Todos estos factores deberían estar equilibrados. La temperatura afecta a la planta tanto a corto como a largo plazo.

3.9 VARIABLES ECONÓMICAS

El análisis económico, se realizó para conocer el beneficio/costo y establecer la rentabilidad económica de cada uno de los tratamientos estudiados.

Para poder realizar este análisis económico, se consideraron las siguientes variables: Costos de Producción, ingresos de la producción y relación beneficio/costo

3.9.1 Costos de producción

Para analizar esta variable se tomó en cuenta los costos de la producción que es costos fijos y costos variables, la suma de ambos costos da el costo de producción total, este valor es correspondiente gasto total productivo del presente trabajo de investigación.

Los costos de producción se hicieron uno para Invernadero, Malla media sombra y para campo abierto, es decir cada ambiente tiene un costo de producción para una sola siembra. Lo cual estos costos de producción se encuentran en anexos.

3.9.2 Ingresos de la producción del cultivo de apio

Para analizar esta variable se tomó en cuenta el ingreso bruto que fue calculado multiplicando el precio del producto de apio en el mercado (bs/m²), por los rendimientos de apio obtenidos en cada uno de los tratamientos(kg/m²).

Cuadro N°67. Rendimiento total del cultivo de apio en las 5 cosechas kg/m²

Tratamientos	1ra cosecha	2da cosecha	3ra cosecha	4ta cosecha	5ta cosecha	Suma (Kg/m ²)
T1 (V1A1)	5,28	3,42	3,21	2,71	2,78	17,39
T2 (V1A2)	4,36	3,45	2,52	1,90	1,77	14,00
T3 (V1A3)	4,67	3,87	2,89	2,12	1,80	15,35
T4 (V2A1)	5,72	4,18	4,97	2,60	3,56	21,02
T5 (V2A2)	4,14	4,13	3,10	2,80	1,91	16,08
T6 (V2A3)	4,46	3,73	3,14	2,76	1,85	15,93
T7 (V3A1)	6,27	5,30	4,75	3,62	3,19	23,13

T8 (V3A2)	4,23	4,14	2,82	2,43	1,70	15,33
T9 (V3A3)	4,90	3,67	3,56	2,99	1,86	16,99
T10 (V4A1)	5,21	5,90	4,23	3,45	2,75	21,53
T11 (V4A2)	4,95	3,98	2,84	2,33	1,78	15,88
T12 (V4A3)	4,62	4,78	3,14	2,74	2,06	17,34

Como observamos en el cuadro que calculamos el rendimiento total de nuestro cultivo que es la suma de los rendimientos de los tratamientos de las 5 cosechas.

Cuadro N°68. ingreso bruto de la producción de apio

Tratamientos	Rendimiento kg/m2	Precio (Bs/m2 de atados)	ingreso bruto(Bs/m2)
T1 (V1A1)	17,39	13,00	226,02
T2 (V1A2)	14,00	11,00	153,96
T3 (V1A3)	15,35	12,00	184,16
T4 (V2A1)	21,02	14,00	294,25
T5 (V2A2)	16,08	12,00	192,99
T6 (V2A3)	15,93	12,50	199,14
T7 (V3A1)	23,13	16,00	370,05
T8 (V3A2)	15,33	12,50	191,63
T9 (V3A3)	16,99	12,50	212,32
T10 (V4A1)	21,53	14,50	312,19
T11 (V4A2)	15,88	13,50	214,37
T12 (V4A3)	17,34	12,50	216,80

En el cuadro N°68 observamos el ingreso bruto, este ingreso fue calculado multiplicando el precio aproximado de apio en el mercado. El precio fue calculado estimando que por 1 m2, se recogieron aproximadamente en atados y fue un promedio en el invernadero (V1 5.2, V2 5.6, V3 6.4, V4 5,8) en malla media sombra (V1 4.4, V2 4.8, V3 5, V4 5,4) y campo abierto (V1 4,8, V2 5, V3 5, V4 5), cada amarro tenía un aproximado (8 a 12 hojas) y este maso tiene un costo en mercado de 2 a 2,5 Bs.

Se observa que el mayor ingreso bruto es el T7 (V3A1) con 5808,91 Bs/m² y el tratamiento con menor ingreso bruto es el T3 (V1A3) con 2765,22 Bs/m².

3.9.3 Relación Beneficio/ costo

La relación de beneficio/costo, es la comparación sistemática entre el beneficio o resultado de una actividad y el costo de realizar esa actividad. Y

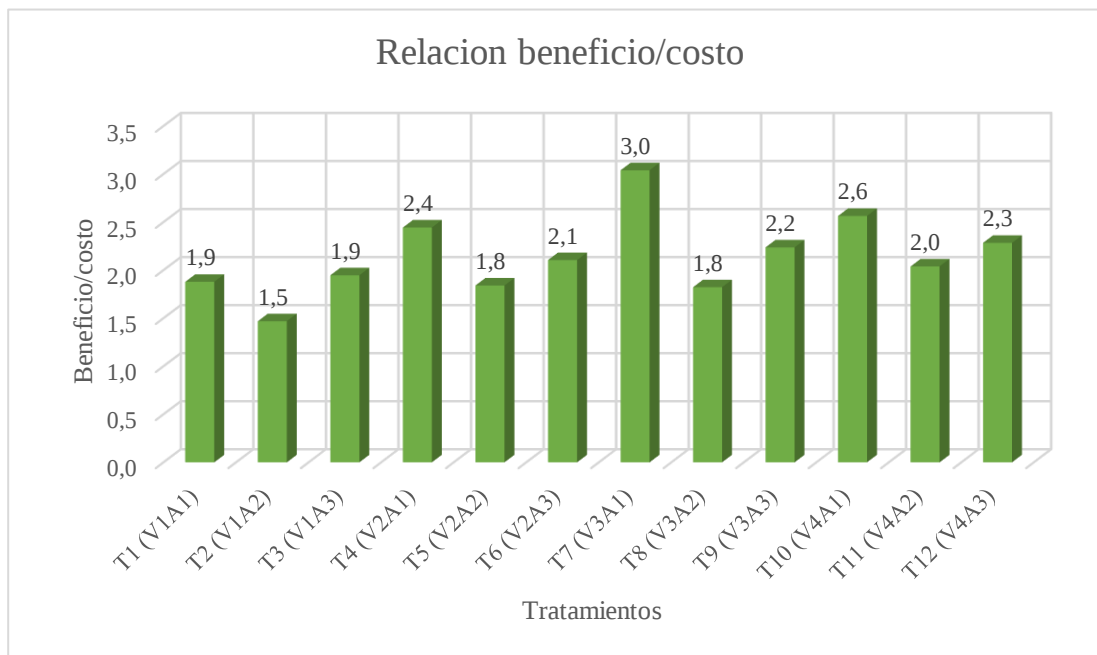
El beneficio neto es el valor de todos los beneficios de una producción que se percibirá, menos el costo total de producción.

Cuadro N°69. Beneficio Neto (Bs/5,46m²)

Tratamientos	Ingreso Bruto(bs)	Costo total(bs)	Beneficio neto	B/C
T1 (V1A1)	226,0	120,32	105,7	1,9
T2 (V1A2)	154,0	104,84	49,1	1,5
T3 (V1A3)	184,2	94,60	89,6	1,9
T4 (V2A1)	294,3	120,40	173,9	2,4
T5 (V2A2)	193,0	104,84	88,2	1,8
T6 (V2A3)	199,1	94,60	104,5	2,1
T7 (V3A1)	370,1	121,75	248,3	3,0
T8 (V3A2)	191,6	105,16	86,5	1,8
T9 (V3A3)	212,3	94,92	117,4	2,2
T10 (V4A1)	312,2	121,75	190,4	2,6
T11 (V4A2)	214,4	105,16	109,2	2,0
T12 (V4A3)	216,8	94,92	121,9	2,3

En el cuadro N°69 muestra que el tratamiento que obtuvo mejor beneficio neto es el tratamiento T7 (V3A1) ya que obtuvo un beneficio neto de 248 Bs/m², este resultado muestra el mejor ingreso bruto obtenidos menos el costo de producción que es en el invernadero. El mejor ingreso en malla media sombra es el T11 (V4A2) con un beneficio neto de 109 Bs/m², en campo abierto el mejor ingreso es el T12 (V4A3) con un beneficio neto de 122 Bs/m².

Gráfico N°24 Beneficio/costo para cada tratamiento en columnas



En el gráfico N°24 se presenta la relación beneficio/costo de cada tratamiento, se puede ver que todos los tratamientos son superiores a 2 es decir que los ingresos son mayores a los egresos, esto demuestra que nuestra investigación contaba con un 2 ambiente protegido, buena fertilización al cultivo y un buen manejo de las labores culturales.

En la gráfica N°24 se puede ver que el tratamiento T7 en la relación beneficio/costo muestra un valor de 3 Bs, el tratamiento T4 y muestra un valor de 2,4 Bs y el T10 muestra un valor de 2,6 Bs. y por ultimo los demás tratamientos muestran datos b/c de 1,5 a 2 bs, asimismo de que por cada boliviano invertido tiene una ganancia de 2 Bs.

Se observa en los tratamientos la relación beneficio/costo muestra que el uso de invernadero dio buenos resultados en los tratamientos T7, T4 y T10. Estos tratamientos alcanzaron mejores resultados en cuanto al rendimiento en la primera, segunda y tercera cosecha. Esto puede deberse a varios factores, entre el principal factor el uso de ambientes protegidos, que ha sido el uso del invernadero.

Mendoza (2019), menciona que si la relación B/C es menor a la unidad, indica que no existe beneficio económico, por tanto el cultivo no es rentable, cuando la relación B/C es igual a la unidad, muestra que los ingresos logran cubrir solo los costos de producción y el cultivo tampoco es rentable; si la relación B/C es mayor a la unidad, indica que los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción y por tanto el cultivo es rentable.

Según el mismo autor en su investigación sobre el efecto de tres dosis de lixiviado de humus de lombriz bajo ambiente protegido, nos menciona que el tratamiento T3 la relación beneficio costo muestra un valor de 2.14 Bs, el tratamiento T1 muestra un valor similar al tratamiento T3 con 2.11 Bs y luego le sigue el tratamiento T2 con un valor de 2.01 Bs.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

1. Con respecto a los 30, 60, 90 días las variedades que presentaron mejor crecimiento y desarrollo, en cuanto a la variable ancho de la hoja es la variedad Sedano F1 en ambiente de invernadero, en diámetro de macolla es la variedad Istar en malla media sombra, en el número de hojas/planta es la variedad Istar y en la altura de la planta es la variedad David RZ en invernadero.
2. En cuanto al rendimiento se demostró la variedad David RZ que obtuvo un gran desempeño en invernadero donde el promedio de las cinco cosechas obtuvo un rendimiento de 4,63 kg/m² y valores mayores en los resultados en el ancho de la hoja con 46,3 cm, en el número de hojas con 5 hojas por planta y alcanzo una mayor altura de planta con 66,3 cm. Donde esta variedad alcanzó un buen comportamiento agronómico, desarrollo, crecimiento y una mejor interacción entre ambiente y variedad, donde también obtuvo mejores características según a los estándares de calidad del mercado. Por lo tanto, se considera que la hipótesis planteada, es verdadera dado que el ambiente es un factor limitante en el rendimiento, desarrollo y crecimiento del cultivo de apio.
3. La variedad Istar del cultivo de apio en la malla media sombra obtuvo un promedio de las cinco cosechas donde, alcanzando un ancho de hoja con 39,1 cm, en el número de hojas obtuvo 5 hojas/planta, presentó una altura de 58,7 cm, y un rendimiento de 3,22 kg/m².
4. Respecto a campo abierto la variedad de apio Sedano F1 entre las cinco cosechas donde obtuvo un valor de 38,4 cm de ancho de la hoja, en el número de hojas muestra 5 hojas/planta, presenta una altura de 56,1 cm, y un rendimiento 3,47 kg/m².

5. De acuerdo a las variedades utilizadas en nuestra investigación se demostró que en el invernadero se obtuvo mayores rendimientos la variedad de David RZ con 4,63 kg/m² y lo siguen la variedad Sedano F1 con 4,31 kg/m² y variedad Istar con 4,20 kg/m². Por lo tanto, corroboramos que en invernadero se obtuvo un mayor ancho de hoja, número de pencas, altura de la planta y peso del cultivo.
6. En las variables económicas, la mayor rentabilidad se logra donde la variedad David RZ en invernadero alcanzando un beneficio neto de 248,3 Bs/m², y una relación de B/C de 3.0, seguido por la variedad Sedano F1 190,4 Bs/m² con una relación B/C de 2,6 de ganancia de Bs invertido, es decir que, por cada boliviano invertido, no solo se recupera el boliviano, sino que también se tiene una ganancia adicional.

4.2 Recomendaciones

1. Se recomienda utilizar el invernadero para la producción de apio, para obtener mayor calidad para el mercado, hojas con pencas desarrolladas o porte alto, mayor rendimiento, podemos hacer un manejo de plagas y enfermedades, manejo del clima (temperatura y la humedad relativa), manejo de riego al cultivo y fertilización.
2. La variedad David RZ es más recomendable para la producción del cultivo de apio, adaptabilidad a la zona de San Andrés, a la condición ambiente protegido, mejor desarrollo fisiológico y características agronómicas, donde se obtuvo un mayor rendimiento y por lo tanto mayor beneficio económico para el productor.
3. Aplicar abundante riego en las primeras semanas de trasplante y en cada cosecha para contrarrestar las temperaturas extremas. Y regar en las mañanas o bien temprano y al caer la tarde, para así evitar la proliferación de enfermedades y el mejor aprovechamiento del agua por las plantas.
4. Se recomienda realizar investigaciones en cuanto a plagas y enfermedades que presenta este cultivo.

5. Es aconsejable el uso de ambientes protegidos para cultivo de hortalizas de hojas, ya que nos protege del granizo, la fuerte radiación solar, conserva la humedad del suelo, fuertes heladas, viento, lluvias y podemos hacer buen manejo de las labores culturales, podemos implementar un sistema de riego tecnificado a goteo. Así podemos dar las condiciones favorables al desarrollo y crecimiento del cultivo de apio y así obtener mejores resultados y mayores rendimientos. Y seguridad en la producción de los cultivos.
6. Sea conseja utilizar las variedades David RZ, Sedano F1 y Istar del cultivo de apio, utilizadas en el trabajo de investigación ya que se adapta al clima de San Andrés, donde tuvieron un buen desarrollo y comportamiento a la zona de estudio y también puede ser el cultivo alternativo a la comunidad de san Andrés.