

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERIA EN AGRONOMIA TROPICAL
TRABAJO DE GRADUACIÓN**



Evaluación de la producción de *Brassica oleracea* variedad Coliseu, *Brassicaceae* “Brócoli”, en condiciones de tres comunidades de la parte costera del municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez.

T.P.A. Emanuel Edson Ronaldinho Ixtós Guarchaj

201841720

CUI: 3120459640705

Correo: edsonronal5783@gmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez, mayo de 2024

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALACENTRO
UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

secretario general

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Director en Funciones

REPRESENTANTE DE PROFESORES

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vílser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutierrez Gamboa
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Edín Aníbal Ortiz Lara
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Tania María Cabrera Ovalle
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y
Sociales Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.A. Juan Pablo Ángeles Lam
Coordinador Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias
de la Comunicación

DEDICATORIA A:

DIOS

Por iluminar y guiar mis pasos en mi formación académica, por darme fortaleza en momentos difíciles y sobrepasar obstáculos.

MIS PADRES

Samuel Ixtós Guarchaj y Antonia Guarchaj Cuc, cuyo amor incondicional, sacrificio y constante apoyo han sido la fuerza impulsora detrás de cada paso que he dado en este viaje académico. A través de su aliento inquebrantable y su fe en mí, han sido mis pilares en los momentos de duda y desafío. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, este logro es también de ustedes, les dedico este trabajo como una expresión de gratitud y amor eterno.

MIS HERMANOS

Mynor y Glendy, por ser solidarios con mi persona, por sus consejos, experiencias y por brindarme siempre su apoyo, y cariño en todo momento de mi vida.

MIS ABUELOS

Por el apoyo que me han brindado y por sus consejos.

A MIS AMIGOS

Quienes han sido mi apoyo incondicional a lo largo de este tiempo académico. Nuestra amistad, ánimo y alegría compartida han sido un faro de luz en los momentos más desafiantes. Gracias por creer en mí y por celebrar mis logros.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	2
III. MARCO TEÓRICO.....	3
4.1 Marco conceptual	3
4.1.1 Situación actual del brócoli a nivel global.....	3
4.1.2 Producción de brócoli en Guatemala	3
4.1.3 Botánica y sistemática de <i>B. oleracea</i> var. Coliseu “brócoli”	4
4.1.4 Fenología de <i>B. oleracea</i> . “brócoli”	5
4.1.5 Clasificación taxonómica de <i>B. oleracea</i> . “brócoli”	6
4.1.6 Requerimientos edafoclimáticos del brócoli	6
4.1.7 Altitud.....	6
4.1.8 Temperatura	6
4.1.9 Luminosidad	7
4.1.10 Requerimientos de suelo	7
4.1.11 Requerimientos hídricos de <i>B. oleracea</i>	7
4.1.12 Requerimientos nutricionales de <i>B. oleracea</i>	8
4.1.13 Ciclo del cultivo de <i>B. oleracea</i> var. Coliseu.....	8
4.1.14 Manejo del cultivo de <i>B. oleracea</i>	8
4.1.15 Principales plagas y enfermedades que afectan al brócoli	9
4.1.16 Cosecha	10
4.2 Marco referencial	11
4.2.1 Localización de las comunidades dónde se establecieron los ensayos de brócoli.....	11

4.2.2	Vías de acceso	11
4.2.3	Ubicación geográfica	11
4.2.4	Zonas de Vida.....	12
4.2.5	Relieve.....	12
4.2.6	Temperatura	13
4.2.7	Humedad relativa.....	14
4.2.8	Hidrología	14
4.2.9	Característica de los suelos	15
4.2.10	Investigaciones similares realizadas con el cultivo de Brócoli	16
V.	OBJETIVOS	17
VI.	HIPÓTESIS	18
VII.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
7.1	Materiales	19
7.2	Manejo del experimento.....	20
7.2.1	Preparación del suelo	20
7.2.2	Siembra	20
7.2.3	Riego	21
7.2.4	Fertilización.....	21
7.2.5	Control de plagas y enfermedades	21
7.2.6	Cosecha	22
7.3	Metodología	23
7.3.1	Medición de variables biométricas y fenológicas del cultivo de <i>B. oleracea</i> var. Coliseu.	23
7.3.2	Cuantificación de la producción de inflorescencia de <i>B. oleracea</i> var. Coliseu, “Brócoli”.....	30

7.3.3	Comportamiento de las variables temperatura y humedad relativa de las localidades.	31
7.3.4	Costos para la producción de inflorescencias de <i>B. oleracea</i> var. Coliseu, “Brócoli”.....	33
VIII.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
8.1	Comportamiento biométrico y fenológico de <i>B. oleracea</i> variedad Coliseu, “Brócoli”, en condiciones de Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional del municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez.	34
8.1.1	Altura de planta (cm) obtenidos en Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B	34
8.1.2	Número de hojas por planta producidas en los ensayos de las comunidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.	35
8.1.3	Longitud de hojas de <i>B. oleracea</i> en las localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional.	36
8.1.4	Ancho de hojas obtenidos en Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.	36
8.1.5	Diámetro de tallo de las plantas de <i>B. oleracea</i> . obtenidos en comunidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.	37
8.1.6	Peso promedio de la hoja obtenidos en Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.....	41
8.1.7	Días a inicio de floración del cultivo de <i>B. oleracea</i> . variedad Coliseu.	44
8.1.8	Días a cosecha del cultivo de <i>B. oleracea</i> . variedad Coliseu.	45
8.1.9	Fenología del cultivo de <i>B. oleracea</i> . en las tres localidades	46
8.2	Cuantificación de la producción de inflorescencia de <i>B. oleracea</i> variedad Coliseu.....	49
8.3	Comparación de las variables de Temperatura y humedad relativa de localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.....	51

8.4 Costos para la producción de inflorescencia de <i>B. oleracea</i> var. <i>Coliseu</i> , “Brócoli”	56
IX. CONCLUSIONES	58
X. RECOMENDACIONES	59
XI. REFERENCIAS	60
XII. ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	página
1. Distanciamiento de siembra para la especie de <i>B. oleracea</i>	8
2. Ubicación geográfica de las parcelas experimentales de Brócoli Coliseu.	11
3. Características del suelo de las localidades: Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.	15
4. Cantidad de nutrientes aportados por planta de <i>B. oleracea</i>	21
5. Tratamientos evaluados en el experimento de producción de Brócoli.	25
6. Localidades evaluadas para el experimento en serie.	29
7. Cuadro empleado para el análisis de costos en la producción de <i>B. oleracea</i> var. Coliseu, “Brócoli” en m ²	33
8. Datos de altura promedio (cm) de planta de <i>B. oleracea</i> . var. Coliseu, tomadas a los 10, 20, 30, 40 y 50 días después de trasplante en las 3 localidades.	34
9. Número promedio de hoja por planta, tomadas a los 10, 20, 30, 40 y 50 días después de trasplante en las 3 localidades.	35
10. Longitud de hojas promedio (cm) tomadas a los 10, 20, 30, 40 y 50 días después de trasplante en las 3 localidades.	36
11. Ancho promedio de hojas (cm) tomadas a los 10, 20, 30, 40 y 50 días después de trasplante en las 3 localidades.	37
12. Diámetro promedio de tallo tomadas a los 50 días después de trasplante en las 3 localidades	37
13. Resumen de análisis de varianza y pruebas de medias para las variables biométricas de los tratamientos (T1 Var. Coliseu y T2 Avenger) en las tres localidades.	38
14. Peso promedio de hoja tomadas a los 60 días después de trasplante en las localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.	41
15. Análisis de varianza (SC tipo III) para la variable peso fresco de hoja Kg/m ² en las tres localidades.	42
16. Prueba de medias de la interacción de las localidades y tratamientos para la variable peso fresco de hoja Kg/m ²	43
17. Días a inicio de la formación de inflorescencias en localidad Willy Woods.	44

18. Días a cosecha de inflorescencia en localidad Willy Wood.....	45
19. Datos de peso y diámetro promedio (cm) de inflorescencia en Willy Woods.	49
20. Datos promedios de temperatura y humedad relativa durante el ciclo de vida del cultivo en localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional.....	51
21. Análisis de varianza de la variable temperatura (°C) en las localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.	54
22. Prueba de medias de la temperatura en las tres localidades evaluadas.....	54
23. Análisis de varianza de la humedad relativa (%) en las tres localidades evaluadas.....	55
24. Costos para la producción de <i>B. oleracea</i> . variedad Coliseu “brócoli” en condiciones de localidad Willy Woods.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Producción nacional de brócoli y exportaciones en quintales y kilogramos.	3
2. Delimitación de las comunidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B, de Santo Domingo, Suchitepéquez, del proyecto agrícola de Cáritas.....	12
3. Temperaturas máximas y mínimas anuales, desde el año 2012 hasta el 2021.	13
4. Registro promedio mensual de precipitación en Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.	14
5. Fotografías del proceso de preparación de suelo en localidad Guadalupe y Willy Woods.	20
6. Fotografías de la siembra en localidades Guadalupe y Japón Nacional B.	20
7. Fotografías del control fitosanitario en localidad Japón Nacional B.	22
8. Fotografías de las inflorescencias cosechadas en la localidad Willy Wood a los 60 días después de trasplante.	22
9. Fotografías de la medición de variables en localidad Japón Nacional B.	24
10. Fotografías de Indicios de floración de la variedad Coliseu a los 45 días después de trasplante en localidad Willy Woods.	24
11. Croquis descriptivo de la unidad experimental de la investigación	26
12. Croquis de distribución de los tratamientos y repeticiones del experimento con diseño experimental bloques al azar	27
13. Cosecha de brócoli y medición de peso fresco de hoja en Willy Woods.	28
14. Medición de circunferencia y peso de inflorescencia en localidad Willy Woods.	31
15. Fotografías del termohigrómetro establecido en las áreas de investigación	31
16. Fenología de la especie de <i>B. oleracea</i> variedad Coliseu evaluado en las localidades.	48
17. Fotografías de las inflorescencias de <i>B. oleracea</i> var Coliesu cosechadas en la localidad Willy Wood.	50
18. Temperatura promedio diaria en localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.	52

RESUMEN

La introducción de especies hortícolas de clima templado a clima cálido como la costa sur de Guatemala, ha sido un reto, debido que hasta la fecha no se habían generado semillas de hortalizas típicas de clima templado, adaptadas al clima cálido. Ante esa incertidumbre del comportamiento de producción *Brassica oleracea* variedad Coliseu (recomendada para clima cálido) se sometió a evaluación en las condiciones de las localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B de Santo Domingo Suchitepéquez, situadas en el litoral del pacífico.

Para la evaluación del comportamiento de producción de *B. oleracea* variedad Coliseu los objetivos de la investigación fueron: a) describir la biometría y fenología, b) cuantificar la producción de inflorescencia, c) evaluar las variables de temperatura y humedad relativa en las comunidades evaluadas y d) determinar los costos para la producción de inflorescencias, se realizó en un diseño de bloques completos al azar.

En la biometría se consideraron las variables altura de planta, número de hojas, longitud y ancho de hoja, diámetro de tallo, peso fresco de hoja, días a inicio de floración y días a cosecha de las variedades Coliseu (T1) y Avenger (T2), la especie presentó una fenología en cuatro etapas: fase juvenil de 0-30 días después del trasplante -ddt-, fase de inducción floral a los 40 ddt, fase de formación de inflorescencia a los 50 ddt y la floración y cosecha a los 60 días después de trasplante.

Se obtuvo producción de inflorescencias en localidad Willy Woods, el rendimiento promedio de inflorescencias de *B. oleracea* variedad Coliseu fue de 0.90 kg/m², el diámetro promedio de inflorescencia fue de 10.59 cm, lo que significó que esta especie de clima frío produjera en clima cálido.

El análisis de las variables temperatura y humedad relativa mostraron que en la localidad Willy Woods se registró el 82% de horas diurnas equivalentes a 49.7 días en las que el cultivo estuvo con temperaturas inferiores a 37°C, siendo estas condiciones que se observó producción de inflorescencias en la variedad Coliseu, mientras que la variedad de *B. oleracea* Avenger que se produce con temperaturas de 18° a 24°C no produjo inflorescencias en las condiciones de las tres localidades evaluadas.

ABSTRACT

The introduction of horticultural species from temperate to warm climates, such as the southern coast of Guatemala, has been a challenge, because to date no seeds of typical temperate vegetables, adapted to the warm climate, had been generated. Given this uncertainty of the production behavior of *Brassica oleracea*, Coliseu variety recommended for warm climate, it was evaluated under the conditions of the localities Guadalupe, Willy Woods and Japón Nacional B of Santo Domingo Suchitepéquez, located on the Pacific coast.

For the evaluation of the production behavior of *B. oleracea* the objectives of the research were: a) to describe the biometrics and phenology, b) to quantify the inflorescence production, c) to evaluate the variables of temperature and relative humidity in the evaluated communities and d) to determine the costs for the production of inflorescences, it was carried out in a randomized complete block design.

In the biometrics, the following variables were considered: plant height, number of leaves, leaf length and width, stem diameter, fresh leaf weight, days to the beginning of flowering and days to harvest of the varieties Coliseu (T1) and Avenger (T2), the species presented a phenology in four stages: Juvenile phase from 0-30 days after transplantation, floral induction phase at 40 DDT, inflorescence formation phase at 50 DDT and flowering and harvesting at 60 days after transplanting.

Inflorescence production was obtained in the Willy Woods locality, the average yield of inflorescences of *B. oleracea* variety Coliseu was 0.90 kg/m², the average diameter of inflorescence was 10.59 cm. Which meant that this cold-weather species normally produced in warm weather.

The analysis of the temperature and relative humidity variables showed that in the Willy Woods locality 82% of daytime hours equivalent to 49.7 days in which the crop was with temperatures below 37°C, being these conditions that inflorescence production was observed in the Coliseu variety, while the variety of *B. oleracea* Avenger that is produced with temperatures of 18° to 24°C did not produce inflorescences in the conditions of the three localities evaluated.

I. INTRODUCCIÓN

La Pastoral Social Cáritas de la Diócesis de Suchitepéquez-Retalhuleu cuenta con un proyecto agrícola que busca reducir los niveles de pobreza y hambre a través de una agricultura sostenible y una mejor orientación al manejo de los cultivos, brindar asesoría y capacitación a los agricultores por medio de talleres.

El Brócoli (*Brassica oleracea* L.), es una especie muy importante en la nutrición humana y su valor nutritivo, siendo una especie de clima templado que se desarrolla en temperaturas óptimas entre 18°C a 24°C, sin embargo, existe una variedad denominada Coliseu que tolera temperaturas superiores a 37°C por un período corto, (Hernández, 2022).

En la investigación se evaluó el comportamiento de *B. oleracea* variedad Coliseu en las comunidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B, siendo los objetivos de la investigación a) describir el comportamiento biométrico y fenológico, b) cuantificar la producción de inflorescencia, c) evaluar las variables de temperatura y humedad relativa y d) determinar los costos para la producción de inflorescencias.

Se realizó en un diseño de bloques completos al azar con dos tratamientos y trece repeticiones por localidad, evaluando dos variedades de *B. oleracea* siendo la variedad Coliseu y la variedad Avenger como testigo relativo, implementados en tres comunidades de Santo Domingo, Suchitepéquez.

La evaluación de la producción de *B. oleracea* variedad Coliseu, fue de suma importancia por la selección de variedades adecuadas a las condiciones de las comunidades, optimización de los rendimientos, mejora en la calidad de los productos, tolerancia a plagas y enfermedades, adaptabilidad a condiciones cambiantes, contribuyendo a la investigación agrícola para la zona de la Costa Sur de Guatemala.

II. JUSTIFICACIÓN

El municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez por su especial situación geográfica y la condición de su clima, tiene un medio en los que se puede y se debe incentivar la producción de nuevas especies, proporcionando al mercado mayor producción de hortalizas y variada alimentación.

El cultivo de brócoli por su alta demanda puede convertirse como alternativa de producción, ayudando a los agricultores a diversificar los cultivos y satisfacer la demanda en los mercados locales, reduciendo así la dependencia de importaciones. La investigación permitió identificar las prácticas agronómicas más adecuadas, incluyendo el riego, la fertilización y el manejo de plagas y enfermedades, para maximizar los rendimientos y minimizar el uso de recursos.

La evaluación de la variedad Coliseu de brócoli en condiciones de las localidades, generó información valiosa para la investigación agrícola, incluyendo el mejoramiento de los cultivos, el desarrollo de variedades más resistentes, apoyando de esta manera a los agricultores, al demostrar que la producción de *B. oleracea* es viable en las condiciones de las comunidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B y que puede ser incorporada como una alternativa de producción no tradicional y con alto valor comercial y de mercado.

III. MARCO TEÓRICO

4.1 Marco conceptual

4.1.1 Situación actual del brócoli a nivel global

El brócoli con nombre técnico *Brassica oleracea*, perteneciente a la familia *Brassicaceae*, es una hortaliza tupida, cuyas partes comestibles son los tallos y botones florales que forman inflorescencias, muy apreciadas por sus características nutricionales y culinarias. (MAGA, 2022). Las importaciones de brócoli pasaron de 191,984 a 250,809 toneladas métricas entre 2018 y 2021, un importante incremento de 30.6% ha beneficiado a los agricultores de otros países, quienes han visto que la puerta cada vez se abre más. En lo que respecta al volumen de exportaciones de brócoli fresco por parte de Estados Unidos, en 2021 Canadá fue el principal destino con el 78.6%, seguido por México y Japón, con 11.6% y 6.0%, respectivamente (MAGA, 2022).

4.1.2 Producción de Brócoli en Guatemala

De acuerdo con estadísticas del MAGA (2016), la producción ha rondado los 1.6 millones de quintales por temporada, cultivados en unas 6,500 manzanas y un rendimiento que entre 10,900 a 11,800 kg por manzana. De estos, la mitad está registrada para exportación como producto congelado. A el Salvador también se exporta una cantidad considerable en fresco.

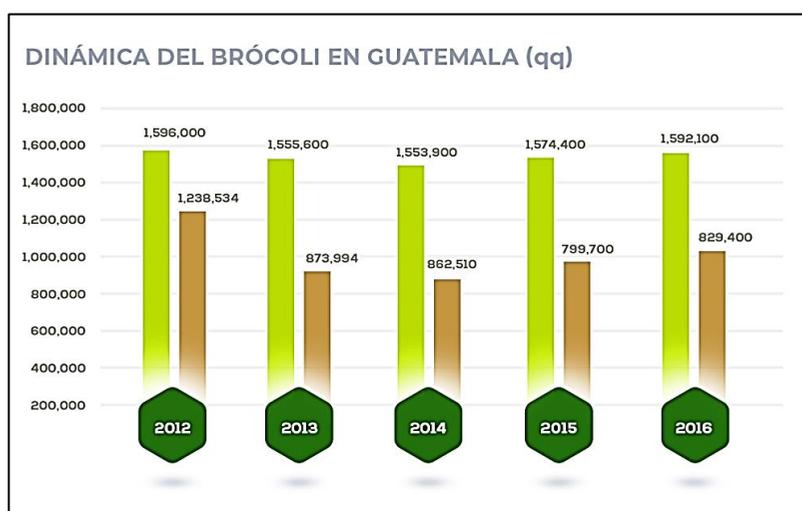


Figura 1. Producción nacional de brócoli y exportaciones en quintales y kilogramos.

Fuente: MAGA, (2016)

Se presenta la dinámica del cultivo de brócoli en Guatemala desde el año 2012 hasta el año 2016, en la gráfica se muestra la producción nacional total de brócoli representadas en barras color verde lima y la cantidad de exportación en barras café.

INE (2016) indica que el brócoli ya es una verdura que los guatemaltecos contemplan como habitual en la compra semanal, anteriormente se consumía en el mercado local el 22.40% y en la actualidad un 48% de toda la producción nacional. Estas cifras de consumo demuestran que se ha aceptado el brócoli como una verdura de la canasta básica alimentaria.

4.1.3 Botánica y sistemática de *B. oleracea* var. *Coliseu* “brócoli”

En cuanto a su morfología, la planta de brócoli es de naturaleza herbácea, compuesta por distintas partes, las cuales son descritas del siguiente modo por Toledo (2003), del INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria):

- **Raíces:** En el trasplante de brócoli en campo, el sistema radicular está compuesto principalmente por raíces adventicias secundarias, terciarias y raicillas, las cuales se concentran en su mayor parte en los primeros 40 – 60 cm de profundidad.
- **Hojas:** La planta tiene un número comprendido entre 15 y 30 hojas grandes, con un tamaño aproximado de 50 cm de longitud y 30 cm de ancho.
- **Tallo principal:** Su diámetro varía entre 2 y 6 cm y su longitud puede oscilar entre 20 y 50 cm. Presenta entrenudos cortos con un desarrollo intermedio entre la forma roseta (coliflor) y caulinar (col de Bruselas). La parte superior de este tallo es limitada por el crecimiento de la inflorescencia principal. No tiene ramificaciones, únicamente muestra en los nudos superiores las ramificaciones de inflorescencias secundarias.
- **Flores:** Son perfectas y actinomorfas, con los pétalos libres, en número de cuatro, de color amarillo y dispuestos en forma de cruz, características de las crucíferas. Debido a problemas de autoincompatibilidad, la polinización es principalmente cruzada y se realiza con la ayuda de insectos, como las abejas y las moscas.

- **Inflorescencias:** Es un corimbo conformado por numerosas flores, las cuales, en estado inmaduro constituyen la parte comestible de esta hortaliza. Se denomina florete al conjunto de flores individuales que se insertan mediante un pedúnculo común al tallo principal de la inflorescencia. Un corimbo está formado por varios floretes. Inicialmente, es compacta y firme, pero va perdiendo consistencia debido al crecimiento y desarrollo de los pedúnculos, la maduración de las flores y la separación de los floretes. El color de los corimbos incluye distintas tonalidades de verde, dependiendo del cultivar.
- **Fruto.** Es una silicua con más de 10 semillas, dehiscente cuando madura. Las semillas son redondas, pequeñas (unos 2 mm de diámetro) y de color marrón oscuro a rojizo. Un gramo de semillas puede contener un número comprendido entre 180 y 250.

4.1.4 Fenología de *B. oleracea*. “brócoli”

4.1.4.1 Fase Juvenil

Durante esta fase, que se inicia con la nascencia, la planta sólo forma hojas y raíces. Su duración varía de 1 - 4 semanas para las variedades tempranas, en cuyo periodo desarrollan unas 5 a 6 hojas, y de hasta 5-7 semanas para las variedades más tardías, para formar una masa vegetativa de 20 a 30 hojas.

4.1.4.2 Fase de inducción floral

La planta continúa formando hojas igual que en la fase anterior, pero además se inician cambios fisiológicos encaminados a formar las inflorescencias o pellas. La temperatura es el factor que determina esta variación en la variedad de brócoli tropicalizado se comprende en temperaturas entre 18°C - 33°C y una humedad relativa de 75%.

4.1.4.3 Fase de formación de pellas

La temperatura juega un papel importante en el crecimiento de la inflorescencia. Por debajo de 3°C a 5 °C cesa el crecimiento, mientras que con temperaturas de 25°C a 30 °C el crecimiento es plenamente satisfactorio. El tamaño de la pella y su compacidad van a determinar el momento óptimo de recolección para cada variedad.

4.1.4.4 Fase de floración

Las pellas pierden su firmeza y compacidad y comienzan a amarillear. Su valor comercial se devalúa significativa y posteriormente se produce su alargamiento y floración, caso de que no se produzcan podredumbres como suele ocurrir al final del otoño y durante el invierno si se producen lluvias frecuentes y se demoran las recolecciones. (Huaman, 2018)

4.1.5 Clasificación taxonómica de *B. oleracea*. “brócoli”

La variedad de *Brassica oleracea* L. var *Coliseu* clasificada en el sistema APG IV publicada por el Missouri Botanical Garden (2020) es la siguiente:

Clase:	<i>Equisetopsida</i> C. Agardh
Subclase:	<i>Magnoliidae</i> Novák ex Takht
Superorden:	<i>Rosanae</i> Takht
Orden:	<i>Brassicales</i> Bromhead
Familia:	<i>Brassicaceae</i> Burnett
Género:	<i>Brassica</i> L.
Especie:	<i>Brassica oleracea</i> L.
Variedad:	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Coliseu</i>

4.1.6 Requerimientos edafoclimáticos del brócoli

La zona de vida adecuada para la producción de brócoli corresponde a la clasificación como bosque húmedo Montano Bajo Subtropical (CATIE, 2016).

4.1.7 Altitud

El cultivo de brócoli se desarrolla mejor en altitudes comprendidas entre los 1300 a 2000 msnm y en clima fresco y templado (CATIE, 2016).

4.1.8 Temperatura

El brócoli es una verdura nativa de clima templado con temperaturas óptimas para el desarrollo del brócoli, que se mantienen entre 10°C y 20°C (50-68°F). Si la planta de brócoli experimenta temperaturas más altas durante sus primeras etapas de crecimiento, lo más probable es que comience a realizar un crecimiento intenso del tallo y retrasará la formación de las cabezas de las flores.

A temperaturas superiores a 20°C (68°F), la planta comienza a formar cuajada de hojas, es algo que se debe evitar. Las temperaturas superiores a 26°C (78.8°F) probablemente harán que las cabezas florezcan, disminuyendo su calidad y valor comercial. Sin embargo, hoy en día se tienen variedades híbridas de brócoli que están genéticamente programadas para tolerar temperaturas de hasta 37°C (99°F) por un período corto siendo la variedad Coliseu (Hernández, 2022).

4.1.9 Luminosidad

En cuanto a la luz, este factor no constituye una limitación crítica para el normal desarrollo del cultivo en la mayoría de los casos. La inducción y diferenciación floral, así como la formación de la cabeza, ocurren independientemente de la duración del día o fotoperíodo, es decir, se trata de una planta de fotoperíodo neutro (Toledo, 2003).

Sin embargo, el exceso de luminosidad puede constituir un factor limitante para el adecuado crecimiento del cultivo, por el hecho de que, comúnmente, esta condición está relacionada directamente con altas temperaturas. Por el contrario, en condiciones de baja luminosidad, se han obtenido excelentes resultados en lo referente a cantidad y calidad del producto cosechado.

4.1.10 Requerimientos de suelo

El cultivo de brócoli se adapta a cualquier tipo de suelo, sin embargo, prefiere los suelos francos y francos arenosos, uniformes, profundo y con buen drenaje, es importante que el pH del suelo se encuentre entre 6 y 6.8 al momento de la cosecha. Los suelos deben ser ricos en materia orgánica y con una buena capacidad de retención de agua. Es importante mantener un buen drenaje en los suelos, sobre todo cuando estos son pesados ya que el brócoli es muy sensible a inundaciones, (Castellano, 2012).

4.1.11 Requerimientos hídricos de *B. oleracea*.

Se requieren abundante agua durante el ciclo productivo del brócoli, siendo en los primeros 45 días los momentos más críticos para la planta en cuanto al riego. El suelo debe permanecer húmedo en un 80% de capacidad de campo, para lo cual debe regarse frecuentemente sin llegar al exceso ya que el brócoli es una especie exigente en cuanto al riego frecuente en suelos con menor retención de humedad.

4.1.12 Requerimientos nutricionales de *B. oleracea*.

Es recomendable realizar aplicaciones de fertilizante foliar principalmente de los elementos: Boro, magnesio, azufre. El cultivo de brócoli al igual que cualquier otro cultivo, necesita extraer del suelo macro y micronutrientes esenciales para su completo desarrollo. Se puede aplicar fertilizante equilibrado (N-P-K 20-20-20) a una tasa total de 800 kg por hectárea durante todo el período de crecimiento. Aplican hasta 400 kg por hectárea en el trasplante o siembra directa, 200 kg por hectárea aproximadamente 3-4 semanas después y 200 kg por hectárea aproximadamente 6 o 7 semanas después de la siembra, (Castellano, 2012).

4.1.13 Ciclo del cultivo de *B. oleracea*. var. *Coliseu*

El cultivo del brócoli de la variedad Coliseu tiene un ciclo vegetativo que varía entre los 45 a 65 días. No resiste heladas severas y no produce yemas florales a temperaturas mayores de 40 °C, (Hernández, 2022).

4.1.14 Manejo del cultivo de *B. oleracea*.

a) Preparación del suelo

La preparación del suelo puede realizarse mediante maquinaria o manual siempre que sea una arada profunda y dos pases de rastra. En terrenos con pendientes fuertes se deben realizar trabajos de conservación de suelos para prevenir la erosión, (Castellano, 2012).

b) Densidad de siembra

Las densidades de siembra varían de acuerdo al sistema de siembra y tipo de riego, pero se recomienda estar en los siguientes rangos:

Cuadro 1. Distanciamiento de siembra para la especie de *B. oleracea*.

Distancia entre camas	Distancia entre plantas	Hileras / cama
1 m	0.35m	2 hileras / cama
1.5m	0.35m	2 hileras / cama

Fuente: Castellano, (2012)

c) Época de siembra

Para el departamento de Chimaltenango, Guatemala se recomienda hacer dos siembras, una en mayo y la otra en agosto; para la siembra, los suelos deben estar bien preparados y libres de malezas. Es posible producir durante todo el año, sin embargo, la mejor época es de mayo a octubre, el brócoli tiene dos ciclos de cultivo, uno de mayo a julio y el otro de agosto a noviembre, mientras que en otras localidades se establece un solo ciclo de octubre a febrero, haciendo una siembra escalonada en sus áreas durante el primer mes. (CATIE, 2016).

4.1.15 Principales plagas y enfermedades que afectan al brócoli

Según Castellano (2012) las principales plagas y enfermedades que dañan la raíz o la plántula del brócoli son las siguientes:

- **Palomilla dorso de diamante:** La palomilla *Plutella xylostella* (Lepidoptera: *Plutellidae*) es un insecto de cuatro etapas con una duración total de 15 a 40 días, según las condiciones climáticas de la región. Los huevos, larvas y pupas se desarrollan en la planta huésped. En la última etapa de larva se convierte en un defoliador voraz, ya que es en esta etapa que causa las lesiones más fuertes en comparación a los tres primeros estadios larvales. El tiempo que dura esta fase es de 15 días.
- **Gallina Ciega:** La gallina ciega *Phyllophaga spp.*, es una larva o gusano de cuerpo blanco o crema, encorvado y de cabeza café, amarilla o rojiza. El daño lo causan los gusanos al comerse las raíces y llegando a matar a la planta.
- **Gusano Alambre:** El gusano alambre *Agriotes sp.*, es de color amarillo a café y de apariencia metálica. Vive en el suelo en sus fases de huevo, larva y pupa. Las larvas se alimentan de plantas en germinación o raíces.
- **Gusano Nochero:** El gusano nochero o cortador, *Sopodoptera sp.*, y otros, cortan las plantitas arriba de la base del tallo. También ataca el follaje. Cuando el cultivo está recién trasplantado, y las poblaciones altas pueden ocasionar grandes pérdidas de plantas.

- **Mal de Talluelo:** Hay hongos que dañan las plántulas en el semillero o las recién trasplantadas, causando pudrición de tallo y raíz que finalmente puede ocasionar la muerte de las mismas. Entre los principales hongos que ocasionan el mal de talluelo están: *Pythium spp*, *Fusarium spp*, *Phytophthora spp*, *Rhizoctonia spp*, *Verticillium spp*.
- **Hernia de las Coles:** La hernia causada por el hongo *Plasmodiophora Brassicae*, es conocida como rabanito, camotillo, papilla o hernia de las coles. Ataca al brócoli y a todas las plantas de la misma familia (Crucíferas): repollo, coliflor, col de bruselas, rábano, nabo, mostaza y otras. La raíz presenta pequeños y grandes hinchamientos. (Castellano, 2012).

4.1.16 Cosecha

El brócoli de la variedad Coliseu debe cosecharse cuando la inflorescencia ha alcanzado su óptimo desarrollo, el cual sucede entre los 45 a 65 días después del trasplante. Cuando las inflorescencias alcanzan su pleno desarrollo miden entre 12 a 15 cm de diámetro, son compactas, de granulación fina y de un color verde intenso. Para la cosecha se cortan los tallos a 15 cm de altura o como lo solicite el centro de acopio (planta de procesamiento). (CATIE, 2016).

4.1.17 Rendimiento de brócoli variedad Avenger en Guatemala

Los registros del rendimiento del brócoli que producen los pequeños agricultores del altiplano de Guatemala son de 1.68 kilogramos por metro cuadrado en promedio, según la variedad y el distanciamiento de siembra. (MAGA, 2022).

Los registros del rendimiento del brócoli están entre 5830 a 9720 kg/ha, equivalentes a 0.97 kilogramos por metro cuadrado, dependiendo de del distanciamiento de siembra. (CATIE, 2016).

4.2 Marco referencial

4.2.1 Localización de las comunidades dónde se establecieron los ensayos

El proyecto de agricultura de la Pastoral Social Cáritas trabaja con nueve comunidades de la parte baja de los municipios de Mazatenango, Santo Domingo y San José la Máquina, el ensayo se estableció solo en tres comunidades:

- Japón Nacional B
- Guadalupe
- Willy Woods

4.2.2 Vías de acceso

Está ubicado en la parte sur del departamento de Suchitepéquez, con una extensión territorial de 242 km² a una altura de 213 metros sobre el nivel del mar; limita al norte, por san Bernardino; al sur por el Océano Pacífico; al este por los municipios de San Antonio Suchitepéquez y el municipio de Tiquisate, Escuintla; al oeste por los municipios de San Gabriel, San Lorenzo y Mazatenango.

4.2.3 Ubicación geográfica

El proyecto agrícola de Cáritas actualmente trabaja con nueve comunidades y la investigación inferencial se enfocó en tres comunidades de Santo Domingo, Suchitepéquez como se presenta a continuación:

Cuadro 2. Ubicación geográfica de las parcelas experimentales de brócoli variedad Coliseu.

Municipio	Parcelas	Coordenadas	Altitud (msnm)
Santo Domingo	Guadalupe	14°20'44' N 91°52'15' W	37
	Willy Woods	14°17'37' N 91°53'88' W	22
	Japón Nacional "B"	14°14'27' N 91°59'56' W	15

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Se presenta la ubicación geográfica, coordenadas y la altura de las parcelas del experimento expresada en metros sobre el nivel del mar, representadas en la figura:

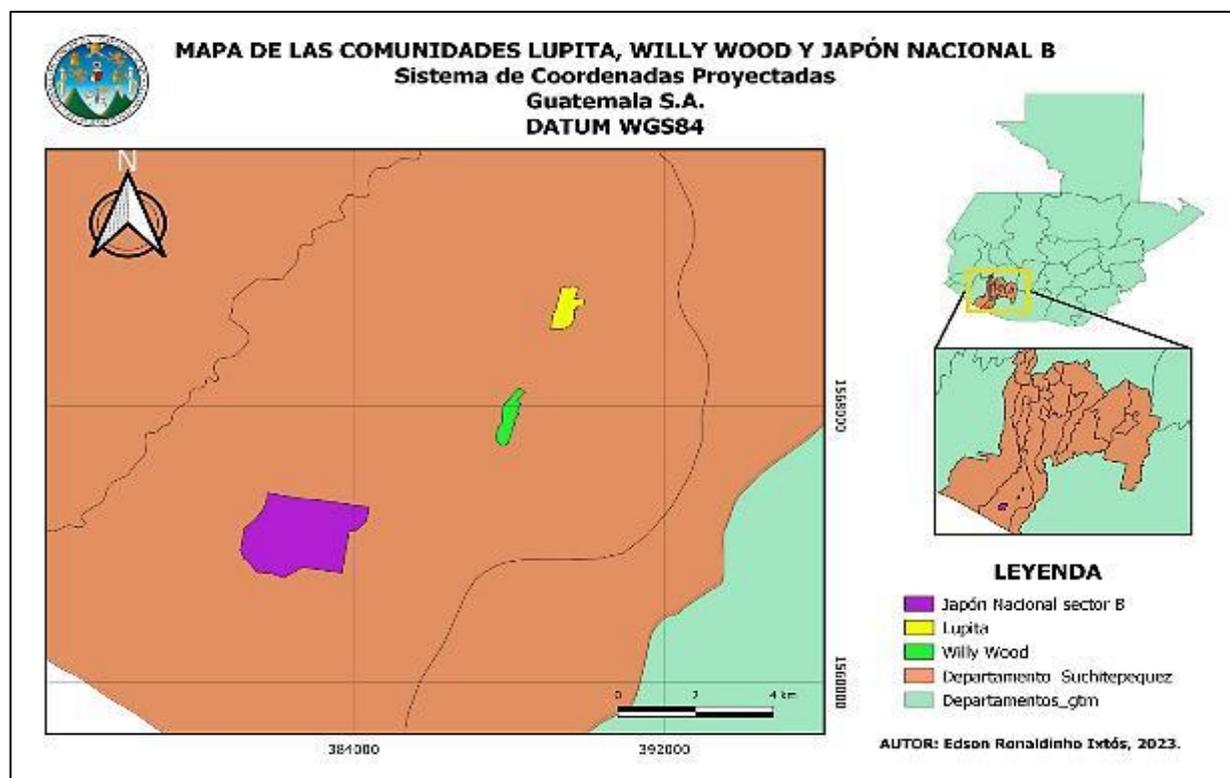


Figura 2. Delimitación de las comunidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B, de Santo Domingo, Suchitepéquez, del proyecto agrícola de Cáritas

4.2.4 Zonas de Vida

Según De La Cruz (1982), basado en el sistema Holdridge, la clasificación de las tres comunidades de Santo Domingo se encuentran en la zona de vida Bosque húmedo subtropical cálido, (bh -S (c)).

4.2.5 Relieve

Las áreas se caracterizan por presentar la siguiente geoforma: terrenos planos y planicie de inundación, las que conforman un relieve que va de casi plano a ligeramente ondulado y cóncavo con pendientes de 2 a 6%, se encuentran. Los terrenos se encuentran a elevaciones que van desde 17 a 35 msnm.

4.2.6 Temperatura

La temperatura media anual en la zona alta que comprende el casco urbano y centros poblados cercanos va de los 19°C a los 33°C en la estación seca, en estación lluviosa va de 22°C a 31°C, como se presenta a continuación con las temperaturas registradas en la zona donde se realizó el experimento, considerando los registros desde el año 2012 hasta el año 2021:

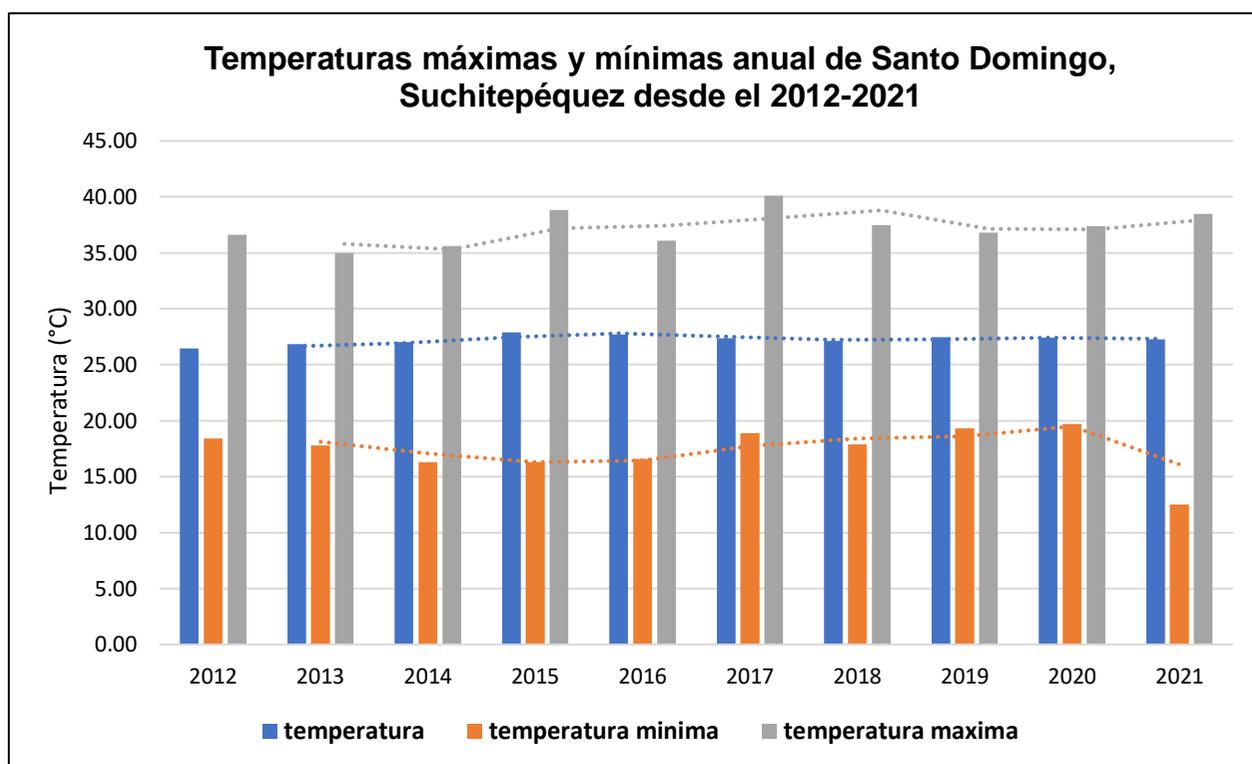


Figura 3. Temperaturas máximas y mínimas anuales, desde el año 2012 hasta el 2021 de Santo Domingo Suchitepéquez.

Fuente: Gráfica elaborada por el autor con datos de la estación ICC-San Nicolas, (2022)

Se puede observar las temperaturas promedio anual que oscila entre los 17.37°C y 37.24°C, mientras que las mínimas entre 16°C a 20°C y las máximas entre 35°C y 40°C. La amplitud térmica entre las mínimas y máximas puede ser de más de 20°C.

4.2.7 Humedad relativa

La humedad relativa se encuentra en 77 por ciento, la humedad relativa más baja del año es en febrero (62.93 %). El mes con mayor humedad es octubre (89.00 %).

4.2.8 Hidrología

La precipitación pluvial promedio es de 826 mm/año, según datos históricos de estación meteorológica San Nicolas del Instituto del Cambio Climático (ICC):

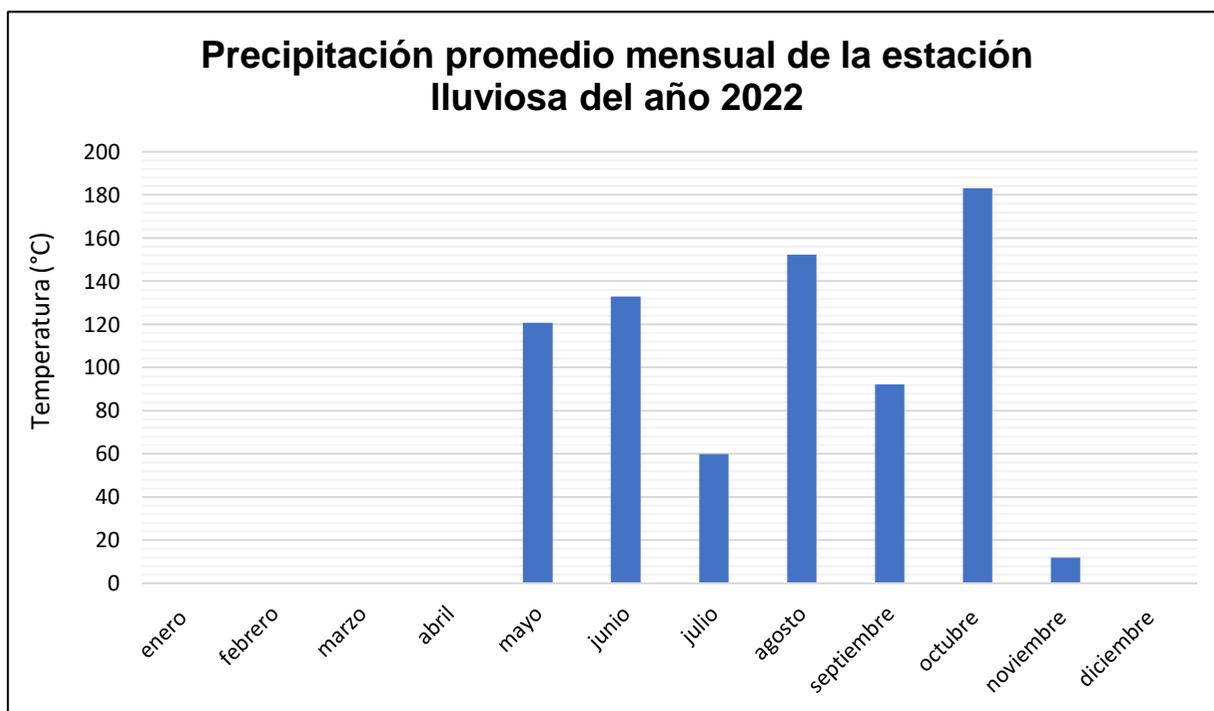


Figura 4. Registro promedio mensual de precipitación en Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.

Fuente: Gráfica elaborada por el autor con datos de la estación ICC-San Nicolas, (2022.)

Los meses que dan inicio las lluvias son de mayo al mes de junio y el segundo establecimiento de las lluvias se registra de septiembre a octubre. Cabe resaltar que los meses de lluvia a pesar de estar bien definidos varía la intensidad al transcurso de los meses.

4.2.9 Característica de los suelos

Cuadro 3. Características del suelo de las localidades: Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.

PAISAJE	CARACTERÍSTICAS
Llanura Costera (Pc)	Suelos arcillosos en las profundidades (0-26cm) y (26-60cm), con presencia de arcilla: 2:1. Régimen de Humedad Ustico. Sus principales limitantes; la textura arcillosa y bajo contenido de materia orgánica.
Llanura costera erosionada (Pc-2)	Suelos arcillosos en las 2 profundidades (0-26cm) y (26-60cm), con presencia de arcilla: 2:1 y deficiente de potasio. Régimen de Humedad Ustico. Sus principales limitantes son: textura arcillosa, bajo contenido de materia orgánica y problemas de drenaje.

Fuente: Simmons (1959).

Los suelos poseen una actividad química alta, su pH oscila entre ligeramente ácido y ligeramente básico (desde 6.7 hasta 8.8). Son suelos profundos con cantidades adecuadas de cationes (calcio, magnesio y potasio) a excepción de algunas áreas que se encuentren al sur este de los cascos urbanos, donde el potasio es deficiente. En cuanto al fósforo, son ligeramente deficientes, lo que limita el rendimiento de los cultivos que sean exigentes en este elemento, Simmons (1959).

Alvarado (2003), indica que los elementos menores (Cobre, Zinc, Hierro y Manganeso), el Hierro se encuentra en niveles ligeramente bajos. El contenido de materia orgánica es menor al 3% en promedio, lo cual demuestra una deficiencia en esta variable; esta deficiencia es un factor limitante para el desarrollo de actividades agrícolas por lo que se deben desarrollar prácticas que permitan un mayor aporte de la misma al suelo.

4.2.10 Investigaciones similares realizadas con el cultivo de Brócoli

Hernández (2020), en pruebas realizadas en Palín Escuintla a 105 metros sobre el nivel del mar, precipitación pluvial de 1600mm al año, temperaturas de 18°C -33°C y humedad relativa del 75% se logró cosechar brócoli entre los 40 y 50 días después de trasplante.

Pérez (2023), indica que la especie de brócoli tropical en 38 días está lista para ser cosechado, versus los 100 días que tarda en promedio el brócoli del altiplano, lo que representa una mejor rentabilidad.

Lozano (2014), en condiciones de Patzicía, Chimaltenango comparó las variedades de brócoli Formoso y Coliseu, el objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento vegetativo y reproductivo de los materiales, concluyendo que la variedad Coliseu significativamente presentó menor altura de planta, mayor cantidad de días a floración, menor cantidad de floretes por inflorescencia, menor diámetro y menor peso de inflorescencia. La variedad Formoso por su precocidad y una tendencia a tener un mayor rendimiento soportó los efectos de las altas temperaturas. (Lozano, 2014)

V. OBJETIVOS

5.1 General

- Evaluar el comportamiento de la producción de *Brássica oleracea* var. Coliseu, “Brócoli” en condiciones de tres localidades del municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez.

5.2 Específicos

1. Describir la biometría y el comportamiento fenológico de *B. oleracea* var. Coliseu, “Brócoli”, en condiciones de tres localidades.
2. Cuantificar la producción de inflorescencia de *B. oleracea* var. Coliseu, “Brócoli”, en condiciones de tres localidades.
3. Comparar el comportamiento de las variables temperatura y humedad relativa de las comunidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B del municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez.
4. Determinar los costos para la producción de *B. oleracea* var. Coliseu, “Brócoli” en condiciones de tres localidades.

VI. HIPÓTESIS

6.1 Hipótesis de investigación

La producción de brócoli de la variedad Coliseu en las comunidades de la parte baja de Santo Domingo Suchitepéquez es posible si se encuentran condiciones de temperatura adecuadas.

6.2 Hipótesis estadísticas

Ho₁: En las localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional “B” la variedad de *Brassica oleracea* Coliseu no presentará diferencias en el rendimiento Kg/m² de inflorescencias en comparación con la variedad Avenger,

Ha₁: Al menos en una localidad la variedad de *Brassica oleracea* Coliseu presentará diferencias en el rendimiento Kg/m² de inflorescencias en comparación con la variedad Avenger.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Materiales

a) Recursos físicos:

- Área de 90 metros cuadrados
- 45 metros de malla hexagonal (1" y 1.5 metros de alto)
- 1,600 pilones de brócoli (Var. Coliseu y Avenger)
- 100 ml Thiacloprid, Beta-Ciflutrina (Monarca a 11.25 SE)
- 500ml S-1.2-bis etoxicarbonil etil 0.0-dimetil fosforoditioato (Malathion)
- 1 kg Oxiclورو de cobre al 85% (Oxicob 85)
- 1 kg etilenbisditio carbamato 62% (Mancozeb)
- 25 lb de fertilizante (15-15-15)
- 12 lb de fertilizante (18-6-12) + Boro
- Equipo (Tractor, Bomba de aspersion mochila de 16 litros)
- Herramientas (azadones, rastrillo, cinta métrica, tijeras)
- Documentos de apoyo, hojas de control, libreta de campo.
- Balanza analítica
- Calculadora
- Cámara
- Computadora
- 3 equipos Termohigrómetros (Para medir humedad relativa y temperatura)

b) Recursos humanos:

- Estudiante de EPS
- 3 líderes de las comunidades: Guadalupe, Willy Woods, Japón Nacional B
- Proyecto agrícola de Cáritas
- 11 beneficiarios de las comunidades (Jornales)

7.2 Manejo del experimento

7.2.1 Preparación del suelo

Se preparó el suelo pasando un arado y mullido a una profundidad de 20 a 25 cm, ya que esta tecnología optimiza la producción de brócoli. En comunidad Willy Woods, la preparación del suelo fue de forma manual por falta de acceso a la maquinaria.



Figura 5. Fotografías del proceso de preparación de suelo en localidad Guadalupe y Willy Woods.

7.2.2 Siembra

El brócoli se sembró a un distanciamiento de 0.40 metros entre planta en surcos simples por cama, colocando una planta (pilón) por postura. En localidad Guadalupe se sembró el 12/06/2023 y en localidades Willy Woods y Japón nacional el 22/06/2023.



Figura 6. Fotografías de la siembra en localidades Guadalupe y Japón Nacional B.

7.2.3 Riego

Se realizó la instalación de sistemas de riego por goteo en las tres localidades por las condiciones de sequía, se realizaron riegos con una frecuencia diaria aplicando 500 litros de agua para un área de 104m². El riego implementado en Willy Woods y Japón Nacional B fue el adecuado, pero en comunidad Guadalupe fue complicado el riego por no tener acceso al agua.

7.2.4 Fertilización

Castellano Veliz (2012) recomienda realizar tres fertilizaciones a intervalos de 15 días a partir de 10 días después de la siembra como se presenta:

Cuadro 4. Cantidad de nutrientes aportados por planta de *B. oleracea*.

Cantidad de Producto comercial 10g / planta	g/planta			
	N	P	K	B
(15-15-15)	1.5	1.5	1.5	
(18-6-12) + boro	1.8	0.6	1.2	0.002
Total	3.3	2.1	2.7	0.002

En la primera y segunda aplicación se utilizó fertilizante 15-15-15 con una dosis de 10 gramos/plantas. La tercera fertilización se aplicó fertilizante con la formulación 18-6-12 + boro, con una dosis de 10 gramos/planta. Se realizaron incorporadas al suelo, realizando agujeros a 5 centímetros de la base de las plantas para la primera y segunda aplicación y para la tercera aplicación a 10 cm de la base de la planta

7.2.5 Control de plagas y enfermedades

- **Control químico de *Plutella xylostella*:** Para el control se utilizó Thiacloprid, Beta-Ciflutrina (Monarca a 11.25 SE) a razón de 25 ml/bomba fumigadora manual de 16 litros, se alternó con S-1.2-bis etoxicarbonil etil 0.0-dimetil fosforoditioato (Malathion) con una dosis de 25 ml/bomba de 16 litros haciendo aplicaciones a los 10ddt, 20ddt y 30 días después de trasplante.
- **Control químico para la prevención de enfermedades:** Para el control preventivo de enfermedades se utilizó Oxicloruro de cobre al 85% (Oxicob 85)

con una dosis de 25 – 40ml / bomba de mochila de 16 litros. También se utilizó etilenbisditio carbamato 62% (Mancozeb) con una dosis de 25-50ml / bomba de 16 litros haciendo aplicaciones a los 10ddt, 20ddt y 30 días después de trasplante.



Figura 7. Fotografías del control fitosanitario en localidad Japón Nacional B.

7.2.6 Cosecha

El brócoli se cosechó cuando la inflorescencia alcanzó su óptimo desarrollo, el cual fue entre los 50 a 60 días después del trasplante. Para la cosecha se cortaron los tallos a 15 cm de altura y se pesaron tomando en cuenta las plantas de la parcela neta de la unidad experimental.



Figura 8. Fotografías de las inflorescencias cosechadas en la localidad Willy Wood a los 60 días después de trasplante.

7.3 Metodología

Para desarrollar el objetivo 1 de la evaluación de la producción *B. oleracea* var. Coliseu, “Brócoli”, en condiciones de tres localidades del municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez, se realizó lo siguiente:

7.3.1 Medición de variables biométricas y fenológicas del cultivo de *B. oleracea* var. Coliseu.

Para la evaluación del comportamiento biométrico y fenológico del cultivo se tomaron datos a los 10 días hasta los 60 días después de trasplante de las siguientes variables de respuesta:

7.3.1.1 Altura de planta (cm)

Se evaluó la altura de la planta desde los 10 días hasta los 50 ddt, se midió con una cinta métrica considerando desde el ras del suelo hasta la parte terminal de la planta y se analizaron mediante ANDEVA y prueba de medias.

7.3.1.2 Número de hojas

Se cuantificó el número de hojas verdaderas por plantas de la parcela neta (a cada 10 días después de trasplante), se promediaron los datos obtenidos y por ser variable discreta se transformaron los datos a través del método de raíz cuadrada, se analizaron mediante ANDEVA y prueba de medias.

7.3.1.3 Longitud de hojas (cm)

Se midió con una cinta métrica la longitud de hojas verdaderas por plantas de la parcela neta (a cada 10 días después de trasplante), se promediaron los datos obtenidos, se analizaron mediante ANDEVA y prueba de medias.

7.3.1.4 Ancho de la hoja (cm)

Se midió con una cinta métrica el ancho de hojas de cada planta de la parcela neta (con frecuencia de 10 días, a partir del trasplante), con los datos obtenidos se realizó el ANDEVA y prueba de medias.



Figura 9. Fotografías de la medición de variables en localidad Japón Nacional B.

7.3.1.5 Grosor del tallo (cm)

Se midió el perímetro del tallo y el valor obtenido se dividió entre el valor de π (Pi), con lo cual se obtuvo el diámetro, se calculó el valor en promedios, posteriormente se realizó el ANDEVA y prueba de medias.

7.3.1.6 Días a inicio de formación de inflorescencia

Se tomaron los datos cuando se tenía el 50% de plantas con indicios de floración, contando los días transcurridos desde el trasplante hasta los primeros indicios de desarrollo de inflorescencia. Los datos que se obtuvieron se promediaron (variable cuantitativa discreta), se transformaron a través del método de raíz cuadrada, se procesaron mediante ANDEVA y prueba de medias.



Figura 10. Fotografías de Indicios de floración de la variedad Coliseu a los 45 días después de trasplante en localidad Willy Woods.

7.3.1.7 Días a cosecha

Se contabilizaron los días a partir del trasplante hasta el momento de la cosecha de la inflorescencia, luego los datos fueron promediados y transformados a través del método de la raíz cuadrada (variable cuantitativa discreta), se obtuvieron promedios, los cuales se analizaron mediante ANDEVA y prueba de medias.

7.3.1.8 Diseño del experimento de Bloques completos al azar

De acuerdo con las condiciones del lugar donde se estableció la investigación se encontró la gradiente de sombra, por lo que se utilizó un diseño bloques completos al azar, siendo el modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Son las observaciones obtenidas la j-ésima vez que se repite el experimento, con el tratamiento i-ésimo.

μ = Media general

t_i = Efecto del tratamiento i

β_j = Efecto del Bloqueo j

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental que se presenta al efectuar la j-ésima observación del i-ésimo tratamiento

7.3.1.9 Tratamientos a evaluar

Cuadro 5. *Tratamientos evaluados en el experimento de producción de Brócoli.*

Tratamientos	Descripción
T1	<i>B. oleracea.</i> variedad Coliseu
T2	<i>B. oleracea.</i> variedad Avenger

Fuente: Elaboración propia, (2023)

La variedad Coliseu (tropicalizado) se adapta a condiciones con temperaturas de 37°C en un período corto según lo indica Hernández, (2022) y la variedad Avenger que es una especie cultivada en climas templados con temperaturas óptimas entre 18° a 24°C.

Se pudo determinar el número de repeticiones, tomando en cuenta los grados de libertad de error (GL) se iguales o mayores a 12, estableciendo trece repeticiones para satisfacer el requerimiento de grados de libertad en el experimento.

7.3.1.10 Unidad Experimental

La unidad experimental estuvo constituida por un área de 4 metros cuadrados, con un ancho de 2 metros y largo de 2 metros. Se manejó un sistema de siembra de surcos simples, con un marco de siembra de 0.40 metros entre planta y 0.50 entre surcos, teniendo 4 surcos con 5 plantas/surco. Una densidad de 20 plantas por unidad experimental y una parcela neta de 6 plantas.

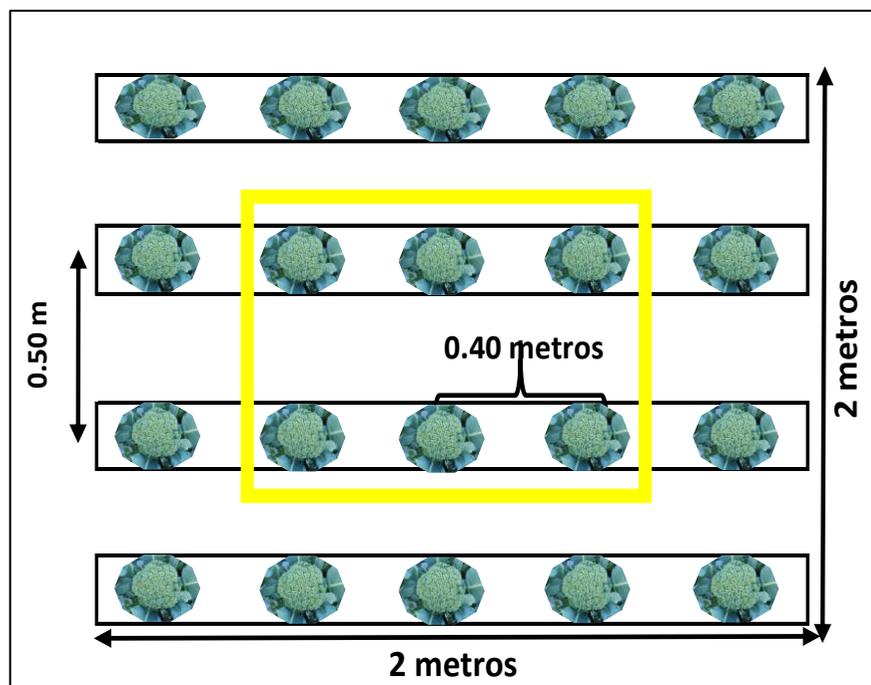


Figura 11. Croquis descriptivo de la unidad experimental de la investigación

Fuente: Elaboración propia, (2023)

De acuerdo al diseño de investigación con dos tratamientos y trece repeticiones se determinaron las dimensiones generales de la investigación:

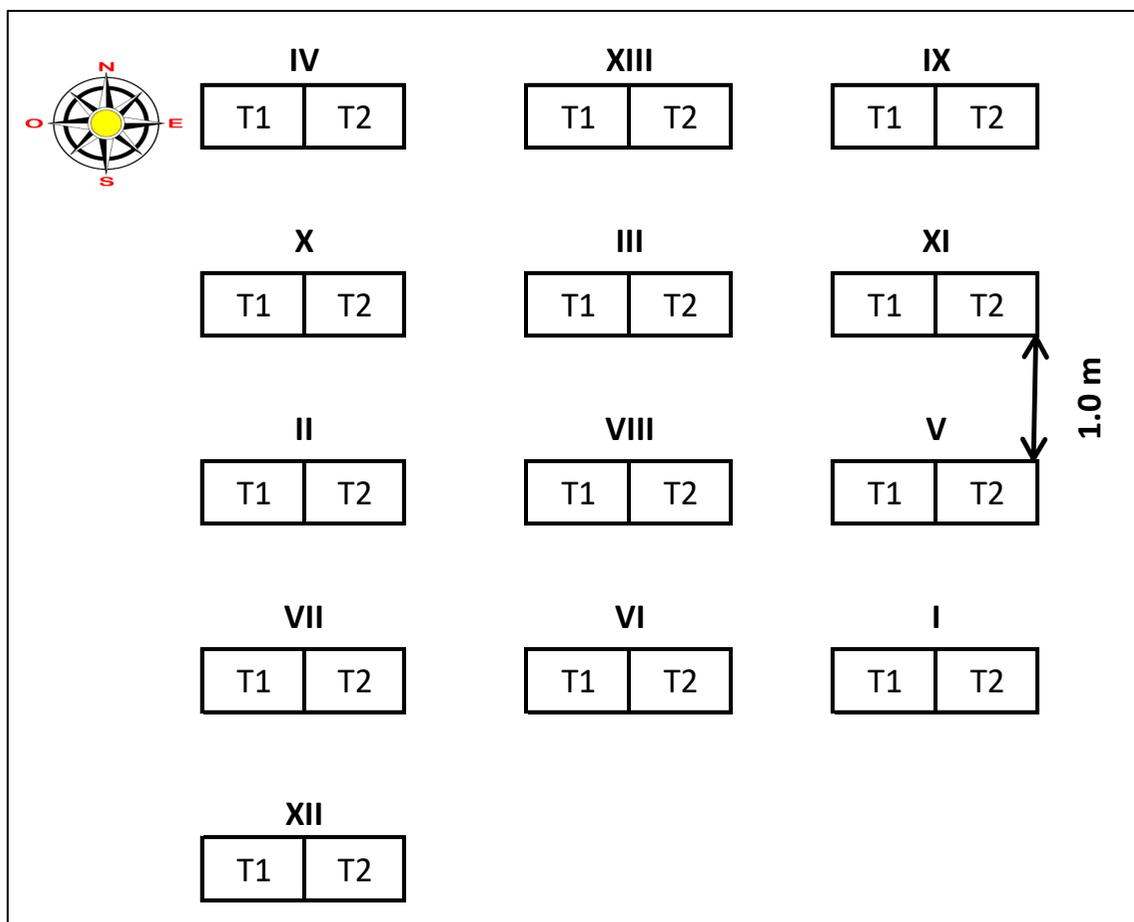


Figura 12. Croquis de distribución de los tratamientos y repeticiones del experimento con diseño experimental bloques al azar

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Se puede observar que cada bloque estuvo constituido por 2 unidades experimentales de: 4 m^2 y manejando un distanciamiento de 1 metro entre cada bloque, por lo que el tamaño general del experimento estará constituido por 26 unidades experimentales que equivale a 112 m^2 de área por localidad.

7.3.1.11 Peso fresco de hoja (gramos)

La medición de la variable se realizó al momento de la cosecha con una balanza analítica se pesaron las hojas frescas, se promediaron los datos para realizar el ANDEVA y prueba de medias, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Peso fresco de hojas} = \frac{\text{peso total de hojas}}{\text{Número plantas cosechadas}} * \text{densidad (plantas/m}^2\text{)}$$



Figura 13. Cosecha de brócoli y medición de peso fresco de hoja en Willy Woods.

7.3.1.12 Experimento en serie para el peso fresco de hoja

Se evaluaron las tres localidades con dos tratamientos y trece repeticiones distribuidos en diseños bloques al azar, en un experimento en serie tomando en cuenta el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \beta_{j(i)} + g_k + (gp)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} = Variables de respuesta medida en la ijk -ésima unidad experimental
- μ = Media de la población
- ρ_i = Efecto del i -ésimo ambiente
- $\beta_{j(i)}$ = Efecto del j -ésimo bloque dentro de la localidad
- g_k = Efecto del k -ésimo variedad
- $(gp)_{ik}$ = Efecto de la interacción variedad * ambiente
- ϵ_{ijk} = Error experimental asociado Y_{ijk} .

7.3.1.13 Localidades evaluadas

Para el experimento en serie de la variable peso fresco de hoja, se tomaron en cuenta las tres localidades que se presentan:

Cuadro 6. Localidades evaluadas para el experimento en serie.

Localidades	Localidades	Altura (msnm)
L1	Guadalupe	35
L2	Willy Woods	23
L3	Japón Nacional "B"	17

Fuente: Elaboración propia, (2023).

7.3.1.14 Hipótesis estadística del experimento en serie

- **Ho₁:** Los tratamientos evaluados en las localidades no producen efecto sobre el peso fresco de hoja en Kg/m² de brócoli.
- **Ha₁:** Al menos uno de los tratamientos evaluados en las localidades produce efecto sobre el peso fresco de hoja en Kg/m² de brócoli.
- **Ho₂:** Las localidades evaluadas no producen efecto sobre el peso fresco de hoja en Kg/m² de brócoli.
- **Ha₂:** Al menos una de las localidades evaluadas produce efecto sobre el peso fresco de hoja en Kg/m² de brócoli.
- **Ho₃:** No existe interacción de los tratamientos con las localidades evaluadas (A*B) sobre el peso fresco de hoja en Kg/m² de brócoli.
- **Ha₃:** Existe interacción de los tratamientos con las localidades evaluadas (A*B) sobre el peso fresco de hoja en Kg/m² de brócoli.

7.3.1.15 Análisis estadístico del experimento en serie

El análisis de peso, los datos del peso fresco de hoja en Kg/m² de brócoli se ingresaron al programa INFOSTAT, donde se llevó a cabo un análisis de varianza (ANDEVA), para un experimento en serie diseño bloques al azar, tomando en

cuenta las tres localidades (con dos tratamientos y trece repeticiones) que se trabajaron en la investigación, identificando la diferencia dentro de los tratamientos con un nivel de significancia del 5%.

7.3.1.16 Comparación múltiple de medias

Al existir diferencia significativa de peso fresco de las hojas evaluadas, se procedió a realizar una prueba múltiple de medias de TUKEY con un nivel de significancia del 5%, realizada en el programa INFOSTAT,

Para desarrollar el objetivo 2 de la evaluación de la producción *B. oleracea* var. Coliseu, “Brócoli”, en condiciones de tres localidades del municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez, la metodología fue lo siguiente:

7.3.2 Cuantificación de la producción de inflorescencia de *B. oleracea* var. Coliseu, “Brócoli”

Para el objetivo dos, se realizó el cálculo del rendimiento del cultivo de brócoli al momento de la cosecha, considerando las variables de diámetro de inflorescencia y rendimiento medidos en kg/m², como se describe a continuación:

7.3.2.1 Diámetro de inflorescencia

Se midió el perímetro de la inflorescencia de brócoli al momento de la cosecha y el valor obtenido se dividió entre el valor de π (Pi), obteniendo el diámetro de la inflorescencia, se sacaron promedios, los cuales se analizaron mediante ANDEVA y prueba de medias.

7.3.2.2 Rendimiento en kg/m² de la producción de inflorescencias

Con una balanza analítica se pesaron las inflorescencias, se promediaron los datos para analizarlos mediante ANDEVA y prueba de medias, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento Kg/m}^2 = \frac{\text{peso total de inflorescencia} \frac{\text{Kg}}{\text{Parcela}}}{\text{área parcela neta m}^2}$$



Figura 14. Medición de circunferencia y peso de inflorescencia en localidad Willy Woods.

Para el objetivo 3 de la evaluación de la producción *B. oleracea* var. Coliseu, “Brócoli”, en condiciones de tres localidades del municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez, la metodología aplicada fue lo siguiente:

7.3.3 Comportamiento de las variables Temperatura y Humedad Relativa de las localidades.

Para el registro de la temperatura °C y humedad relativa %HR se realizó con tres equipos termohigrómetros, que registró datos a cada 2h/24h, los datos de temperatura y humedad relativa se agruparon en periodos diarios, semanales y mensuales.



Figura 15. Fotografías del termohigrómetro establecido en las áreas de investigación

Los datos fueron tomadas a cada 2 horas por medio de un termohigrómetro durante 60 días que fueron los días que se evaluó el cultivo. Los datos que se presentan son de temperatura y humedad relativa desde la fecha del 12/06/2023 hasta el 12/08/2023.

7.3.3.1 Humedad relativa y Temperatura

Se realizó la comparación de la temperatura y humedad relativa con gráficas de frecuencia relativa de las variables de temperatura °C y humedad relativa HR% por cada localidad, considerando el porcentaje de frecuencia que se mantuvieron las temperaturas diurnas en los rangos ideales menores a 37°C como lo indica Hernández (2022). Se promediaron los datos para el ANDEVA y prueba de medias, utilizando la siguiente ecuación:

$$Ecuación = \text{Arcoseno } \sqrt{X}$$

Dónde:

X = son los datos de Temperatura en grados Celsius y humedad relativa expresadas en porcentajes.

7.3.3.2 Análisis de variables evaluadas

Después de obtener los datos en campo, los resultados fueron tabulados en una hoja electrónica de Excel. Previamente se copiaron al programa INFOSTAT, donde se llevó a cabo un análisis de varianza (ANDEVA) de cada una de las variables evaluadas, para un diseño de bloques completos al azar, tomando en cuenta los cuatro tratamientos que se trabajaron en la investigación, para evaluar si existe alguna diferencia entre de los tratamientos, manejando un nivel de significancia del 5%.

7.3.3.3 Comparación múltiple de medias

Al existir diferencia significativa dentro de los tratamientos evaluados, se procedió a realizar una prueba múltiple de medias de TUKEY, con un nivel de significancia del 5%. Dicha prueba se realizó en el programa INFOSTAT.

Para desarrollar el objetivo 4 de la evaluación de la producción *B. oleracea* var. Coliseu, “Brócoli”, en condiciones de tres localidades del municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez, se realizó lo siguiente:

7.3.4 Costos para la producción de inflorescencias de *B. oleracea* var. Coliseu, “Brócoli”.

Cuadro 7. Cuadro empleado para el análisis de costos en la producción de *B. oleracea* var. Coliseu, “Brócoli” en m².

	Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total/m ²
a	Costos directos				
1	Habilitación de terreno				
2	Establecimiento del cultivo				
3	Mano de obra				
4	Depreciación de maquinaria y equipo				
5	Insumos				
	Costo total/m²				

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Se presentan los aspectos analizados para los costos de producción del cultivo de Brócoli. El análisis de los costos de producción estuvo basado en el precio unitario de inflorescencias producidos en metros cuadrados.

VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La evaluación de la producción del cultivo de *B. oleracea*. variedad Coliseu se estableció en las comunidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B del municipio de Santo Domingo Suchitepéquez, desde el mes de junio hasta agosto del año 2023, tomando en cuenta el comportamiento fenológico del cultivo, rendimiento y comportamiento frente a la temperatura y humedad relativa de las comunidades, así como el análisis de costos de producción de *B. oleracea*., presentando los siguientes resultados.

8.1 Comportamiento biométrico y fenológico de *B. oleracea* var. *Coliseu*, “Brócoli”, en condiciones de Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional del municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez.

Para la evaluación del comportamiento fenológico del cultivo se midieron variables de altura de planta (cm), número de hojas, longitud de hoja (cm), ancho de hoja (cm), grosor del tallo (cm), días a inicio de floración y días a cosecha.

8.1.1 Altura de planta (cm) obtenidos en Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B

Cuadro 8. Datos de altura promedio (cm) de planta de *B. oleracea*. var. *Coliseu*, tomadas a los 10, 20, 30, 40 y 50 días después de trasplante en las 3 localidades.

Días	Guadalupe		Willy Woods		Japón Nacional	
	T1 (cm)	T2 (cm)	T1 (cm)	T2 (cm)	T1(cm)	T2(cm)
10 días	6.3	5.8	7.3	6.2	7.2	6.2
20 días	9.9	7.3	14.7	12.9	14.3	11.7
30 días	18.0	13.2	21.5	24.5	19.3	16.2
40 días	24.3	23.0	33.3	36.2	23.4	20.2
50 días	27.3	26.0	36.3	41.2	26.9	24.2

La altura de planta a los 50 días después de trasplante para el T1 (Var. Coliseu) fueron de 26.92cm hasta 36.31cm y el T2 (Var. Avenger) fue de 24.2cm hasta 41.2 cm.

En la localidad de Willy Woods se observaron datos superiores a comparación de Guadalupe y Japón Nacional B, datos que se reflejaron desde los primeros días después de trasplante llegando a tener una altura promedio de 36.3 cm a los 50 ddt superando la altura promedio obtenido en Guadalupe y Japón Nacional siendo de 27.3cm y 26.9cm respectivamente.

8.1.2 Número de hojas por planta producidas en los ensayos de las comunidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.

Cuadro 9. Número promedio de hoja por planta, tomadas a los 10, 20, 30, 40 y 50 días después de trasplante en las 3 localidades.

Días	Guadalupe		Willy Woods		Japón Nacional	
	T1 (No. hojas)	T2 (No. hojas)	T1 (No. hojas)	T2 (No. hojas)	T1 (No. hojas)	T2 (No. hojas)
10 días	2	2	4	4	2	2
20 días	4	4	6	6	4	4
30 días	6	6	8	8	6	6
40 días	8.5	8.5	10	10	7.8	7.8
50 días	8.5	8.5	11.5	11.5	9.5	9.2

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Se presentan los datos de números de hojas/plantas tomadas a los 10, 20, 30, 40 y 50 días después de trasplante, se tomaron seis datos por unidad experimental y luego se promediaron los datos, el número de hojas analizados fueron los datos a los 50 días después de trasplante, para el T1 (Var. Coliseu) fue 2 hojas/planta hasta 11.5 hojas/planta y el T2 (Var. Avenger) con 2 hojas/planta hasta 11.5 hojas/planta para las tres localidades evaluadas.

8.1.3 Longitud de hojas de *B. oleracea* en las localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional.

Cuadro 10. Longitud de hojas promedias (cm) tomadas a los 10, 20, 30, 40 y 50 días después de trasplante en las 3 localidades.

Días	Guadalupe		Willy Woods		Japón Nacional	
	T1 (cm)	T2 (cm)	T1 (cm)	T2 (cm)	T1 (cm)	T2 (cm)
10 días	5.8	4.9	5.8	4.9	5.7	4.7
20 días	6.7	5	6.6	6.0	6.1	5.4
30 días	8.3	5.8	10.9	11.1	10.5	8.9
40 días	11.3	11.5	15.5	15.2	12.0	11.4
50 días	12.3	12.5	13.5	19.5	14.0	13.8

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Para el T1 (Var. Coliseu) fue de 12.3 cm hasta 15.5 cm y el T2 (Var. Avenger) con 12.5 cm hasta 19.5 para las tres localidades evaluadas.

En la localidad Willy Woods se observó la mayor longitud de hojas desde los 10 hasta los 40 días a comparación de los observados en las localidades Guadalupe y Japón Nacional B, datos que se reflejaron desde los primeros días después de trasplante llegando a tener una longitud promedio de hoja de 15.6cm a los 40 días, los datos de longitud promedio obtenidos en Guadalupe y Japón Nacional fueron de 11.4cm y 12.5cm respectivamente.

8.1.4 Ancho de hojas obtenidos en Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.

Para la variable ancho de hoja se midió el ancho tomando datos a cada 10 días en las tres localidades, como se presenta:

Cuadro 11. Ancho promedio de hojas (cm) tomadas a los 10, 20, 30, 40 y 50 días después de trasplante en las 3 localidades.

Días	Guadalupe		Willy Wood		Japón Nacional	
	T1 (cm)	T2 (cm)	T1 (cm)	T2 (cm)	T1 (cm)	T2 (cm)
10 días	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	3.8
20 días	5.9	4.0	5.8	5.3	5.5	4.3
30 días	7.5	4.9	10.3	8.6	9.5	7.8
40 días	9.7	9.5	14.8	12.0	11.0	10.3
50 días	10.7	10.5	12.8	16.0	13.0	12.7

Fuente: Elaboración propia, (2023)

El ancho de hoja para el T1 (Var. Coliseu) fue de 10.7 cm hasta 13 cm y el T2 (Var. Avenger) con 10.5 cm hasta 16.0 cm para las tres localidades evaluadas. En la localidad de Willy Woods se observaron los mayores registros de ancho de hoja desde los 10 hasta los 40 ddt en comparación con las localidades Guadalupe y Japón Nacional B donde se observaron anchos de hoja de 14.8cm a los 40 ddt superando el ancho promedio de hojas obtenidos en Guadalupe y Japón Nacional siendo de 9.7cm y 11.0cm respectivamente.

8.1.5 Diámetro de tallo de las plantas de *B. oleracea*. obtenidos en comunidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.

Cuadro 12. Diámetro promedio de tallo tomadas a los 50 días después de trasplante en las 3 localidades

Días	Guadalupe		Willy Woods		Japón Nacional	
	T1 (cm)	T2 (cm)	T1 (cm)	T2 (cm)	T1 (cm)	T2 (cm)
Diámetro (cm)	2.3	2.2	2.7	2.6	2.1	2.0

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Se presentan los datos de diámetro de tallo medido a los y 50 días después de trasplante, para el T1 (Var. Coliseu) el diámetro de tallo fue de 2.1 cm hasta 2.7 cm y el T2 (Var. Avenger) fue de 2.0 cm hasta 2.6 cm para las tres localidades evaluadas.

El análisis de varianza realizado a las variables: altura de planta, número de hoja, longitud de hoja, ancho de hoja, y grosor de tallo, se presentan a con datos transformados a través del método de raíz cuadrada del valor:

Cuadro 13. Resumen de análisis de varianza y pruebas de medias para las variables biométricas de los tratamientos (T1 Var. Coliseu y T2 Avenger) en las tres localidades.

Variables	Guadalupe		Willy Woods		Japón Nacional	
	T1 Coliseu	T2 Avenger	T1 Coliseu	T2 Avenger	T1 Coliseu	T2 Avenger
Altura (cm)	NS	NS	*(B)	* (A)	** (A)	** (B)
Número de hojas	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Long. De hoja (cm)	NS	NS	** (B)	** (A)	NS	NS
Ancho de hoja (cm)	NS	NS	** (B)	** (A)	NS	NS
Grosor de tallo (cm)	* (A)	* (B)	NS	NS	** (A)	** (B)

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Descripción: **NS** = No existe diferencia significativa, **(*)** = Diferencia significativa, **(**)** = Altamente significativa, **Letras A, B** = Grupos formados en la prueba de medias de Tukey, siendo A el mejor tratamiento.

En el cuadro trece se presentan los datos de las variables biométricos de los tratamientos T1 (Var, Coliseu) y T2 (Var. Avenger) en las localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón nacional B, los datos presentados son resultados del análisis de varianza que se realizaron para cada variable y prueba de medias de Tukey al 5% de significancia, (Análisis de varianza y prueba de medias en anexos).

El Coeficiente de variación (%): Coeficiente de variación, < 20 significa que existe homogeneidad en el comportamiento de la variable, desde la toma de datos hasta el análisis de varianza y prueba de medias, por lo que se presentan los valores obtenidos por cada variable.

a) Altura de planta:

- En localidad Guadalupe: (CV: 9.97%) estadísticamente al 5% de significancia, no existió diferencia significativa de la variable altura entre la Var. Coliseu y la Var. Avenger.
- En localidad Willy Woods: (CV: 3.14%) la variedad con mayor altura fue el Avenger con una media de 41.22cm y estadísticamente la Var. Coliseu presentó una media de 36.32 cm siendo el tratamiento con menor altura.
- En localidad Japón Nacional: (CV: 3.15%) la variedad con mayor altura fue Var. Coliseu con una media de 26.92cm y estadísticamente Var. Avenger presentó una media de 36.32 cm de menor altura.

b) Número de hojas:

- En localidades Guadalupe: (CV: 3.7%), Willy Woods: (CV: 7.4%) y Japón Nacional: (CV: 2.3%) se puede indicar que estadísticamente al 5% de significancia, no existió diferencia significativa de la variable número de hojas por planta entre la variedad Coliseu y Avenger, se acepta la H_0 y no fue necesario efectuar prueba de medias.

c) Longitud de hoja:

- En localidades Guadalupe (CV: 14.76%) y Japón Nacional: (CV: 5.36%) se puede indicar que estadísticamente al 5% de significancia, no existió diferencia significativa de la variable longitud de hojas entre la variedad Coliseu y Avenger.
- En localidad Willy Woods: (CV: 3.14%) la variedad con mayor longitud de hoja (cm) fue el Avenger con una media de 19.56 cm y estadísticamente la variedad Coliseu presentó una media de 13.32 cm siendo el tratamiento con menor longitud de hoja.

d) Ancho de hoja:

- En localidades Guadalupe (CV: 16.25%) y Japón Nacional: (CV: 6.08%) se puede indicar que estadísticamente al 5% de significancia, no existió diferencia significativa de la variable ancho de hojas entre la variedad Coliseu y Avenger, se acepta la H_0 .
- En localidad Willy Woods: (CV: 5.42) la variedad con mejor ancho de hoja fue Avenger con una media de 15.96 cm y estadísticamente Coliseu presentó una media de 12.76 cm siendo el tratamiento con menor ancho de hoja.

e) Grosor de tallo:

- En localidad Guadalupe (CV: 3.93%) la variedad con mayor grosor de tallo fue Coliseu con una media de 2.37 cm y estadísticamente Avenger presentó una media de 2.27 cm siendo el tratamiento con menor diámetro de tallo.
- En localidad Willy Woods: (CV: 11.17%) se puede indicar que estadísticamente al 5% de significancia, no existió diferencia significativa de la variable grosor de tallo entre la variedad Coliseu y Avenger.
- En localidad Japón Nacional: (CV: 4.45%) el tratamiento con mayor grosor de tallo fue Coliseu con una media de 2.37 cm y estadísticamente Avenger presentó una media de 2.27 cm siendo el tratamiento con menor diámetro de tallo.

8.1.6 Peso promedio de la hoja obtenidos en Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.

Cuadro 14. *Peso promedio de hoja tomadas a los 60 días después de trasplante en las localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.*

Bloques	Tratamiento	Guadalupe		Willy Woods		Japón Nacional	
		Peso fresco de hoja					
		gr.	Kg/m ²	gr.	Kg/m ²	gr.	Kg/m ²
I	T1	75.50	1.51	121.50	2.43	78.50	1.57
	T2	81.40	1.63	136.50	2.73	76.50	1.53
II	T1	100.70	2.01	187.00	3.74	89.50	1.79
	T2	107.40	2.15	139.00	2.78	81.50	1.63
III	T1	110.00	2.20	190.50	3.81	96.50	1.93
	T2	96.50	1.93	135.00	2.70	96.50	1.93
IV	T1	118.30	2.37	167.50	3.35	118.30	2.37
	T2	105.70	2.11	79.00	1.58	100.30	2.01
V	T1	83.50	1.67	167.50	3.35	87.30	1.75
	T2	83.30	1.67	123.00	2.46	80.30	1.61
VI	T1	95.80	1.92	134.50	2.69	82.10	1.64
	T2	98.10	1.96	157.00	3.14	75.10	1.50
VII	T1	98.70	1.97	166.00	3.32	85.10	1.70
	T2	108.00	2.16	132.00	2.64	77.10	1.54
VIII	T1	99.00	1.98	157.00	3.14	105.00	2.10
	T2	108.00	2.16	127.50	2.55	102.00	2.04
IX	T1	119.50	2.39	185.50	3.71	123.00	2.46
	T2	116.40	2.33	147.50	2.95	115.00	2.30
X	T1	133.00	2.66	183.50	3.67	99.60	1.99
	T2	135.90	2.72	91.00	1.82	95.60	1.91
XI	T1	88.10	1.76	149.50	2.99	98.60	1.97
	T2	95.70	1.91	95.50	1.91	94.60	1.89
XII	T1	85.10	1.70	180.50	3.61	84.60	1.69
	T2	77.90	1.56	136.50	2.73	77.60	1.55
XIII	T1	98.90	1.98	187.00	3.74	98.60	1.97
	T2	101.20	2.02	93.00	1.86	100.60	2.01

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Se presentan los datos del peso fresco de hojas tomadas a los 60 días después de trasplante, los datos de peso fresco de hoja se presentan en gramos y Kg/m², se tomaron seis datos por unidad experimental luego se promediaron los datos a los 60 días después de trasplante para los dos tratamientos que van desde 1.50 kg/m² hasta 3.81.kg/m².

Se presenta los siguientes resultados de prueba de medias con relación al peso fresco de la hoja en un experimento en serie, tomando en cuenta los tratamientos T1 (Var. Coliseu) y T2 (Var, Avenger) y las localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B, se consideraron los datos de peso fresco de hoja a los 60 días después de trasplante:

Cuadro 15. Análisis de varianza (SC tipo III) para la variable peso fresco de hoja Kg/m² en las tres localidades.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21.68	5	4.34	33.71	<0.0001
Localidad	16.33	2	8.16	63.47	<0.0001
Tratamientos	2.16	1	2.16	16.83	0.0001
Localidad*Tratamientos	3.19	2	1.59	12.39	<0.0001
Error	9.26	72	0.13		
Total	30.94	77			

CV: 15.87%

Fuente: Elaboración propia, (2023)

De acuerdo con los resultados presentados, se puede indicar que existió diferencia altamente significativa de la variable peso fresco de hoja en las localidades Guadalupe, Willy Woods, Japón Nacional y las variedades de *B. oleracea* Coliseu y Avenger. Existió interacción de las localidades con los tratamientos, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa por lo que fue necesario efectuar prueba de medias de Tukey.

Cuadro 16. Prueba de medias de la interacción de las localidades y tratamientos para la variable peso fresco de hoja Kg/m².

Localidad	Tratamientos	Medias	n	E. E	
Willy Woods	T1 Coliseu	3.35	13	0.1	A
Willy Woods	T2 Avenger	2.45	13	0.1	B
Guadalupe	T2 Avenger	2.02	13	0.1	C
Guadalupe	T1 Coliseu	2.01	13	0.1	C
Japón Nacional B	T1 Coliseu	1.92	13	0.1	C
Japón Nacional B	T2 Avenger	1.8	13	0.1	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Se puede indicar que estadísticamente la interacción de localidad*tratamiento con mejor peso fresco de hoja fue la localidad Willy Woods con la variedad Coliseu con una media de 3.35 kg/m², la variedad Avenger en localidad Willy Woods fue la segunda interacción con mejor peso fresco con una media de 2.45 kg/m², mientras que la interacción entre las localidades Guadalupe y Japón Nacional B con los tratamientos Coliseu y Avenger son estadísticamente iguales.

La variedad Coliseu presentó mayor crecimiento vegetativo en localidad Willy Woods debido a los factores térmicos (Humedad y temperatura) que influyeron en el crecimiento a comparación de las localidades Guadalupe y Japón Nacional B.

Los datos de pesos frescos fueron considerados como variable importante en la investigación debido a la utilización y el uso del follaje, ya sea para consumo en diferentes recetas o como forraje para los animales.

8.1.7 Días a inicio de floración del cultivo de *B. oleracea*. variedad Coliseu.

Para la evaluación del comportamiento fenológico de la planta se contabilizaron los días a indicios de floración tomando datos a partir de los 40 días después de trasplante en localidad Willy Wood, como se presenta:

Cuadro 17. Días a inicio de la formación de inflorescencias en localidad Willy Woods.

Bloques	Tratamiento	Días a inicio de floración						Días promedio (ddt)
		1	2	3	4	5	6	
I	T1 (Var. Coliseu)	48	50	48	45	46	46	47.17
II		45	44	48	45	45	46	45.50
III		50	48	49	45	47	46	47.50
IV		51	49	54	48	49	50	50.17
V		45	44	48	45	45	46	45.50
VI		43	44	47	45	46	45	45.00
VII		51	47	48	50	49	46	48.50
VIII		43	44	45	43	45	46	44.33
IX		48	49	54	48	49	50	49.67
X		50	49	54	48	49	50	50.00
XI		45	44	48	45	45	46	45.50
XII		45	44	48	45	45	46	45.50
XIII		44	49	54	48	49	50	49.00
Promedio								47.18

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Se presenta los datos de los días a inicios de floración de cultivo de *B. oleracea*. Var. Coliseu en la localidad Willy Woods que inició desde los 44.33 días después de trasplante hasta los 50.17 días después de trasplante, que en promedio fueron de 47.18 días.

Hernández (2022) indica que el cultivo de *B. oleracea*. variedad Coliseu se desarrolla y presenta indicios de floración cuando el cultivo se establece en localidades con temperaturas menores a 37°C en el ciclo de vida del cultivo, en el caso de localidad Willy Woods presentó las temperaturas que permitiera la formación de inflorescencia para la variedad Coliseu. En el caso de la variedad Avenger no presentó indicios de floración en

las tres localidades donde fueron evaluadas debido a los factores mencionados anteriormente.

Para el caso de las localidades Guadalupe y Japón Nacional no se presentaron indicios de floración para la variedad Coliseu, porque la temperatura fue superior al límite ideal para el desarrollo del cultivo de brócoli, por lo que no se presentaron datos, análisis de varianza y prueba de medias para la variable días a inicio de floración.

8.1.8 Días a cosecha del cultivo de *B. oleracea*. variedad Coliseu.

Para la variable días a cosecha se contabilizaron los días tomando datos a partir de los 40 días después de trasplante en localidad Willy Wood:

Cuadro 18. Días a cosecha de inflorescencia en localidad Willy Wood.

Bloques	Tratamiento	Días a inicio a cosecha						Días promedio (ddt)
		1	2	3	4	5	6	
I	T1 (Var. Coliseu)	61	63	61	58	59	59	60.17
II		59	58	62	59	59	60	59.50
III		64	62	63	59	61	60	61.50
IV		66	64	69	63	64	65	65.17
V		58	57	61	58	58	59	58.50
VI		56	57	60	58	59	58	58.00
VII		65	61	62	64	63	60	62.50
VIII		58	59	60	58	60	61	59.33
IX		62	63	68	62	63	64	63.67
X		64	63	68	62	63	64	64.00
XI		58	57	61	58	58	59	58.50
XII		59	58	62	59	59	60	59.50
XIII		58	63	68	62	63	64	63.00
Promedio							61.03	

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Se presenta los datos de los días a cosecha del cultivo de *B. oleracea*. variedad Coliseu en la localidad Willy Woods que empieza desde los 58.0 días después de trasplante hasta los 65.17ddt, que en promedio fueron de 61.03 días.

En las localidades Guadalupe y Japón Nacional B no hubo producción de inflorescencias para la variedad Coliseu, y la variedad Avenger no presentó indicios de floración en las tres localidades descartando la variedad para la medición de la variable días a cosecha.

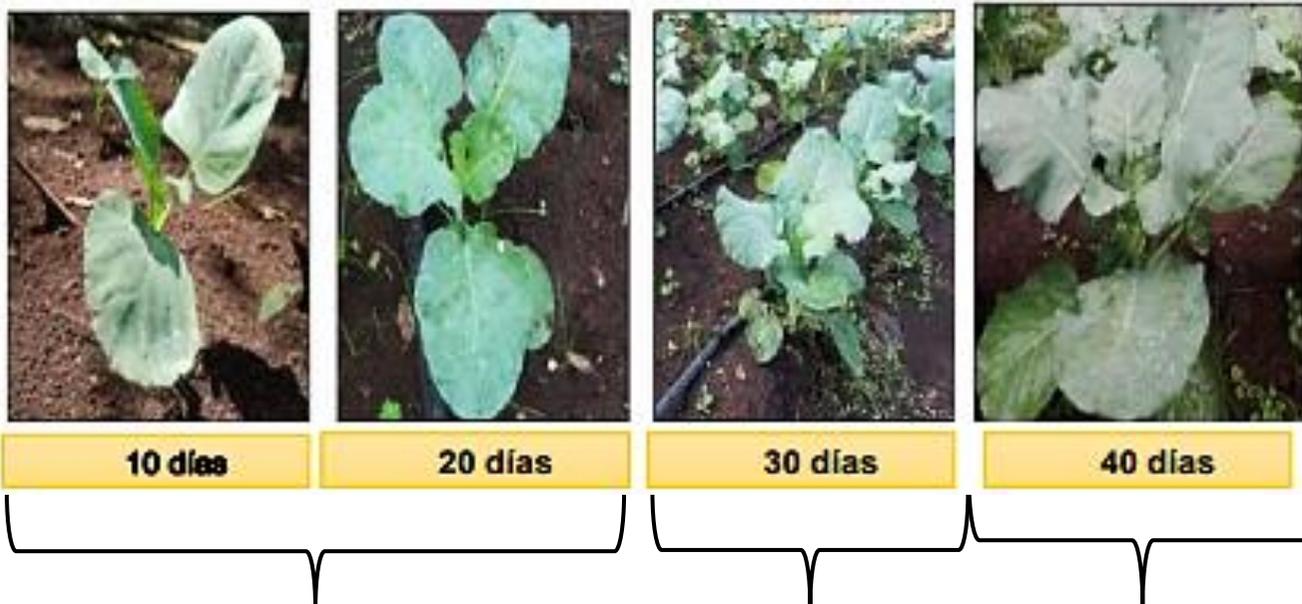
8.1.9 Fenología del cultivo de *B. oleracea* en las tres localidades

Las variables Altura de planta, número de hojas, longitud y ancho de hoja, grosor de tallo, peso fresco de hoja, días a inicio de floración y días a cosecha se comportaron diferentes entre las variedades T1 variedad Coliseu y T2 variedad Avenger y entre las localidades evaluadas siendo Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B del experimento.

La fenología presentó diferentes etapas de acuerdo a la localidad establecida para la variedad Coliseu, inicia desde la fase juvenil que está comprendida desde 0 días después de trasplante hasta los 30 días después de trasplante, fase de inducción floral a los 40 días después de trasplante, fase de formación de inflorescencia a los 50 días después de trasplante y la floración a los 60 días después de trasplante.

A continuación, se presenta el resumen de la fenología del cultivo de *B. oleracea*. de la variedad de interés siendo el Coliseu, la cual está de acuerdo al número de hojas y altura de planta en los 60 días del ciclo del cultivo, empezando por el estado de plántula de 0 hasta 25 días después de siembra, el crecimiento vegetativo desde 0 días hasta 30 días después de trasplante y los indicios y formación de inflorescencias a los 40 días hasta 60 días después del trasplante observadas en las localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B dónde se establecieron los ensayos:

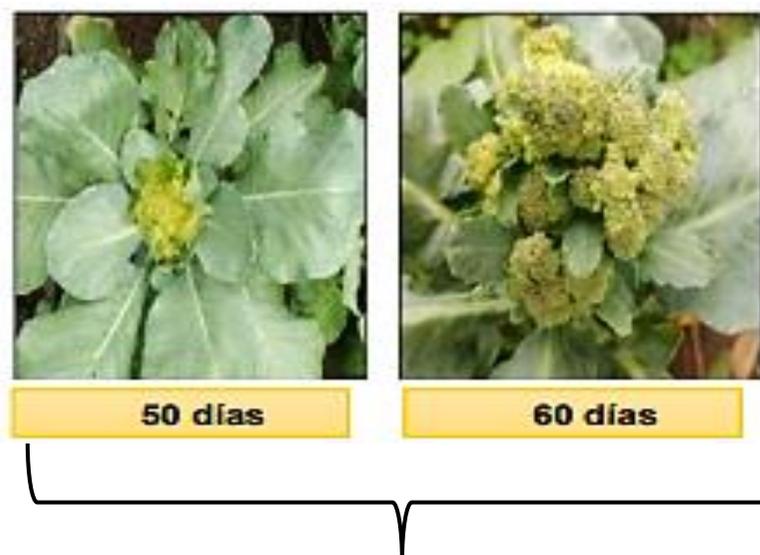
Fases Fenológicas de la especie de *B. oleracea* variedad Coliseu en Willy Woods



Fase Juvenil: En esta fase ocurrió un crecimiento de 21.5 cm, se dio formación de hojas, duró 30 días después de trasplante para formar una masa vegetativa de 8 hojas verdaderas.

Fase de Inducción Floral: La planta continuó formando hojas, presentó cambios fisiológicos encaminados a formar las inflorescencias

Fase de formación de inflorescencia: Los tallos que sustentan las partes de la pella iniciaron un crecimiento en longitud.



Fase floración: La inflorescencia perdió su firmeza, compacidad y comenzó a amarillear. Posteriormente se produjo un alargamiento.

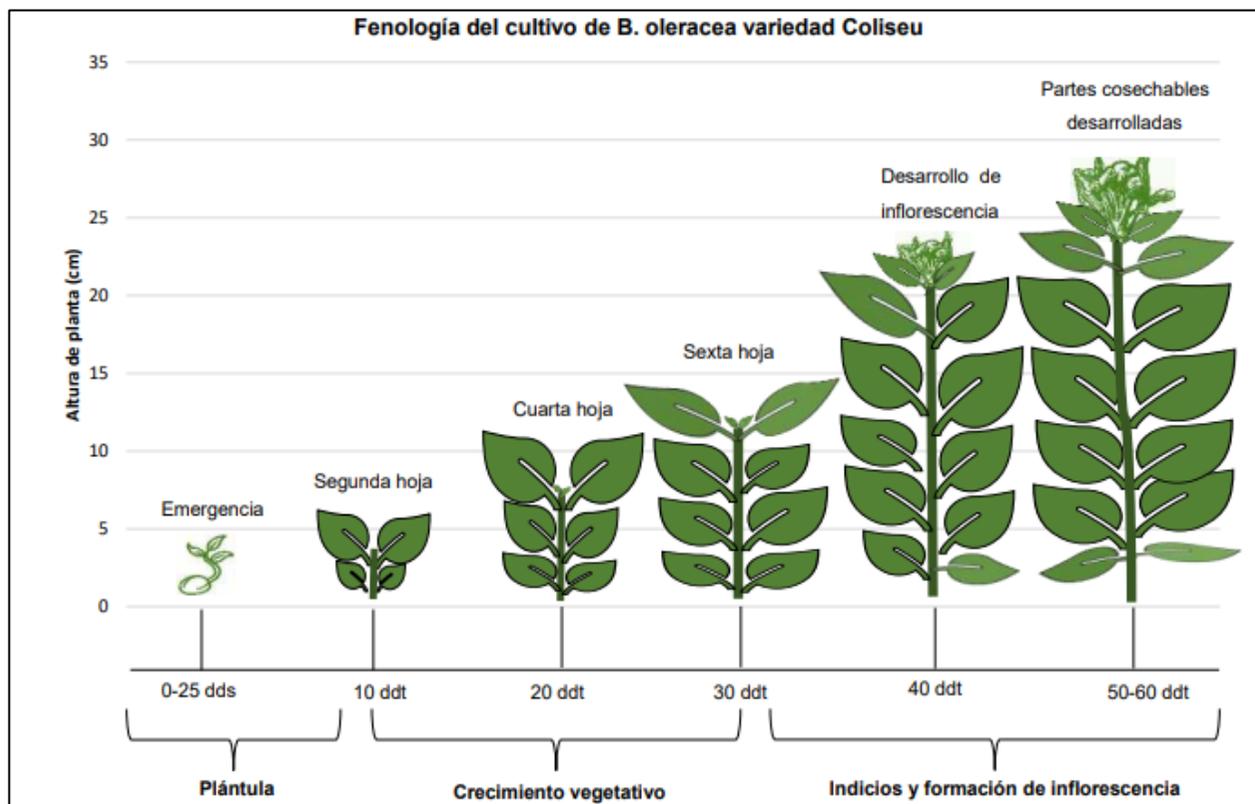


Figura 16. Fenología de la especie de *B. oleracea* variedad Coliseu evaluado en las localidades.

Fuente: Elaboración propia, (2023)

La fenología del cultivo de *B. oleracea* variedad Coliseu se presentó en tres etapas marcadas de acuerdo al número de hojas, la etapa de plántula tardó alrededor de 25 días después de la siembra, el crecimiento vegetativo comenzó desde la segunda hoja hasta la sexta hoja desde los 0 días hasta los 30 días después de trasplante, los indicios y formación de inflorescencias desde los 30 días hasta los 60 días después de trasplante.

8.2 Cuantificación de la producción de inflorescencia de *B. oleracea* variedad Coliseu.

La producción de inflorescencias de brócoli de la variedad Coliseu (T1) se obtuvo solo en la localidad Willy Woods, como se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 19. Datos de peso y diámetro promedio (cm) de inflorescencia en Willy Woods.

Bloques	Tratamiento	Peso de inflorescencia		Diámetro de inflorescencia
		gr.	kg/m ²	(cm)
I	T1 (Var. Coliseu)	134.78	0.81	9.23
II		157.50	0.95	11.78
III		140.10	0.84	9.87
IV		135.80	0.81	9.71
V		135.50	0.81	9.22
VI		176.00	1.06	11.46
VII		182.50	1.10	12.57
VIII		174.00	1.04	11.30
IX		139.70	0.84	9.71
X		145.50	0.87	11.78
XI		133.56	0.80	8.75
XII		160.50	0.96	11.94
XIII		138.80	0.83	10.35
Promedio		150.33	0.90	10.59

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Se presenta los datos de peso y diámetro de la inflorescencia del cultivo de *B. oleracea*. Var. Coliseu en la localidad Willy Woods, el peso promedio fue de 0.90 kg/m², el menor peso promedio de inflorescencia fue de 0.80 kg/m² y el mayor peso de 1.10 kg/m² para el caso de la variedad Coliseu y la variedad Avenger no presentó datos de producción.

El diámetro promedio de inflorescencia fue de 10.59 centímetros, el menor diámetro fue de 8.75 cm y el mayor de 12.57cm. Los datos de rendimiento y diámetro de inflorescencia presentados solo fue en localidad Willy Woods ya que en localidades Guadalupe y Japón Nacional no se presentaron indicios de floración por las condiciones térmicas de las localidades, a continuación, se presenta la cosecha de inflorescencias en localidad Willy Woods:



Figura 17. Fotografías de las inflorescencias de *B. oleracea* var Coliseu cosechadas en la localidad Willy Wood.

Fuente: Autor, (2023)

En la figura diecisiete se presentan fotografías de la producción de inflorescencias de brócoli de la variedad Coliseu producidas en localidad Willy Woods con peso promedio por inflorescencia de 150.3 gramos y un diámetro de 10.59 centímetros, inflorescencia cosechada a los 60 días en promedio.

De acuerdo a los datos anteriores, se puede indicar que el cultivo de *B. oleracea*. de la variedad Coliseu se puede producir en condiciones de localidad Willy Woods, obteniendo inflorescencias de calidad como se presentaron en la figura veintidós.

8.3 Comparación de las variables de Temperatura y humedad relativa de localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.

Las áreas de investigación fueron establecidas en las localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B, durante el ciclo de vida del cultivo se tomaron datos de temperatura siendo de vital importancia en el desarrollo del brócoli:

Cuadro 20. Datos promedios de temperatura y humedad relativa durante el ciclo de vida del cultivo en localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional.

Hora	Guadalupe		Japón Nacional B		Willy Woods	
	T° (°C)	HR (%)	T° (°C)	HR (%)	T° (°C)	HR (%)
00: 33	28.72	90.97	30.42	83.85	24.78	95.55
02: 33	26.96	92.15	29.86	85.94	24.45	96.40
04: 33	26.22	92.77	29.52	87.08	24.15	96.92
06: 33	27.48	91.95	28.98	87.87	24.38	97.03
08: 33	27.91	74.92	30.31	86.85	28.79	97.13
10: 33	34.10	62.27	35.80	69.79	32.39	87.32
12:33	38.41	58.11	40.11	57.29	35.62	74.53
14:33	39.54	58.73	41.24	53.29	35.48	66.84
16:33	38.95	65.74	40.65	53.47	34.08	66.10
18:33	36.11	77.32	37.81	60.68	27.48	68.98
20:33	31.89	85.76	34.79	72.50	25.53	87.52
22:33	29.20	89.02	31.70	80.95	25.09	93.53

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Se presentan los datos de temperatura ambiental y humedad relativa en las tres localidades, en Guadalupe la temperatura promedio fue de 26.22°C hasta 39.54°C (mín. 24.4°C y máx. 43°C) y la humedad relativa de 58.11% hasta 92.77%.

El comportamiento de la temperatura y humedad relativa en localidad Japón Nacional fue de 28.98°C hasta 41.24°C (mín. 27.1°C y máx.44.7°C) y la humedad relativa fue de 53.29% hasta 87.87% en promedio. En localidad Willy Woods la temperatura promedio

fue de 24.15°C hasta 35.62°C (mín. 22.50°C y máx. 39.8°C) y la humedad relativa de 66.10% hasta 97.13%.

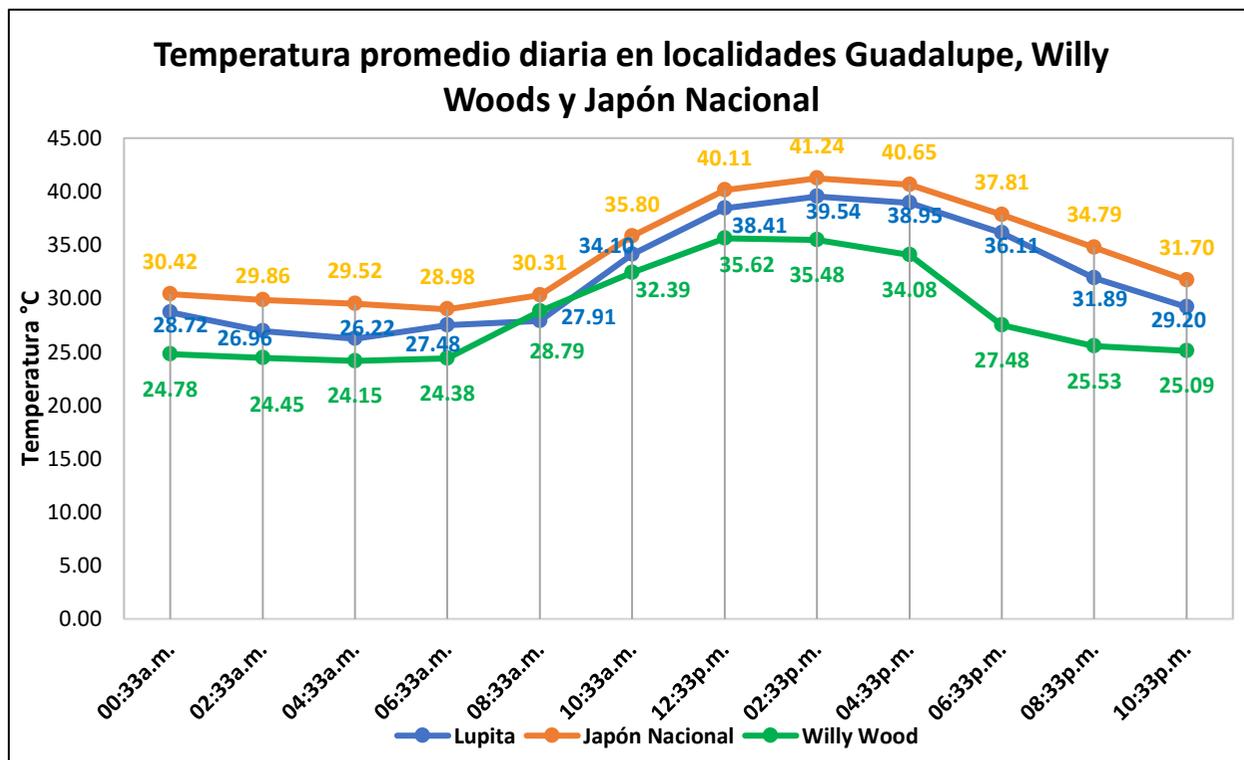


Figura 18. Temperatura promedio diaria en localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.

Fuente: Elaboración propia, (2023).

En la figura se presenta el comportamiento de las temperaturas ambientales tomadas en las tres localidades, notando que en localidad Japón Nacional las temperaturas diurnas fueron de 28.98°C a 41.24°C, en localidad Guadalupe fue de 27.48°C a 39.54°C y localidad Willy Woods presentó temperaturas promedio de 24.39°C a 35.62°C.

La temperatura fue el factor de mayor importancia para la formación de inflorescencia, según Hernández (2022) indica que el brócoli tiene que tener una temperatura promedio inferior a los 37°C para indicios y formación de inflorescencias. De acuerdo a lo anterior, se analizó la variable temperatura en función de la frecuencia teórica en horas diurnas de temperaturas acumuladas en cada localidad, desde el día 0 después de trasplante hasta los 60 días:

- En la localidad Guadalupe las temperaturas inferiores a 37°C fueron en un 55.8% de horas diurnas que representan 401.76 horas, equivalentes a 33.48 días. La temperatura superior a 37°C se observó en un 44.2% de las horas diurnas del ciclo del cultivo, siendo 318 horas, equivalentes a 26.52 días en que el cultivo estuvo sometido a condiciones extremas de temperatura, superando los 43°C en algunas horas. Este comportamiento de la temperatura impidió la formación de inflorescencia de la variedad Coliseu en localidad Guadalupe presentando solo crecimiento vegetativo.
- En la localidad Willy Woods las temperaturas inferiores a 37°C se mantuvieron en un 82.7% de horas diurnas que representan 595.4 horas, equivalentes a 49.7 días. La temperatura superior a 37°C se observó en un 17.3% de las horas diurnas del cultivo de brócoli, siendo 124.5 horas equivalentes a 10.3 días en el que el cultivo estuvo en condiciones extremas alcanzando los 40°C. Este comportamiento permitió los indicios y la formación de inflorescencia de la variedad Coliseu en la localidad Willy Woods, por lo que se puede indicar que el cultivo se presenta indicios de floración cuando la temperatura se mantiene inferior a 37° durante 595.4 horas diurnas equivalentes a 49.7 días.
- En la localidad Japón Nacional B las temperaturas inferiores a 37°C se registraron en un 47.9% de horas diurnas, que representan 344.8 horas, equivalente a 28.7 días. La temperatura superior a 37°C se observó en un 52.1% de las horas diurnas del cultivo, siendo 375.2 horas equivalentes a 31.3 días que el cultivo estuvo en condiciones extremas que superaron los 45°C. Este comportamiento de la temperatura impidió la formación de inflorescencia de la variedad Coliseu, presentando solo crecimiento vegetativo.

El análisis de varianza y la prueba de medias a las variables de temperatura y humedad relativa se presentan:

Cuadro 21. Análisis de varianza de la variable temperatura (°C) en las localidades Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	78.25	2	39.13	4.5	0.0187
Tratamiento	78.25	2	39.13	4.5	0.0187
Error	286.75	33	8.69		
Total	365	35			

CV: 8.63%

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Se encontró que hubo diferencia significativa al 5% entre las localidades con respecto a la variable temperatura, se acepta la hipótesis alternativa por lo que fue necesario efectuar la prueba de medias.

Cuadro 22. Prueba de medias de la temperatura en las tres localidades evaluadas.

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
Japón Nacional	35.79	12	0.85	A	
Guadalupe	34.47	12	0.85	A	B
Willy Woods	32.22	12	0.85		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Tukey **Alfa=** 0 **DMS=** 2.9529 **Error:** 8.6893 **GL:** 12

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Con un nivel de significancia del 5%, se encontró que en las localidades Guadalupe y Japón Nacional B estadísticamente son iguales en cuanto a la variable temperatura, con medias de 34.47°C y 35.79°C respectivamente, la localidad Willy Woods presentó menor temperatura, con una media de 32.22°C durante el ciclo del cultivo, indicando que estadísticamente es diferente a comparación de la localidad Japón Nacional B.

Cuadro 23. Análisis de varianza de la Humedad relativa (%) en las tres localidades evaluadas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	622.44	2	311.2	3.2	0.0552
Tratamiento	622.44	2	311.2	3.2	0.0552
Error	3243.4	33	98.29		
Total	3865.9	35			

CV: 15.44%

Fuente: Elaboración propia, (2023)

De acuerdo con los resultados expuestos con respecto a la variable humedad relativa, no se encontró diferencia estadística y por lo tanto se acepta la hipótesis nula, por lo que no fue necesario efectuar la prueba de medias.

Las variables de temperatura y humedad relativa fueron factores determinantes para el desarrollo del cultivo, ya que la localidad Willy Woods en un 82.7% de frecuencia de temperaturas diurnas se mantuvo entre 24.15°C hasta 35.62°C (mín. 22.50°C y máx. 39.8°C) siendo el rango de temperatura adecuada que según Hernández (2022) tienen que ser menores a 37°C para la formación de inflorescencias.

Asimismo, la humedad se mantuvo entre el 66.10% hasta 97.13% ya que la HR está directamente asociada con la temperatura.

8.4 Costos para la producción de inflorescencia de *B. oleracea* var. *Coliseu*, “Brócoli”.

Se determinaron los costos en la producción del cultivo de *B. oleracea*. en condiciones de las tres localidades: Guadalupe, Willy Woods y Japón Nacional B de Santo Domingo, Suchitepéquez como se presenta:

Cuadro 24. Costos para la producción de *B. oleracea*. variedad *Coliseu* “brócoli” en condiciones de localidad Willy Woods.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total (104m ²)
I. Costos directos				Q2,021.48
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO				Q303.15
2. COSTO DE ESTABLECIMIENTO				Q311.43
3. MANO DE OBRA				Q808.40
a) Riego (sistema de riego por goteo)	Jornal	2	Q101.05	Q202.10
b) Control de malezas	Jornal	2	Q101.05	Q202.10
c) Control fitosanitario	Jornal	3	Q101.05	Q303.15
d) Fertilización	Jornal	1	Q101.05	Q101.05
4. DEPRECIACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q9.00
a) Asperjadora manual	Hr. Bomba	6	Q1.50	Q9.00
5. INSUMOS				Q589.50
a) Pilonos de Brócoli Var. Coliseu	millar	520	Q0.40	Q208.00
b) Mirage 45EC	Litro	0.25	Q100.00	Q25.00
c) Monarca 11.25 SE	Litro	0.12	Q375.00	Q45.00
d) Oxicob	Kilogramo	0.25	Q120.00	Q30.00
e) Mancozeb	Kilogramo	0.25	Q130.00	Q32.50
f) Calcio boro	Litro	0.5	Q50.00	Q25.00
g) Fertilizante (15-15-15)	Kilogramo	5	Q8.00	Q40.00
h) Fertilizante MOP (0-0-60)	Kilogramo	5	Q8.00	Q40.00
i) Combustible	Galones	4	Q36.00	Q144.00
II. Costo total de producción de inflorescencias				Q2,021.48

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Se presentan los costos para la producción de brócoli para un área de 104m², los datos que se presentado es de la localidad Willy Woods debido que en la otras no se

tuvo producción de inflorescencia y por la carencia de datos no se puede realizar el análisis económico para el caso de las localidades Guadalupe y Japón Nacional B.

Para el análisis de la rentabilidad se consideraron costos directos siendo: la preparación del terreno, costos de establecimiento, mano de obra, depreciación de maquinaria y equipo y los insumos agrícolas. Para el costo de establecimiento se incluyó la instalación del sistema de riego con un total de Q328.00 que se dividió para tres cosechas por la vida útil de dicho sistema de riego sumado con los costos para la siembra del cultivo. Según datos del Ministerio de Trabajo del año 2023 para actividades agrícolas el salario diario es de Q101.05.

Para la producción de inflorescencias de brócoli se tiene un precio unitario de Q4.096 por cada inflorescencia producido en un área de 104m² con 500 inflorescencias cosechadas.

Mediante el análisis de costos se identificó el mayor rubro en la producción de *B. oleracea* en las localidades, siendo la mano de obra el mayor costo con un 39% equivalentes a Q808.40, los insumos con un 29.16% que representa Q589.50, costos para el establecimiento del cultivo con un 15.41% equivalentes a Q311.43, la preparación del terreno con 15% siendo un total de Q303.15 y la depreciación del equipo en un 0.45% equivalentes a Q9.00.

IX. CONCLUSIONES

- La biometría de la especie de *B. oleracea* variedad Coliseu fue a los 30 días después de trasplante alcanzó una altura de 21.5 cm, 8 hojas verdaderas de 11 cm de longitud y 10.3 cm de ancho, a los 40 días después de trasplante alcanzó una altura de 33.3 cm, 10 hojas verdaderas de 15.6 cm de longitud y 14.8 cm de ancho. A los 50 días una altura de 36.3 cm, 12 hojas verdaderas de 13.6 cm de longitud y 12.8 cm de ancho. Los indicios de floración fueron a los 47 días después de trasplante, los días a cosecha fueron a los 61 días después de trasplante con un grosor de tallo de 2.7 cm y peso fresco de hoja de 2.9 kg/m².
- La especie de *B. oleracea* variedad Coliseu presentó una fenología en cuatro etapas: fase juvenil con una biomasa vegetativa de 8 hojas verdaderas, fase de inducción floral a los 40 ddt, fase de formación de inflorescencia que presentó a los 50 ddt y la fase de floración a los 60 ddt.
- La producción de inflorescencia de la especie de *B. oleracea*. variedad Coliseu se observó únicamente en Willy Woods con un rendimiento de 0.90 kg/m² de inflorescencias, con una diferencia de 0.072 kg/m² en comparación a la producción de brócoli en el altiplano con un rendimiento de 0.972 kg/m².
- Para la producción de inflorescencias *B. oleracea* de la variedad Coliseu se necesitan condiciones específicas como las de Willy Woods, cuando la temperatura se mantiene inferior a 37°C durante 595.4 horas diurnas equivalentes a 49.7 días y con una humedad relativa entre el 66.10% hasta 97.13% en los meses de junio y julio.
- Para la producción de inflorescencias de brócoli se obtuvo un costo unitario de Q4.096; para el experimento, en un área de 104m² representó un costo total de Q2021.48 con producción de 500 inflorescencias. La relación beneficio costo fue de 1.29, siendo factible la producción del cultivo de brócoli de la variedad Coliseu para las condiciones evaluadas.

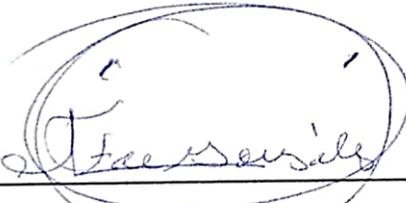
X. RECOMENDACIONES

- Evaluar la producción de *B. oleracea*. variedad Coliseu con manejo para reducir la temperatura hasta los rangos tolerantes para la variedad.
- Determinar el comportamiento de *B. oleracea*. Var. Coliseu en los meses de septiembre a febrero en condiciones específicas como las de Willy Woods.
- Evaluar la palatabilidad de la inflorescencia de brócoli Var. Coliseu producidas en condiciones de las comunidades.
- Verificar la aceptabilidad de la especie *B. oleracea*. var. Coliseu por los agricultores de las comunidades evaluadas.

XI. REFERENCIAS

- Castellano Veliz, M. E. (2012). *Evaluación de la Bioestimulación y Nutrición*. [Tesis de la carrera de Agronomía en Sistemas de Producción Agrícola, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6440/>
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (CATIE). (2016). *Caracterización de la cadena productiva del cultivo de brócoli*. <https://www.researchgate.net/publication/315112032>
- Herrera Alvarado, F. D. (2003). *Los Proyectos de Impacto Rápido -PIR's- Como instrumentos para el desarrollo de comunidades Rurales: El caso de comunidad: "La Lupita", Santo Domingo Suchitepéquez*. [Tesis de la carrera de Agronomía en Sistemas de Producción Agrícola, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2018.pdf
- Huaman Cristobal, A. B. (2018). *Adaptación y rendimiento de seis variedades de*. [Tesis, de agronomía, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de Perú]. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2154/1/T026_70907031_T.pdf
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambientales. (IARNA). (2018). *Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida*. <http://www.infoiarna.org.gt/wp-content/uploads/2019/02/Ecosistemas-de-Guatemala-final.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística. (INE). (2023). *Caracterización Estadística e Indicadores*. <https://www.ine.gob.gt/>
- Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático. (ICC). (2022). *Estación climática San Nicolás*. <https://redmet.icc.org.gt/redmet/comparativas>
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. (MAGA). (2013). *El agro de Guatemala en Cifras*. <https://www.maga.gob.gt/>
- Nimatuj, T. (1994). *Estudio agraeológico y potencialidad productiva de las comunidades de la parte baja del municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez*. [Tesis Ingeniería Ambiental, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2018.pdf

- Raya Montaña, Y. A. (2019). Producción de Brócoli en función del genotipo y dosis de Nitrógeno. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41, (4A), 537–542. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018773802018000500537
- Simmons, Ch. S., Tárano, T., J. M. y Pinto Z., J. H. (1959). *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*. Editorial José de Pineda de Ibarra. <https://www.maga.gob.gt/download/clasificacion-suelo.pdf>.
- Toledo, H. J. (2003). *Cultivo de Brócoli*. Estación Experimental Agraria Donoso - Huaral. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/895>

Vo. Bo. 
Lcda. Ana Teresa de González
Bibliotecaria CUNSUROC



XII. ANEXOS



Figura 19. Fotografías de la elaboración de pilones de brócoli de la Var. Coliseu.



Figura 20. Cultivo de brócoli establecido en localidad Japón Nacional a los 50 días después de trasplante.



Figura 21. Cultivo de brócoli establecido en localidad Guadalupe a los 45 días después de trasplante.



Figura 22. Cultivo de brócoli establecido en localidad Willy Wood a los 40 días después de trasplante.



Figura 23. Inflorescencia de brócoli Var. Coliseu en localidad Willy Wood a los 60ddt.

Tabla 25. Datos agrupados de temperatura promedio en localidad Guadalupe.

No.	Li	Ls	n	Fr	ffa
1	25.00	26	6	0.014	0.014
2	26.00	27	27	0.062	0.076
3	27.00	28	60	0.138	0.214
4	28.00	29	28	0.065	0.279
5	29.00	30	10	0.023	0.302
6	30.01	31	7	0.016	0.318
7	31.01	32	3	0.007	0.325
8	32.01	33	13	0.030	0.355
9	33.01	34	14	0.032	0.387
10	34.01	35	23	0.053	0.440
11	35.01	36	32	0.074	0.514
12	36.01	37	19	0.044	0.558
13	37.01	38	26	0.060	0.618
14	38.01	39	50	0.115	0.733
15	39.01	40	51	0.118	0.850
16	40.02	41	44	0.101	0.952
17	41.02	42	13	0.030	0.982
18	42.02	43	8	0.018	1.000

Cuadro 26. Datos agrupados de temperatura promedio en localidad Japón Nacional.

no.	Li	Ls	n	FR	Ffa
1	22.99	24	22	0.05	0.051
2	24.001	25	41	0.09	0.145
3	25.002	26	24	0.06	0.200
4	26.003	27	13	0.03	0.230
5	27.004	28	25	0.06	0.288
6	28.005	29	34	0.08	0.366
7	29.006	30	46	0.11	0.472
8	30.007	31	21	0.05	0.521
9	31.008	32	26	0.06	0.581
10	32.009	33	40	0.09	0.673
11	33.01	34	19	0.04	0.717
12	34.011	35	13	0.03	0.747
13	35.012	36	17	0.04	0.786
14	36.013	37	18	0.04	0.827
15	37.014	38	29	0.07	0.894
16	38.015	39	37	0.09	0.979
17	39.016	40	9	0.02	1.000

Cuadro 27. Datos agrupados de temperatura promedio en localidad Willy Wood.

no.	Li	Ls	n	FR	Ffa
1	27	28	8	0.02	0.018
2	28.001	29	33	0.08	0.094
3	29.002	30	42	0.10	0.191
4	30.003	31	35	0.08	0.272
5	31.004	32	10	0.02	0.295
6	32.005	33	10	0.02	0.318
7	33.006	34	9	0.02	0.339
8	34.007	35	10	0.02	0.362
9	35.008	36	20	0.05	0.408
10	36.009	37	31	0.07	0.479
11	37.01	38	20	0.05	0.525
12	38.011	39	21	0.05	0.574
13	39.012	40	30	0.07	0.643
14	40.013	41	62	0.14	0.786
15	41.014	42	38	0.09	0.873
16	42.015	43	41	0.09	0.968
17	43.016	44	10	0.02	0.991
18	44.017	45	4	0.01	1.000

Cuadro 28. Datos de variables biométricos de la planta en localidad Guadalupe tomadas a los 10 ddt.

10 días								
Bloques	T1				T2			
	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja
I	6.0	2.0	5.3	4.4	5.5	2.0	4.5	4.0
II	6.0	2.0	6.0	5.5	5.7	2.0	4.5	3.2
III	5.5	2.0	5.9	5.1	6.1	2.0	5.0	4.7
IV	7.0	2.0	6.5	5.8	6.2	2.0	5.5	5.0
V	5.5	2.0	5.3	4.4	5.5	2.0	4.5	4.0
VI	6.0	2.0	5.3	4.4	5.5	2.0	5.5	4.0
VII	7.0	2.0	7.1	5.8	5.7	2.0	4.4	3.2
VIII	5.8	2.0	5.3	4.6	5.5	2.0	4.5	4.0
IX	7.2	2.0	5.5	5.0	6.2	2.0	5.0	4.0
X	6.5	2.0	6.5	5.8	6.7	2.0	5.0	3.5
XI	5.8	2.0	5.3	4.4	5.5	2.0	4.5	4.0
XII	6.0	2.0	5.7	5.0	6.0	2.0	5.0	3.5
XIII	7.0	2.0	5.9	5.0	5.8	2.0	6.0	4.6
	6.3	2.0	5.8	5.0	5.8	2.0	4.9	4.0

Cuadro 29. Datos de variables biométricos de la planta en localidad Guadalupe tomadas a los 20 ddt.

20 días								
Bloques	T1				T2			
	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja
I	5.8	4.0	5.8	4.8	5.0	4.0	5.0	4.4
II	10.6	4.0	7.5	6.2	5.7	4.0	3.5	3.2
III	9.4	4.0	7.2	6.7	8.2	4.0	6.3	4.7
IV	13.2	4.0	8.8	7.2	9.5	4.3	6.0	5.0
V	5.8	4.0	5.8	4.8	5.0	4.0	5.0	4.4
VI	5.9	4.0	5.7	5.0	5.2	4.0	5.2	4.3
VII	9.6	4.0	7.5	6.2	5.7	4.0	3.5	3.2
VIII	5.9	4.0	5.7	5.0	5.2	4.0	5.2	4.3
IX	12.4	4.0	9.1	8.3	8.5	4.0	5.0	4.0
X	10.5	4.0	6.5	5.8	6.5	4.0	4.5	3.5
XI	6.1	4.0	6.0	5.2	5.3	4.0	5.3	4.5
XII	9.5	4.0	6.5	5.8	6.5	4.0	4.5	3.5
XIII	11.2	4.0	6.2	5.8	5.8	4.0	6.0	3.2
	9.9	4.2	6.8	5.9	7.3	4.0	5.0	4.0

Cuadro 30. Datos de variables biométricos de la planta en localidad Guadalupe tomadas a los 30 ddt.

30 días								
Bloques	T1				T2			
	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja
I	14.7	6.0	5.7	5.7	8.3	4.0	3.8	2.7
II	18.7	6.0	9.7	7.8	16.5	6.7	8.3	7.0
III	17.7	6.0	9.3	7.7	15.5	7.0	8.3	6.3
IV	24.3	6.0	11.0	11.0	22.7	6.0	6.0	8.3
V	14.7	6.0	6.0	5.0	8.3	4.0	3.8	2.7
VI	14.7	6.0	5.7	5.7	8.3	4.0	3.8	2.7
VII	22.7	6.0	12.0	11.5	16.0	7.0	8.3	7.0
VIII	14.3	6.0	5.7	4.7	8.0	4.0	3.8	2.5
IX	25.5	6.0	11.3	11.0	15.3	4.0	5.0	4.0
X	16.3	6.0	7.7	6.5	14.3	6.0	7.3	5.7
XI	14.7	6.0	5.7	5.7	8.3	4.0	3.8	2.7
XII	16.3	6.0	7.7	6.5	14.3	6.0	7.3	5.7
XIII	20.0	6.0	10.7	8.7	15.3	6.0	6.0	6.2
	18.0	6.0	8.3	7.5	13.2	5.3	5.8	4.9

Cuadro 31. Datos de variables biométricos de la planta en localidad Guadalupe tomadas a los 40 ddt.

40 días								
Bloques	T1				T2			
	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja
I	19.7	6.0	8.0	7.0	16.3	6.0	8.3	6.3
II	24.0	10.0	11.3	9.3	27.0	10.0	14.7	12.7
III	23.0	8.0	10.7	9.0	26.7	8.0	14.7	13.0
IV	31.3	10.0	14.0	12.0	29.7	10.0	12.3	9.3
V	19.7	6.0	8.0	7.0	16.3	6.0	8.3	6.3
VI	19.7	6.0	8.0	7.0	16.3	6.0	8.3	6.3
VII	24.7	10.0	11.7	9.7	26.7	10.0	14.0	12.0
VIII	19.7	6.0	8.0	7.0	16.3	6.0	8.3	6.3
IX	33.7	10.0	18.3	15.3	27.3	10.0	12.3	10.2
X	24.7	10.0	12.0	10.0	26.3	10.0	14.0	12.0
XI	19.7	8.0	8.0	7.0	16.3	8.0	8.3	6.3
XII	34.7	10.0	19.3	16.3	27.7	10.0	12.0	10.2
XIII	22.0	10.0	10.3	9.0	26.0	10.0	14.3	12.3
	24.3	8.5	11.4	9.7	23.0	8.5	11.5	9.5

Cuadro 32. Datos de variables biométricos de la planta en localidad Guadalupe tomadas a los 50 ddt.

50 días										
Bloques	T1					T2				
	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Gr. de Tallo	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Gr. de tallo
I	22.7	6.0	9.0	8.0	2.07	19.3	6.0	9.3	7.3	2.01
II	27.0	10.0	12.3	10.3	2.67	30.0	10.0	15.7	13.7	2.71
III	26.0	8.0	11.7	10.0	2.36	29.7	8.0	15.7	14.0	2.23
IV	34.3	10.0	15.0	13.0	2.42	32.7	10.0	13.3	10.3	2.23
V	22.7	6.0	9.0	8.0	2.07	19.3	6.0	9.3	7.3	1.91
VI	22.7	6.0	9.0	8.0	2.29	19.3	6.0	9.3	7.3	2.13
VII	27.7	10.0	12.7	10.7	2.51	29.7	10.0	15.0	13.0	2.16
VIII	22.7	6.0	9.0	8.0	2.23	19.3	6.0	9.3	7.3	2.39
IX	36.7	10.0	19.3	16.3	2.51	30.3	10.0	13.3	11.2	2.55
X	27.7	10.0	13.0	11.0	2.55	29.3	10.0	15.0	13.0	2.42
XI	22.7	8.0	9.0	8.0	2.16	19.3	8.0	9.3	7.3	2.07
XII	37.7	10.0	20.3	17.3	2.61	30.7	10.0	13.0	11.2	2.42
XIII	25.0	10.0	11.3	10.0	2.39	29.0	10.0	15.3	13.3	2.23
	27.3	8.5	12.4	10.7	2.4	26.0	8.5	12.5	10.5	2.3

Cuadro 33. Datos de variables biométricos de la planta en localidad Willy Woods tomadas a los 10 ddt.

10 días								
Bloques	T1				T2			
	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja
I	7.5	4.0	7.1	5.8	5.7	4.0	4.4	3.2
II	7.2	4.0	5.5	5.0	6.2	4.0	5.0	4.3
III	6.3	4.0	5.3	4.4	6.0	4.0	5.5	4.0
IV	7.2	4.0	5.5	5.0	6.2	4.0	5.0	4.0
V	7.2	4.0	5.5	5.0	6.2	4.0	4.9	4.3
VI	7.3	4.0	7.1	5.8	5.7	4.0	4.4	3.4
VII	7.9	4.0	7.1	5.8	6.5	4.0	4.4	3.4
VIII	7.2	4.0	5.5	5.0	6.4	4.0	5.0	4.0
IX	7.6	4.0	5.5	5.0	6.2	4.0	4.7	4.2
X	7.7	4.0	5.3	4.4	5.8	4.0	5.5	4.2
XI	6.9	4.0	5.3	4.4	6.0	4.0	5.5	4.0
XII	7.2	4.0	5.5	5.0	6.4	4.0	5.0	4.2
XIII	7.8	4.0	5.5	5.0	6.9	4.0	5.0	4.3
	7.3	4.0	5.8	5.0	6.2	4.0	4.9	4.0

Cuadro 34. Datos de variables biométricos de la planta en localidad Willy Woods tomadas a los 20 ddt.

20 días								
Bloques	T1				T2			
	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja
I	16.3	6.0	7.5	6.7	15.0	6.0	7.2	6.7
II	16.0	6.0	7.2	6.3	12.5	6.0	6.3	5.3
III	13.0	6.0	6.0	5.3	11.7	6.0	5.3	4.3
IV	13.7	6.0	6.2	5.2	12.7	6.0	5.5	4.8
V	16.0	6.0	7.2	6.3	12.5	6.0	6.3	5.3
VI	16.3	6.0	7.5	6.7	15.0	6.0	7.2	6.7
VII	16.3	6.0	7.5	6.7	15.0	6.0	7.2	6.7
VIII	16.0	6.0	7.2	6.3	12.5	6.0	6.3	5.3
IX	13.7	6.0	6.2	5.2	12.7	6.0	5.5	4.8
X	13.0	6.0	6.0	5.3	11.7	6.0	5.3	4.3
XI	13.0	6.0	6.0	5.3	11.7	6.0	5.3	4.3
XII	13.7	6.0	6.2	5.2	12.7	6.0	5.5	4.8
XIII	13.7	6.0	6.2	5.2	12.7	6.0	5.5	4.8
	14.7	6.0	6.7	5.8	12.9	6.0	6.0	5.3

Cuadro 35. Datos de variables biométricos de la planta en localidad Willy Woods tomadas a los 30 ddt.

30 días								
Bloques	T1				T2			
	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja
I	24.3	8.0	13.0	12.0	26.0	8.0	12.5	8.8
II	20.3	8.0	11.0	10.3	23.3	8.0	10.0	9.0
III	20.0	8.0	9.0	8.5	23.0	8.0	8.8	7.8
IV	18.7	8.0	8.7	8.3	25.0	8.0	10.8	8.8
V	24.3	8.0	13.0	12.0	26.0	8.0	12.5	8.8
VI	24.7	8.0	13.3	12.3	26.0	8.0	12.5	8.8
VII	21.0	8.0	11.3	10.7	22.7	8.0	11.7	9.0
VIII	24.3	8.0	13.0	12.0	26.0	8.0	12.5	8.8
IX	19.7	8.0	8.8	8.2	24.0	8.0	9.0	8.0
X	19.0	8.0	9.0	8.8	24.7	8.0	10.7	8.7
XI	24.3	8.0	13.0	12.0	26.0	8.0	12.5	8.8
XII	19.7	8.0	10.7	10.0	22.3	8.0	12.0	8.9
XIII	19.7	8.0	8.8	8.2	24.0	8.0	9.0	8.0
	21.5	8.0	11.0	10.3	24.5	8.0	11.1	8.6

Cuadro 36. Datos de variables biométricos de la planta en localidad Willy Woods tomadas a los 40 ddt.

40 días								
Bloques	T1				T2			
	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja
I	37.0	10.0	19.0	17.3	39.7	10.0	17.3	14.3
II	32.0	10.0	16.3	15.0	35.7	10.0	16.0	11.3
III	30.0	10.0	12.3	12.3	34.7	10.0	15.0	10.3
IV	30.0	10.0	13.3	12.5	33.7	10.0	12.3	10.0
V	38.3	10.0	19.0	18.3	38.7	10.0	16.3	13.3
VI	37.7	10.0	18.0	16.7	39.0	10.0	17.3	14.0
VII	32.7	10.0	16.7	15.3	34.3	10.0	15.7	11.7
VIII	37.7	10.0	18.0	16.7	39.0	10.0	17.3	14.0
IX	29.0	10.0	11.7	12.0	33.7	10.0	12.7	10.3
X	29.7	10.0	12.3	12.3	34.7	10.0	12.7	10.3
XI	38.0	10.0	18.3	17.3	38.3	10.0	17.0	13.7
XII	29.7	10.0	15.3	14.7	33.7	10.0	15.3	11.5
XIII	31.3	10.0	12.3	11.3	35.7	10.0	13.3	10.7
	33.3	10.0	15.6	14.8	36.2	10.0	15.3	12.0

Cuadro 37. Datos de variables biométricos de la planta en localidad Willy Woods tomadas a los 50 ddt.

50 días										
Bloques	T1					T2				
	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Gr. de Tallo	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Gr. de tallo
I	40.0	12.0	17.0	15.3	3.0	44.7	12.0	21.6	18.3	2.48
II	35.0	12.0	14.3	13.0	3.3	40.7	12.0	20.3	15.3	2.90
III	33.0	12.0	10.3	10.3	2.7	39.7	12.0	19.3	14.3	2.58
IV	33.0	12.0	11.3	10.5	2.4	38.7	12.0	16.6	14.0	2.93
V	41.3	10.0	17.0	16.3	2.7	43.7	10.0	20.6	17.3	2.55
VI	40.7	12.0	16.0	14.7	2.9	44.0	12.0	21.6	18.0	2.77
VII	35.7	12.0	14.7	13.3	3.2	39.3	12.0	20.0	15.7	2.16
VIII	40.7	12.0	16.0	14.7	2.8	44.0	12.0	21.6	18.0	2.71
IX	32.0	10.0	9.7	10.0	2.5	38.7	10.0	17.0	14.3	2.86
X	32.7	10.0	10.3	10.3	2.6	39.7	10.0	17.0	14.3	2.71
XI	41.0	12.0	16.3	15.3	2.5	43.3	12.0	21.3	17.7	2.86
XII	32.7	12.0	13.3	12.7	2.8	38.7	12.0	19.6	15.5	2.07
XIII	34.3	12.0	10.3	9.3	2.4	40.7	12.0	17.6	14.7	2.32
	36.3	11.5	13.6	12.8	2.8	41.2	11.5	19.6	16.0	2.6

Cuadro 38. Datos de variables biométricas de la planta en localidad Japón Nacional tomadas a los 10 ddt.

10 días								
Bloques	T1				T2			
	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja
I	7.5	2.0	7.1	5.8	5.7	2.0	4.4	3.0
II	7.2	2.0	5.5	5.0	6.2	2.0	5.0	4.0
III	6.3	2.0	5.3	4.4	6.0	2.0	5.0	4.0
IV	7.2	2.0	5.5	5.0	6.2	2.0	5.0	4.0
V	5.5	2.0	5.0	4.0	6.2	2.0	4.5	3.8
VI	7.0	2.0	7.1	5.8	5.7	2.0	4.4	3.4
VII	7.9	2.0	7.1	5.8	6.5	2.0	4.0	3.4
VIII	7.2	2.0	5.5	5.0	6.4	2.0	5.0	4.0
IX	7.6	2.0	5.5	5.0	6.2	2.0	4.7	4.2
X	7.7	2.0	5.3	4.4	5.8	2.0	5.0	4.0
XI	6.9	2.0	5.3	4.4	6.0	2.0	5.0	4.0
XII	7.2	2.0	5.5	5.0	6.4	2.0	4.5	3.6
XIII	7.8	2.0	5.5	5.0	6.9	2.0	5.0	4.0
	7.2	2.0	5.8	5.0	6.2	2.0	4.7	3.8

Cuadro 39. Datos de variables biométricas de la planta en localidad Japón Nacional tomadas a los 20 ddt.

20 días								
Bloques	T1				T2			
	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja
I	13.0	4.0	5.2	4.3	12.0	4.0	6.3	4.7
II	16.0	4.0	6.7	5.8	11.9	4.0	4.3	3.3
III	14.0	4.0	6.7	5.8	12.0	4.0	5.7	5.3
IV	13.7	4.0	6.2	5.7	11.2	4.0	5.3	4.3
V	13.0	4.0	5.2	4.3	12.0	4.0	4.3	3.3
VI	13.0	4.0	5.2	4.3	10.5	4.0	5.3	5.2
VII	16.0	4.0	6.7	5.8	12.6	4.0	5.3	4.4
VIII	16.0	4.0	6.7	5.8	12.0	4.0	4.3	3.3
IX	14.0	4.0	6.7	5.8	9.7	4.0	6.3	4.7
X	14.3	4.0	6.3	5.8	12.0	4.0	4.3	3.3
XI	13.5	4.0	6.3	6.0	11.5	4.0	6.3	4.0
XII	16.0	4.0	6.7	5.8	12.4	4.0	6.0	4.7
XIII	13.7	4.0	6.0	5.5	12.0	4.0	6.3	5.7
	14.3	4.0	6.2	5.5	11.7	4.0	5.4	4.3

Cuadro 40. Datos de variables biométricas de la planta en localidad Japón Nacional tomadas a los 30 ddt.

30 días								
Bloques	T1				T2			
	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja
I	18.0	6.0	9.6	8.4	16.5	6.0	9.8	8.2
II	21.0	6.0	11.1	9.9	16.4	6.0	7.8	6.8
III	19.0	6.0	11.1	9.9	16.5	6.0	9.2	8.8
IV	18.7	6.0	10.6	9.7	15.7	6.0	8.8	7.8
V	18.0	6.0	9.6	8.4	16.5	6.0	7.8	6.8
VI	18.0	6.0	9.6	8.4	15.0	6.0	8.8	8.7
VII	21.0	6.0	11.1	9.9	17.1	6.0	8.8	7.9
VIII	21.0	6.0	11.1	9.9	16.5	6.0	7.8	6.8
IX	19.0	6.0	11.1	9.9	14.2	6.0	9.8	8.2
X	19.3	6.0	10.7	9.9	16.5	6.0	7.8	6.8
XI	18.5	6.0	10.7	10.1	16.0	6.0	9.8	7.5
XII	21.0	6.0	11.1	9.9	16.9	6.0	9.5	8.2
XIII	18.7	6.0	10.4	9.6	16.5	6.0	9.8	9.2
	19.3	6.0	10.6	9.5	16.2	6.0	8.9	7.8

Cuadro 41. Datos de variables biométricas de la planta en localidad Japón Nacional tomadas a los 40 ddt.

40 días								
Bloques	T1				T2			
	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja
I	22.1	6.0	11.1	9.9	20.5	6.0	12.3	10.7
II	25.1	8.0	12.6	11.4	20.4	8.0	10.3	9.3
III	23.1	8.0	12.6	11.4	20.5	8.0	11.7	11.3
IV	22.8	8.0	12.1	11.2	19.7	8.0	11.3	10.3
V	22.1	8.0	11.1	9.9	20.5	8.0	10.3	9.3
VI	22.1	8.0	11.1	9.9	19.0	8.0	11.3	11.2
VII	25.1	8.0	12.6	11.4	21.1	8.0	11.3	10.4
VIII	25.1	8.0	12.6	11.4	20.5	8.0	10.3	9.3
IX	23.1	8.0	12.6	11.4	18.2	8.0	12.3	10.7
X	23.4	8.0	12.2	11.4	20.5	8.0	10.3	9.3
XI	22.6	8.0	12.2	11.6	20.0	8.0	12.3	10.0
XII	25.1	8.0	12.6	11.4	20.9	8.0	12.0	10.7
XIII	22.8	8.0	11.9	11.1	20.5	8.0	12.3	11.7
	23.4	7.8	12.1	11.0	20.2	7.8	11.4	10.3

Cuadro 42. Datos de variables biométricas de la planta en localidad Japón Nacional tomadas a los 50 ddt.

50 días										
Bloques	T1					T2				
	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Gr. de tallo	Altura	#Hoja	Long. Hoja	Ancho hoja	Gr. de tallo
I	6.0	10.0	13.1	11.9	2.0	24.5	6.0	14.7	13.1	2.01
II	28.6	10.0	14.6	13.4	1.9	24.4	10.0	12.7	11.7	1.75
III	26.6	10.0	14.6	13.4	2.2	24.5	10.0	14.1	13.7	2.07
IV	26.3	10.0	14.1	13.2	2.3	23.7	10.0	13.7	12.7	1.85
V	25.6	8.0	13.1	11.9	2.0	24.5	8.0	12.7	11.7	1.94
VI	25.6	8.0	13.1	11.9	1.8	23.0	8.0	13.7	13.6	1.91
VII	28.6	8.0	14.6	13.4	2.2	25.1	8.0	13.7	12.8	2.07
VIII	28.6	10.0	14.6	13.4	1.9	24.5	10.0	12.7	11.7	1.72
IX	26.6	10.0	14.6	13.4	2.3	22.2	10.0	14.7	13.1	2.23
X	26.9	10.0	14.2	13.4	2.4	24.5	10.0	12.7	11.7	2.26
XI	26.1	10.0	14.2	13.6	2.2	24.0	10.0	14.7	12.4	2.07
XII	28.6	10.0	14.6	13.4	1.9	24.9	10.0	14.4	13.1	1.88
XIII	26.3	10.0	13.9	13.1	2.3	24.5	10.0	14.7	14.1	2.16
	25.4	9.5	14.1	13.0	2.1	24.2	9.2	13.8	12.7	2.0

Cuadro 43. Análisis de varianza de la variable altura de planta en localidad Guadalupe.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	656.52	13	50.50	7.14	0.0008
Bloques	644.91	12	53.74	7.60	0.0007
Tratamientos	11.60	1	11.60	1.64	0.2244
Error	84.87	12	7.07		
Total	741.39	25			

CV: 9.97%

Cuadro 44. Análisis de varianza de la variable altura de planta en localidad Willy Wood.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	376.49	13	28.96	19.59	<0.0001
Bloques	219.94	12	18.33	12.39	<0.0001
Tratamientos	156.56	1	156.56	105.87	0.0001
Error	17.74	12	1.48		
Total	394.24	25			

CV: 3.14%

Cuadro 45. Prueba de medias de para la variable altura de planta en localidad Willy Wood.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 (Coliseu)	41.22	13	0.34	A
T2 (Avenger)	36.32	13	0.34	B

Test: Tukey Alfa= 0

DMS= 1.03922 Error: 1.4787 GL: 12

Cuadro 46. Análisis de varianza de la variable altura de planta en localidad Japón Nacional B.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	67.02	13	5.16	7.97	0.0005
Bloques	18.08	12	1.51	2.33	0.0785
Tratamientos	48.94	1	48.94	75.68	<0.0001
Error	7.76	12	0.65		
Total	74.78	25			

CV: 3.15%

Cuadro 47. Prueba de medias de para la variable altura de planta en localidad Japón Nacional.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 (Coliseu)	26.92	13	0.22	A
T2 (Avenger)	24.18	13	0.22	B

Test: Tukey Alfa= 0.05 DMS= 0.68723 Error: 0.6467 GL: 12

Cuadro 48. Análisis de varianza de la variable número de hojas por planta en localidad Guadalupe.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.58	13	0.20	1.72E+15	<0.0001
Bloques	2.58	12	0.22	sd	sd
Tratamientos	0	1	0.00	sd	sd
Error	0	12	0.00		
Total	2.58	25			

CV: 3.7%

Cuadro 49. Análisis de varianza de la variable número de hojas por planta en localidad Willy Wood.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.42	13	0.03	5.04E+15	<.0001
Bloques	0.42	12	0.03	sd	sd
Tratamientos	0.00	1	0.00	sd	sd
Error	0.00	12	0.00		
Total	0.42	25			

CV: 7.4%

Cuadro 50. Análisis de varianza de la variable número de hojas por planta en localidad Japón Nacional.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.22	13	0.09	1.9E+15	<0.0001
Bloques	1.22	12	0.1	sd	sd
Tratamientos	0.00	1	0.00	sd	sd
Error	0.00	12	0.00		
Total	1.22	25			

CV: 2.3%

Cuadro 51. Análisis de varianza de la variable longitud de hojas (cm) en localidad Guadalupe.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	197.61	13	15.2	2.51	0.0604
Bloques	197.41	12	16.45	2.72	0.0481
Tratamientos	0.21	1	0.21	0.03	0.8564
Willy Error	72.62	12	6.05		
Total	270.23	25			

CV: 14.76%

Cuadro 52. Análisis de varianza de la variable longitud de hojas (cm) en localidad Willy Wood.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	360.24	13	27.71	29.56	<0.0001
Bloques	128.81	12	10.73	11.45	0.0001
Tratamientos	231.43	1	231.43	246.9	<0.0001
Error	11.25	12	0.94		
Total	371.49	25			

CV: 3.14%

Cuadro 53. Prueba de medias de para la variable Longitud de hoja (cm) en localidad Willy Wood.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 (Coliseu)	19.56	13	0.27	A
T2 (Avenger)	13.59	13	0.27	B

Test: Tukey Alfa= 0.5 DMS= 0.82738 Error: 0.82738 GL: 12

Cuadro 54. Análisis de varianza de la variable longitud de hojas (cm) en localidad Japón Nacional B.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.84	13	0.53	0.94	0.544
Bloques	6.36	12	0.53	0.95	0.546
Tratamientos	0.49	1	0.49	0.87	0.376
Error	6.71	12	0.56		
Total	13.55	25			

CV: 5.36%

Cuadro 55. Análisis de varianza de la variable ancho de hojas (cm) en localidad Lupita.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	152.18	13	11.71	2.32	0.0778
Bloques	151.96	12	12.66	2.51	0.0625
Tratamientos	0.21	1	0.21	0.04	0.8416
Error	60.6	12	5.05		
Total	212.77	25			

CV: 16.25%

Cuadro 56. Análisis de varianza de la variable ancho de hojas (cm) en localidad Willy Wood.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	162.38	13	12.49	20.66	<0.0001
Bloques	95.59	12	7.97	13.17	<0.0001
Tratamientos	66.78	1	66.78	110.44	<0.0001
Error	7.26	12	0.6		
Total	169.64	25			

CV: 5.42%

Cuadro 57. Prueba de medias de para la variable ancho de hoja (cm) en localidad Willy Wood.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 (Coliseu)	15.96	13	0.22	A
T2 (Avenger)	12.76	13	0.22	B

Test: Tukey Alfa= 0.5 DMS= 0.66456 Error: 0.6047 GL: 12

Cuadro 58. Análisis de varianza de la variable ancho de hojas (cm) en localidad Japón Nacional B.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.28	13	0.48	0.79	0.661
Bloques	5.75	12	0.48	0.78	0.659
Tratamientos	0.52	1	0.52	0.86	0.372
Error	7.33	12	0.61		
Total	13.61	25			

CV: 6.08%

Cuadro 59. Análisis de varianza de la variable grosor de tallo (diámetro cm) en localidad Guadalupe.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.05	13	0.08	9.73	0.002
Bloques	0.98	12	0.08	9.81	0.002
Tratamientos	0.07	1	0.07	8.82	0.0117
Error	0.1	12	0.01		
Total	1.15	25			

CV: 3.93%

Cuadro 60. Prueba de medias de para la variable grosor de tallo (cm) en localidad Guadalupe.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 (Coliseu)	2.37	13	0.03	A
T2 (Avenger)	2.27	13	0.03	B

Test: Tukey Alfa= 0.5 DMS= 0.07788 Error: 0.0083 GL: 12

Cuadro 61. Análisis de varianza de la variable grosor de tallo (diámetro cm) en localidad Willy Woods.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.89	13	0.07	0.69	0.7412
Bloques	0.76	12	0.06	0.63	0.7805
Tratamientos	0.14	1	0.14	1.4	0.2603
Error	1.19	12	0.1		
Total	2.09	25			

CV: 11.17%

Cuadro 62. Análisis de varianza de la variable grosor de tallo (diámetro cm) en localidad Japón Nacional B.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.8	13	0.06	7.42	0.0007
Bloques	0.72	12	0.06	7.2	0.0009
Tratamientos	0.08	1	0.08	10.11	0.0079
Error	0.1	12	0.01		
Total	0.9	25			

CV: 4.45%

Cuadro 63. Prueba de medias de para la variable grosor de tallo (cm) en localidad Japón Nacional B.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 (Coliseu)	2.11	13	0.03	A
T2 (Avenger)	1.99	13	0.03	B

Test: Tukey Alfa= 0.5 DMS= 0.07788 Error: 0.0083 GL: 12

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Sur Occidente
Agronomía Tropical



Mazatenango, 26 de enero de 2024

Dr. Mynor Otzoy Rosales
Coordinador de Carrera de Agronomía Tropical
Centro Universitario del Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Su despacho.

Respetable Doctor Otzoy,

Por este medio informo que he completado el proceso de asesoría y revisión del trabajo de investigación inferencial del Ejercicio Profesional Supervisado de la Carrera de Agronomía Tropical que fue realizado por el T.P.A. **Emanuel Edson Ronaldinho Ixtós Guarchaj**, carné número **201841720** y con título: "Evaluación de la producción de *Brassica oleracea* variedad Coliseu, *Brassicaceae* "Brócoli", en condiciones de tres comunidades de la parte baja del municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez", y de conformidad con la normativa de la carpeta EPSAT, este documento cumple con los requisitos para que sea considerado como documento de graduación y por lo tanto, sea sometido a las revisiones siguientes establecidos en la normativa EPSAT.

Sin otro particular, Atentamente,

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

Ing. Agr. Francisco Javier Espinoza Marroquin
Asesor-Evaluador



Oficio CAT-TG-0062022

Mazatenango, 5 de febrero de 2024

Lic. Luis Carlos Muñoz López
Director en Funciones
Centro Universitario de Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Sr. Director:

Con fundamento en el normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de agronomía Tropical, me permito hacer de su conocimiento que el estudiante T.P.A. Emanuel Edson Ronaldinho Ixtós Guarchaj, Carné: 201841720, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **Evaluación de la producción de *Brassica oleracea* var. Coliseu, *Brassicaceae* "Brócoli"**, en las condiciones de tres comunidades de la parte costera del municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez, el cuál fue asesorado por el Ing. Agr. Francisco Javier Espinoza Marroquin, lo que se evidencia con la nota adjunta que he revisado previamente.

Como coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante T.P.A Ixtós Guarchaj, ha cumplido con lo normado, razón por la que someto a su consideración el documento adjunto, para que continúe con el trámite correspondiente para su graduación.

Sin otro particular, esperando haber cumplido satisfactoriamente con la responsabilidad inherente al caso, le reitero las muestras de mi consideración y estima.

Deferentemente.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Myner Raul Otzoy Rosales".

Dr. Myner Raul Otzoy Rosales

Coordinador de la Carrera de Agronomía





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-049-2024

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, catorce de mayo de dos mil veinticuatro-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: “EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE *Brassica oleracea* variedad Coleseu, *Brassicaceae* “Brócoli”, EN CONDICIONES DE TRES COMUNIDADES DE LA PARTE COSTERA DEL MUNICIPIO DE SANTO DOMINGO, SUCHITEPÉQUEZ”, del estudiante: Emanuel Edson Ronalinho Ixtós Guachaj. Carné: 201841720 CUI: 3120 45964 0705 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director

A handwritten signature in black ink is written over a circular official stamp. The stamp contains the text "CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE" and "DIRECCION" in the center, with "USAC Mazatenango" at the bottom.

/gris