

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Suroccidente
Ingeniería en Agronomía Tropical



TRABAJO DE GRADUACION

Evaluación de dos diseños de huertos verticales y dos fuentes de fertilización orgánica para la producción de hierba mora *Solanum nigrescens*, chipilín *Crotolaria longirostrata* y bleado *Amaranthus spp.* en el municipio de Santo Domingo Suchitepéquez.

T.P.A. Bryan Alberto Saloc Tupúl
Carné: 201740781
CUI: 3244433311006
Correo electrónico: bsaloc98@gmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez, septiembre de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL
TRABAJO DE GRADUACION



EVALUACIÓN DE DOS DISEÑOS DE HUERTOS VERTICALES Y DOS FUENTES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA PARA LA PRODUCCIÓN DE HIERBA MORA *Solanum nigrum*, CHIPILÍN *Crotalaria longirostrata* Y BLEDO *Amaranthus spp.* EN EL MUNICIPIO DE SANTO DOMINGO SUCHITEPÉQUEZ.

Por:

T.P.A. Bryan Alberto Saloc Tupúl

Carné: 201740781

Ph. D. Reynaldo Humberto Alarcón Noguera

ASESOR-SUPERVISOR

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, SEPTIEMBRE DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO 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. Rita Elena Rodríguez Rodríguez
Coordinadora 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

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por vitalidad, salud y brindarme la oportunidad de terminar una etapa importante en mi vida.

MIS ABUELOS

Por ser la inspiración y motivación en toda etapa de mi vida. Un beso al cielo a los cuatro.

MIS PADRES

Alicia Tupúl y Alberto Saloc por todo el apoyo incondicional que me han brindado desde el primer día y por todo el amor. A lo largo de los años, me han enseñado lecciones valiosas y me han brindado el cariño que siempre necesité. Su influencia ha sido mi guía en este camino académico.

MIS HERMANOS

Peter Fernando Saloc Tupúl, Nery Gaspar Saloc Tupúl y en especial a Ana Josefina Saloc Tupúl, por su motivación y apoyo, demostrando que puedo ser mejor cada día.

MIS SOBRINOS

Aileen, Lía y Oscar por ser mi fuente de motivación.

AGRADECIMIENTOS

A:

**La Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Suroccidente
– CUNSUROC-**

Por ser mi casa de estudios, dándome la oportunidad de formarme profesionalmente.

A los docentes de la carrera de Agronomía Tropical

Por compartir sus conocimientos y experiencias para mi formación profesional

A mi asesor

El Dr. Reynaldo Alarcón por todo su apoyo y consejos brindados en cada fase de este proceso académico.

Al Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático

Por abrirme las puertas para culminar esta etapa de formación académica, en especial al Programa Desarrollo de Capacidades Dr. Pablo Yax, Fernando Escobedo e Ing. Agr. Kevin Noriega.

Mis amigos

Víctor Ramírez, Adrián de León, Luis Elías y en especial a Eliú Valenzuela por brindarme todo su apoyo, motivándonos a ser mejor cada uno.

Mi tío

Armando Tupúl, por brindar su tiempo y dedicación desde el primer día. Por motivarme siempre.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN	viii
SUMMARY	ix
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEORICO	2
2.1. Marco conceptual	2
2.1.1. La agricultura en Guatemala	2
2.1.2. Crecimiento demográfico en Guatemala	2
2.1.3. Desnutrición en Guatemala	3
2.1.4. Agricultura tradicional	3
2.1.5. Agricultura orgánica	3
2.1.6. Agricultura familiar	4
2.1.7. Huertos familiares	5
2.1.8. Huertos organopónicos	5
2.1.9. El huerto familiar y la seguridad alimentaria	6
2.1.10. Huertos verticales	6
2.1.11. Seguridad alimentaria y nutricional	7
2.1.12. Cultivo de hierba mora <i>Solanum americanum</i>	8
2.1.13. Cultivo de chipilín <i>Crotalaria longirostrata</i>	13
2.1.14. bledo <i>Amaranthus spp</i>	16
2.1.15. Lombricompost	20
2.1.16. Exudado de lombrices	20
2.2. Marco referencial	23
2.2.1. Población	23

2.2.2.	Suelos	23
2.2.3.	Temperatura	23
2.2.4.	Precipitaciones	23
2.2.5.	Altitud	23
2.2.6.	Ubicación geográfica.....	23
2.2.7.	Localización	24
2.2.8.	Estudios realizados en huertos verticales	24
III.	OBJETIVOS	30
4.1.	General.....	30
4.2.	Específicos	30
IV.	HIPOTESIS	31
4.1.	Hipótesis alternativa	31
4.2.	Hipótesis nula (Ha).....	31
V.	MATERIALES Y METODOS.....	32
5.1.	Materiales	32
5.2.	Metodología.....	32
5.2.1.	Diseño experimental.....	32
5.2.2.	Material experimental	33
5.2.3.	Croquis de campo	35
5.2.4.	Modelo estadístico	35
5.2.5.	Tratamientos	36
5.2.6.	Determinación del rendimiento de hierba mora <i>Solanum nigrescens</i> , chipilín <i>Crotolaria longirostrata</i> y bleo <i>Amaranthus</i> spp en dos diseños de huertos verticales y dos fertilizantes orgánicos,	37
1.	Cálculo de la biomasa seca de las especies evaluadas Descripción	39

5.2.7. Establecimiento de los costos de producción en la implementación de dos diseños de huertos verticales.	41
VI. RESULTADOS Y SU DISCUSION.....	42
6.1. Determinar el rendimiento de hierba mora <i>Solanum nigrescens</i> , chipilín <i>Crotalaria longirostrata</i> y bleo <i>Amaranthus spp</i> en dos diseños de huertos verticales y dos fertilizantes orgánicos.	42
6.1.1. Rendimiento en kg/ha del cultivo de chipilín	42
6.1.2. Rendimiento en Kg/ha del cultivo de hierba mora.....	48
6.1.3. Rendimiento en kg/ha del cultivo de bleo.....	54
6.2. Calcular la biomasa seca de las especies evaluadas.....	60
6.2.1. Análisis de varianza de chipilín	61
6.2.2. Análisis de varianza de hierba mora	62
6.2.3. Análisis de varianza de bleo.....	62
6.3. Establecer una estimación costos de producción en la implementación de dos diseños de huertos verticales.	63
VII. CONCLUSIONES	66
VIII. RECOMENDACIONES.....	67
IX. REFERENCIAS	68
X. ANEXOS.....	74

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página.
1: <i>Planta de hierba mora.</i>	10
2: <i>Hojas de la planta de chipilín.</i>	14
3: <i>Hojas de la planta de bledo.</i>	20
4: <i>Ubicación geográfica del área experimental.</i>	24
5: <i>Huertos evaluados en la investigación.</i>	25
6: <i>Muro de albahaca, orégano y cebollín.</i>	26
7: <i>Vista de la producción de acelga en el sistema vertical.</i>	27
8: <i>Vista de los tubos instalados con las lechugas de la variedad Bohemia.</i>	28
9: <i>Vista general del jardín vertical.</i>	29
10: <i>Diseño de cajas horizontales.</i>	33
11: <i>Diseño de cubetas.</i>	33
12: <i>Diseño de cubetas.</i>	34
13: <i>Diseño de cajas horizontales.</i>	34
14: <i>Siembra convencional.</i>	34
15: <i>Aleatorización de los tratamientos.</i>	35
16: <i>Forma de realización de corte.</i>	39
17: <i>Muestras colocadas en el horno.</i>	40
18: <i>Rendimiento promedio en cinco cosechas del cultivo de chipilín.</i>	42
19: <i>Comparación de los diseños usados y el rendimiento promedio obtenido para el cultivo de chipilín.</i>	43
20: <i>Comparación de las fuentes de fertilización y el rendimiento en chipilín.</i>	44
21: <i>Producción acumulada por cosecha del cultivo de chipilín.</i>	45
22: <i>Rendimiento promedio por tratamiento evaluado en hierba mora.</i>	49
23: <i>Acumulado de producción cada una de las cosechas en la hierba mora.</i>	50
24: <i>Comparación de la producción y el diseño de huerto utilizado en hierba mora.</i>	51
25: <i>Comparación de la producción promedio en kg/ha y la fuente de fertilización en hierba mora.</i>	52
26: <i>Rendimiento promedio de los tratamientos en bledo.</i>	55

27: Comparación de la producción acumulada en cada uno de los diseños evaluados en el cultivo de blede.	55
28: Comparación de la producción acumulada en cada una de las fuentes de fertilización orgánica evaluadas en el cultivo de blede.	56
29: Producción de las cosechas realizadas en cultivo de blede.....	57
30: Acumulación de materia seca en cada tratamiento evaluado.	61
31: Establecimiento de la investigación.....	74
32: blede en cubetas.	74
33: blede en diseño de cajas.....	74
34: Hierba Mora al suelo.	75
35: Chipilín al suelo.....	75
36: Hierba Mora en cubetas.	75
37: Cultivo de chipilín establecido.	76

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1 <i>Etapas fenológicas del cultivo de hierba mora.</i>	9
2 <i>Clasificación taxonómica de la hierba mora.</i>	10
3 <i>Clasificación taxonómica del chipilín.</i>	13
4: <i>Clasificación taxonómica del bleo.</i>	17
5: <i>Comparación de los dos abonos orgánicos.</i>	22
6: <i>Factores evaluados y sus niveles.</i>	36
7: <i>Ordenamiento de los tratamientos evaluados.</i>	36
8: <i>Resultado promedio del rendimiento de chipilín.</i>	42
9: <i>Análisis de varianza de los rendimientos obtenidos en el cultivo de chipilín.</i>	47
10: <i>Prueba de medias de Tukey de las formas de fertilización orgánica del cultivo de chipilín.</i>	47
11: <i>Prueba de medias de Tukey de los tratamientos evaluados en chipilín.</i>	48
12: <i>Resumen del rendimiento obtenido para el cultivo de hierba mora.</i>	49
13: <i>Análisis de varianza del rendimiento obtenido en el cultivo de hierba mora.</i>	52
14: <i>Comparación de medias de Tukey de los diseños de huertos evaluados en hierba mora.</i>	53
15: <i>Comparación de medias de Tukey de las fuentes de fertilización en hierba mora.</i>	53
16: <i>Tabla de resumen de los rendimientos promedio del cultivo de bleo.</i>	54
17: <i>Análisis de varianza del rendimiento del cultivo de bleo.</i>	58
18: <i>Comparación de medias de Tukey de los diseños de huertos en bleo.</i>	58
19: <i>Comparación de medias de Tukey de fuentes de fertilización evaluada en bleo.</i>	59
20: <i>Comparación de medias de Tukey de los tratamientos evaluados en el cultivo de bleo.</i>	59
21: <i>Análisis de varianza de la variable de materia seca del chipilín.</i>	61
22: <i>Análisis de varianza de la variable de materia seca de la hierba mora.</i>	62
23: <i>Análisis de varianza de la materia seca del bleo.</i>	62
24: <i>Análisis costos del cultivo de chipilín.</i>	63
25: <i>Análisis costos del cultivo de hierba mora.</i>	64

<i>26: Análisis costos del cultivo de blede.</i>	<i>64</i>
<i>27: Resumen de gastos de la estructura de cajas.</i>	<i>76</i>
<i>28: Resumen de los gastos de los diseños de cubetas.....</i>	<i>76</i>
<i>29: Resumen de los gastos en los huertos convencionales.....</i>	<i>77</i>
<i>30: Temperaturas obtenidas.....</i>	<i>77</i>

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el municipio de Santo Domingo Suchitepéquez, Suchitepéquez. El objetivo fue evaluar dos diseños de huertos verticales (diseño de cajas y diseño de cubetas) y dos formas de fertilización orgánica lombricomposta (sólida) y lixiviado (líquida), aplicando esto en tres cultivos (chipilín, hierba mora y bleado).

Se utilizó el diseño de bloques al azar con arreglo bifactorial combinatorio con cuatro repeticiones. Sometiendo dos diseños de huertos verticales (diseño de cajas y diseño de cubetas) y dos formas de fertilización orgánica lombricomposta (sólida) y lixiviado (líquida). Siendo los tratamientos: T1 con la combinación de diseño de cajas con sustrato de lombricomposta, T2 con la combinación del diseño de cajas con sustrato de lixiviado, T3 con cubetas y lombricomposta, T4 con cubetas y lixiviado, T5 con siembra convencional a nivel de suelo con lombricomposta y T5 con la siembra convencional a nivel de suelo con lixiviado. Se usaron tres especies diferentes para este estudio, chipilín, hierba mora y bleado; elegidas por su alta tasa nutrimental que esta aporta a los consumidores. Las variables evaluadas fueron el rendimiento en peso fresco de cada uno de los tratamientos en cada cultivo; la biomasa seca y un análisis de costos.

Para el cultivo de chipilín la combinación de diseño de cubetas con sustrato de lombricomposta mantuvo un rendimiento promedio de 38,695 kg/ha, la combinación de cajas siembra en lombricomposta tuvo 34,475 kg/ha. El cultivo de hierba mora no presentó diferencias significativas sobre el rendimiento de los tratamientos. El bleado demostró que la combinación de cubetas con lombricomposta tuvo un rendimiento de 18922.50 kg/ha y las cajas con lombricomposta con 15175.50 kg/ha. En términos generales el aumento del rendimiento de acuerdo con el sustrato que tenga, siendo, la lombricomposta fue la que mayor aporte de nutrientes proporcionó a los cultivos estudiados. Se obtuvieron ganancias únicamente en el cultivo de chipilín, esto debido a la cantidad de cortes que se les realizan a los cultivos. La lombricomposta proporcionó los mayores rendimientos de materia fresca. Los huertos en siembra convencional fueron de menor costo de establecimiento (Q50.00), pero menos productivos en los cultivos de cajas y cubetas.

SUMMARY

The present research was conducted in the municipality of Santo Domingo Suchitepéquez, Suchitepéquez. The objective was to evaluate two vertical garden designs (box design and bucket design) and two forms of organic fertilization (solid vermicompost and liquid leachate) applied to three crops (chipilín, hierba mora, and blede).

A randomized block design with a bifactorial combinatorial arrangement and four replications was used. Two vertical garden designs (box design and bucket design) and two forms of organic fertilization (solid vermicompost and liquid leachate) were tested. The treatments included: T1 with the combination of box design using vermicompost substrate, T2 with the combination of box design using leachate substrate, T3 with buckets and vermicompost, T4 with buckets and leachate, T5 with conventional ground-level planting using vermicompost, and T6 with conventional ground-level planting using leachate. Three different species were used in this study: chipilín, hierba mora, and blede, chosen for their high nutritional content. The evaluated variables were the fresh weight yield of each treatment in each crop, dry biomass, and cost analysis.

For the chipilín crop, the combination of bucket design with vermicompost substrate maintained an average yield of 38,695 kg/ha, while the combination of box design with vermicompost substrate yielded 34,475 kg/ha. The hierba mora crop did not show significant differences in yield among treatments. blede demonstrated that the combination of buckets with vermicompost substrate yielded 18,922.50 kg/ha, while boxes with vermicompost yielded 15,175.50 kg/ha. Overall, the substrate significantly influenced yield, with vermicompost providing the highest nutrient contribution to the studied crops. Gains were observed only in the chipilín crop due to the number of harvests. Vermicompost resulted in the highest fresh matter yields. Conventional ground-level gardens had lower establishment costs (Q50.00) but were less productive in box and bucket crops.

I. INTRODUCCION

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Santo Domingo Suchitepéquez, Suchitepéquez. Bajo condiciones de esta ubicación se evaluó la producción de tres especies, la hierba mora, el chipilín y el bledo; estas plantas dentro de su composición presentan altos estándares nutritivos que pueden ser una estrategia viable para combatir la desnutrición.

Los huertos verticales se presentan como una alternativa de producción, una medida de adaptación en comunidades a la demanda de alimentos, esto influenciado por el crecimiento poblacional y también por la pérdida de suelo usado para la producción de alimentos. El país se encuentra a nivel latinoamericano con altas tasas de desnutrición, representando una necesidad la búsqueda de formas de producir alimentos que sean accesibles a los agricultores y de costos relativamente bajos.

El principal motivo de la realización de esta investigación fue demostrar que las plantas u hortalizas de la zona se adaptan a este sistema de producción. El uso de alternativas de fertilización como los abonos orgánicos son opción viable para la producción de alimentos. La producción de alimentos en huertos familiares es una contribución dentro del marco de la seguridad alimentaria en las comunidades. Además, se evaluaron dos diseños de huerto vertical, la agricultura vertical representa una gran oportunidad debido a que esta puede producir alimentos en espacios confinados y ubicarse a cercanías del hogar sin necesidad de una extensión de suelo como en la producción convencional, brindándole a la familia acceso y disponibilidad a alimentos frescos y nutritivos. Se estudiaron también dos tipos de sustratos que se desarrollaron con dos materiales de origen orgánico, el lixiviado y la lombricomposta que son accesibles a los agricultores por sus precios que son menores a los de un fertilizante químico/granular que es usado comúnmente.

II. MARCO TEORICO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. La agricultura en Guatemala

Considerada como la actividad económica más importante en el país, la agricultura es una plataforma bastante grande para todas aquellas personas que necesitan proveerse de alimentos y tener un ingreso significativo en su economía (Estrada, 2011).

Las actividades agrícolas y sus encadenamientos directos representan en Guatemala el 24% del Producto Interno Bruto y cerca del 40% del valor de las exportaciones. Además, estas actividades emplean al 28.5% de la Población Económicamente Activa y son particularmente relevantes en las áreas rurales. Una de sus principales características es su fuerte dependencia del sistema natural, en particular de recursos como la tierra, el suelo y sus nutrientes, y el agua, por lo que suponen presiones importantes al ambiente (WAVES, 2019).

Las brechas sociales y económicas a nivel nacional también se evidencian en el sector agrícola, donde se distinguen dos grandes grupos, uno con proyección exportadora, que emplea tecnología punta y participa en los mercados mundiales, y otro conformado por pequeños productores que abastecen al mercado interno, que poseen poco nivel de encadenamiento y hacen poco uso de la tecnología, lo que los torna vulnerables a los efectos del cambio climático: sequías, inundaciones, plagas y enfermedades, que ocasionan severos daños a los cultivos (ICEX , 2021).

2.1.2. Crecimiento demográfico en Guatemala

En el 2000, la población total de Guatemala era de 11,735,984 habitantes, y en el 2021 había ascendido a 17,608,484, lo que representa un incremento de 50% (OPS, 2022). Guatemala es de los países de América Latina con mayor porcentaje de población indígena, con una identificación como población maya de casi el 50% de la población³, lo que, dado el desigual acceso histórico de las poblaciones indígenas a los diferentes servicios sociales, agrava las desigualdades (Mariano y otros, 2020).

2.1.3. Desnutrición en Guatemala

Situada en una ubicación estratégica en Centroamérica, posee abundantes recursos naturales y una población multiétnica joven, lo que dota al país en un enorme potencial para generar crecimiento y prosperidad (Mariano y otros, 2020)

El 46.5 por ciento de la niñez menor de cinco años padece desnutrición crónica en Guatemala, situándolo en la sexta posición del mundo (UNICEF, 2021).

Las consecuencias de la desnutrición infantil son dramáticas en términos de mortalidad y morbilidad. Los efectos pueden atribuirse a vías biológicas interconectadas que implican un desequilibrio de la microflora intestinal, inflamaciones, desregulación fisiológica y alteración del metabolismo. Un niño nutrición aguda se expone a un riesgo de muerte nueve veces mayor que a uno bien nutrido (Mariano y otros, 2020).

2.1.4. Agricultura tradicional

La agricultura tradicional es aquella basada exclusivamente en los factores de producción utilizados ya por los agricultores generación tras generación (Schultz, 1968).

Una de las características importante de los sistemas de agricultura tradicional es su diversidad vegetal en el tiempo y en el espacio a través de los policultivos y/o sistemas agroforestales. El desarrollo de estos agroecosistemas no es casualidad, sino que está basado en un profundo entendimiento de los elementos y las interacciones de la vegetación, guiada por sistemas complejos de clasificación etnobotánica (Tarpurisunchis, s.f.).

2.1.5. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es una forma por la cual el hombre puede practicar la agricultura acercándose en lo posible a los procesos que ocurren espontáneamente en la naturaleza. Este acercamiento presupone el uso adecuado de los recursos naturales. Podemos ver la agricultura orgánica como una propuesta alternativa a la agricultura convencional (agroquímica) (Brechelt, 2002).

Uno de los principios de la agricultura orgánica es proporcionar alimentos- con un valor nutricional optimo y un mínimo de ingrediente peligrosos, utilizando únicamente

sustancias permitidas. Otro principio de la agricultura orgánica es usar un forraje 100% natural (Cherlinka , 2021).

Los crecientes niveles de deterioro de los ecosistemas han obligado a la sociedad a buscar alternativas de producción más amigables con el medioambiente. Una de las ventajas agronómicas en el contexto de la agricultura orgánica de mayor importancia es la posibilidad cierta de elevar el potencial productivo de los suelos, generando condiciones para una mayor actividad biológica, mejorando su estructura y perfil químico, además de contribuir a la disminución que conlleve a su erosión. Cabe mencionar que la agricultura orgánica también puede aportar al fortalecimiento de la cultura del mundo rural, ya que recupera el conocimiento ancestral, rescata y genera identidad a los habitantes del mundo rural (SAG, 2013).

2.1.6. Agricultura familiar

La agricultura familiar incluye todas las actividades agrícolas de base familiar y está relacionada con varios ámbitos del desarrollo rural. La agricultura familiar es una forma de clasificar la producción agrícola, forestal, pesquera, pastoril y acuícola gestionada y operada por una familia y que depende principalmente de la mano de obra familiar, incluyendo tanto a mujeres como a hombres (FAO, 2016).

A nivel nacional hay varios factores clave para un desarrollo exitoso de la agricultura familiar, como las condiciones agroecológicas y las características territoriales, el entorno normativo el acceso a la tierra y a los recursos naturales, el acceso a la tecnología y a los servicios de extensión, el acceso a la financiación, la condiciones demográficas, económicas y socioculturales, o la disponibilidad de educación especializada, investigación básica y aplicada, entre otros (FAO, 2016).

La producción agropecuaria de las familias rurales de Guatemala en la actualidad tiende a la utilización y reproducción de prácticas productivas que no se han modificado o lo han hecho poco durante largos periodos de tiempo, aunque si lo han hecho y dramáticamente el entorno ambiental y socioeconómico. Por lo anterior, la AF promueve la potenciación de la producción agropecuaria en escala familiar teniendo entre sus ventajas el conocimiento ancestral en el uso, conservación y domesticación de semillas de granos básicos (material fitogenético), promoviendo simultáneamente otros tipos de

actividades que buscan diversificar los sistemas productivos (agrícola, pecuario, acuícola, caza y bosque) y por tanto la calidad y cantidad de los alimentos, con la finalidad de favorecer el autoconsumo balanceado de nutrientes y como mecanismo para obtener el excedente necesario para adquirir otros insumos y servicios que permiten a las familias rurales fortalecer sus medios de vida para abatir el hambre y la desnutrición, la pobreza, e insertarse en circuitos de acuerdo con pautas propias de vida y cultura.

2.1.7. Huertos familiares

Los huertos y granjas familiares son sistemas de producción de alimentos para el autoconsumo que contribuyen a mejorar la seguridad alimentaria y la economía de los pequeños agricultores. Según su dimensión y nivel de productividad, pueden llegar a proporcionar una variedad de alimentos de origen vegetal y animal durante todo el año (o varios meses al año). Los productos del huerto y la granja permiten a la familia consumir su propia producción, lo cual significa un ahorro con relación a su adquisición en el mercado. Por otra parte, se pueden generar ingresos adicionales por la venta de los productos excedentes por todos lados los aspectos indicados, el mejoramiento o la promoción de huertos y granjas en las familias de áreas rurales con bajos recursos económicos y deficiencias alimentarias, tiene gran importancia para el mejoramiento de los niveles de seguridad alimentaria y nutricional de estas poblaciones (FAO, 2000).

El huerto y la granja bien desarrollados contribuyen significativamente a satisfacer diariamente las necesidades alimentarias de la familia campesina. Abastecen al hogar de alimentos complementarios como: raíces y tubérculos, leguminosas, vegetales, frutas, productos de origen animal (carnes, leche y huevos), además de plantas medicinales, condimentos y otros (FAO, 2000).

2.1.8. Huertos organopónicos

Esta técnica de agricultura urbana reutiliza materiales de desechos orgánicos e inorgánicos (hojarasca de bosque y fondo de río, llantas, cubetas, desechos de alimentos, vacasa, cerdasa, orina) en el cultivo de alimentos (Jiménez, 2014).

Es un método fundamentada en el equilibrio de los ecosistemas, el cual se convierte en una alternativa de producción agraria sostenible, al sentir una mayor participación del agricultor en los índices de rentabilidad generados por su actividad productiva, ya que al

romper con la dependencia de los insumos externos se logra obtener una producción más limpia y el mejoramiento de sus ingresos, al no tener que sufragar gastos que le imprimen un sello de mala competencia y baja rentabilidad a su labor productiva (Jiménez, 2014).

La organoponía es una técnica que basa sus procedimientos en la imitación del ciclo de nutrientes en la naturaleza. En ecosistemas terrestres como es el caso de bosques y selvas, las hierbas, arbustos y árboles crecen con vigor y equilibrio sin que nadie pasa por ahí aplicando fertilizantes químicos (Arroyo Y Galván Duque, 2012).

2.1.9. El huerto familiar y la seguridad alimentaria

El Huerto Familiar es una metodología para producir de forma sustentable y amigable al ambiente. Puede proporcionar a la familia, además de alimentos complementarios, otros productos, tales como: plantas medicinales, aromáticas, condimentos, flores, y otros, también ayudar a generar ingresos económicos adicionales. Cultivar nuestros propios vegetales es una de las mejores maneras de asegurar su acceso inmediato a alimentos frescos, ricos en nutrientes, inocuos y libres de sustancias químicas para una alimentación sana (Zamorano, 2019).

2.1.10. Huertos verticales

Un problema mundial emergente es la disminución a largo plazo de la existencia de tierras agrícolas per cápita. Las proyecciones sobre el crecimiento futuro de la población mundial de FAO revelan que se prevé que la tierra cultivable por persona disminuya para 2050 a un tercio de la cantidad disponible- en 1970 (Benke & Tomkins , 2017) citando a (FAO, 2016).

La agricultura vertical casera supone una solución para el abastecimiento de la demanda de alimentos en un hogar, al educar a las personas sobre como producir verduras, se les permite consumir alimentos libres de cualquier contaminación con residuos de químicos. La implementación de una agricultura vertical casera permite disminuir costos para las familias, al mismo tiempo que consumen un alimento seguro. El uso efectivo de este nuevo estilo de producción permite optimizar el espacio en el que se desarrollan varios cultivos utilizando varios niveles de producción en la misma área (Chinchilla, 2020).

El huerto vertical es un sistema de jardineras modulares que permite el cultivo de plantas decorativas, aromáticas, especies y otros vegetales pequeños en una estructura vertical, que se adapta a cualquier espacio, más aún donde no se disponga de terreno para cultivar. Los huertos verticales además de producir alimentos de consumo personal, aumenta el contacto con la naturaleza, general bienestar en las personas y contribuyen al embellecimiento de espacios que anteriormente estaban “vacío” (Carrillo , 2021).

Se pueden encontrar diferentes prototipos o diseños, haciendo uso también de pequeños espacios y materiales orgánicos como sustrato.

2.1.11. Seguridad alimentaria y nutricional

El concepto surge en la década del 70, basado en la producción y disponibilidad alimentaria a nivel global y nacional. En los años 80, se añadió la idea del acceso, tanto económico como físico. Y en la década del 90, se llegó al concepto actual que incorpora la inocuidad y las preferencias culturales, y se reafirma la Seguridad alimentaria como un derecho humano (FAO, 2011).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), desde la Cumbre de la Alimentación (CMA) de 1996, la Seguridad alimentaria “a nivel de individuo, hogar, nación y global, se consigue cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana” (FAO, 2011).

Según OPS, (2010), los pilares de la seguridad alimentaria nutricional son:

- Disponibilidad de alimentos, es decir el suministro adecuado de alimentos a escala nacional, regional o local. Las fuentes de suministro pueden ser la producción familiar o comercial, las reservas de alimentos, las importaciones, y la asistencia alimentaria.
- El acceso a los alimentos, que puede ser acceso económico, físico o cultural, existiendo diferentes posibilidades para favorecer el acceso a los alimentos, siendo estos; el empleo, el intercambio de servicios, el trueque, crédito, remesas, vínculos de apoyo familiar, o comunitario existentes.

- El consumo de alimentos, principalmente influido por las creencias, percepciones, conocimientos y prácticas relacionados con la alimentación y nutrición, donde la educación y cultura juegan un papel importante.
- Utilización o aprovechamiento biológico de los alimentos a nivel individual o a nivel de población.

Entre los factores de riesgo asociados a una inadecuada utilización biológica están: la morbilidad, especialmente enfermedades infecciosas (gastrointestinales y respiratorias); falta de acceso a servicios de salud; falta de acceso a servicios básicos de agua potable y saneamiento básico; falta de prácticas y conocimientos adecuados sobre cuidado materno — infantil; prácticas inadecuadas de preparación, conservación, higiene y manipulación de los alimentos.

La seguridad alimentaria es un fenómeno destacado en el área rural, debido la importancia que tiene esta área en cuanto a la producción de alimentos y su vulnerabilidad a las inclemencias del tiempo, así como en la falta de acceso a los mismos, entre otros factores (Guardiola y otros, 2006).

La seguridad alimentaria y nutricional es un problema que aqueja a casi tres cuartas partes de la población guatemalteca. Los sectores más afectados, son aquellos que combinan las condiciones de ser pueblos indígenas y rurales, con niveles de pobreza y pobreza extrema severos, y que han sido objeto de diversas formas o mecanismos de intervención para tratar de solventar el problema de hambruna que les aqueja (Linares, 2020).

2.1.12. Cultivo de hierba mora *Solanum americanum*

La hierba mora, también conocida como Macuy, Kilete, Quequeste, Matafas, Bocano, Tonchichi o tomatillos del diablo, como se le llama en España; desde la antigüedad es apetecida como planta alimenticia. En algunos países sus hojas reemplazan excelentemente a las de la espinaca (Martínez, 2012).

Martínez (2012) indica que la hierba mora se consume de preferencia en el área rural cociendo los folíolos jóvenes o puntas de las plantas, cuando se encuentran muy próximas a la etapa de floración; las cuales se encuentran abundantes en la mayoría de

los mercados del sur de México, Guatemala, Belice y El Salvador. Al cocer las hojas desaparece su olor desagradable y los principios nocivos que pueda contener, haciéndola comestible y muy nutritiva. Los estudios del INCAP indican la siguiente composición de nutrientes en 100 g de hojas fresca: Agua= 85 g. Proteína= 5.1 g. Grasa= 0.8 g. Carbohidratos totales= 7.3 g. Fibra cruda= 1.4 g. Cenizas= 1.8 g. Calcio= 226 mg. Fósforo= 74 mg. Hierro= 12.6 mg. Actividad de vitamina A= 1883 um. Tiamina= 0.20 mg. Riboflavina= 0.35 mg. Niacina= 0.97 mg. Ácido ascórbico= 92 mg. Valor energético= 45 Kcal.

1. Etapas fenológicas

Se muestra el desarrollo fenológico que tiene una planta de hierba mora, indicando los días que implica cada etapa después del día cero (después de haber sembrada la plantación).

Tabla 1 Etapas fenológicas del cultivo de hierba mora.

Etapas	Días después de siembra
Germinación	6-8
Desarrollo vegetativo	8-45
Inicio de floración	45
Plena floración	60
Formación de frutos	75
Maduración de frutos	85
Fuente: López (2012)	

2. Clasificación taxonómica

Según Gentry y Standley, la hierba mora, quileto o macuy se encuentra en Guatemala como maleza en varios cultivos y en terrenos baldíos en una amplia variedad de climas fríos o cálidos.

Tabla 2 Clasificación taxonómica de la hierba mora.

Reino	Vegetal.
Sub- división	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub-clase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
Especie	<i>S. americanum</i> , <i>S. nigrescens</i> , <i>nigricans</i>

Fuente: Martínez (2012) citando a Gentry & Standley.

En las siguientes imágenes se muestra la planta de hierba mora encontradas en el área experimental.



Figura 1: Planta de hierba mora.

3. *Requerimientos climáticos y edáficos*

La hierba mora es una especie cosmopolita, que se adapta a diversas condiciones agroecológicas, desde cerca del nivel del mar hasta más de mil metros sobre este. Se desarrolla en rangos de temperatura desde 20 a 35°. Con respecto a los tipos de suelo prefiere suelos, ricos en nitrógeno, sueltos, húmicos, con un pH casi neutro 6.5 a 7, precipitación pluvial requerida en 500 a 1,200 milímetros anuales. Crece de forma silvestre en potreros y cafetales, durante la época lluviosa o en áreas húmedas, en suelos arcillosos hasta franco arenosos con alto contenido de materia orgánica, teniendo un óptimo desarrollo en esta última clase de suelos (López, 2012) citando a MAGA, 2009.

4. *Colecta y preparación de la semilla*

Para fines de cultivo se recomienda colectar frutos de plantas de la localidad, sanas y vigorosas, en plena fructificación, cuando la mayoría de los frutos están de color morado

Para obtener las semillas se trituran los frutos dentro de una bolsa de plástico, luego se ponen a secar durante 8 días al sol y finalmente se limpian separando las semillas de la pulpa.

La semilla de hierba mora tiene la característica de permanecer en latencia después de su madurez fisiológica, por lo que se recomienda almacenarla a temperatura ambiente, en envases de vidrio por un periodo mínimo de 6 meses; con ello se logra un alto porcentaje de germinación y un mayor vigor de la semilla para obtener plantas sanas y vigorosas (Martínez, 2012).

5. *Época de siembra*

Sugiere que cuando se dispones de riego se puede sembrar en cualquier época del año. Cuando no se dispone de riego y se depende de las lluvias, se debe de realizar el trasplante cuando las lluvias se hayan establecido (mediados o finales de mayo), en este caso se hacen los semilleros en la segunda quincena de abril (López, 2012)

6. *Siembra*

El diminuto tamaño de la semilla (0.7-1.2 mm) obliga al uso de semilleros. El semillero puede hacerse utilizando cajas de maderas o directamente en el suelo. Para una hectárea de terreno se utilizan 20 cajas de madera con dimensiones de 0.60 m de largo,

0.30 m de ancho y 0.10 m alto, con un sustrato de mezcla de arena amarilla y tierra negra, en proporción de 1:3.

El semillero directamente en el terreno se hace a las sombras, haciendo tabloncillos de 1 m de ancho por 6 m de largo y 0.25 de profundidad, barbechados manualmente, a manera de dejar mullido el suelo. En este caso se le agrega una capa de 0.05 m de una mezcla de arena amarilla y broza en proporción 2:1, con el fin de facilitar el arranque de las plantas al momento del trasplante (Martínez, 2012).

7. *Trasplante*

El terreno para establecer la plantación definitiva debe ser plano y estar ubicado en un lugar con un 50% de sombra. La preparación del suelo se hace 15 días antes de trasladar las plántulas provenientes del semillero al terreno definitivo, tratando de dejar lo más desmenuzado posible el suelo, a profundidad de 0.25 m (Martínez, 2012).

El trasplante al campo definitivo se hace al tener las plántulas 3 o 4 hojas verdaderas, lo que ocurre a los 24 o 30 días después de la siembra en el semillero. Se coloca una plántula por postura a distancia de 0.15 m al cuadro o 0.15 entre planta y 0.3 m entre surcos.

Al momento del trasplante se recomienda sumergir las raíces de las plántulas en una solución de glucosa al 0.5% o aplicar un estimulador de enraizamiento.

8. *Fertilización*

Indica que para la producción de 7 a 12 toneladas/mz., se prefiere aplicar en el trasplante una fórmula de triple quince en bandas de 5 cm. De la base del tallo y a 5 cm de profundidad. Para la segunda fertilización que se realiza después del primer corte (19 a 21 días después del trasplante) se deben de aplicar 68.18 libras de urea en forma de banda a 8 cm de la base del tallo y a 10 cm de profundidad (López, 2012).

9. *Cosecha*

La cosecha se realiza entre la segunda y tercera semana después del trasplante. Cuando la planta tiene una altura de 40 centímetros se procede a cortar dejándolo a una altura de 10 centímetros o dejando las ramas menos desarrolladas. Luego, este segmento y

las ramas generarán nuevos brotes los cuales serán cortados en la siguiente cosecha. La recolección se hace utilizando tijeras de podar o cuchillas afiladas (López, 2012).

2.1.13. Cultivo de chipilín *Crotalaria longirostrata*

El chipilín se usa como alimento desde tiempos precolombinos. El nombre de chipilín deriva de la voz nahuatl “chipillín” o “chipullí” que significa “conchita”. En lengua pipil de El Salvador chipilín significa “grillo”, aunque también se le conoce como “cohetillo”. En México se conoce como Chepil. En idioma Jacalteco se llama “Tcap-in”, en K’iche’ se le llama “Much” y en Mam se le denomina “Chop”. Actualmente el chipilín tiene una gran demanda como hortaliza en el sur, norte y occidente de Guatemala, en El Salvador y sur de México; últimamente ha tenido demanda en EE. UU., por la gran cantidad de inmigrantes centroamericanos existentes en este país (Martínez, 2012).

Según la tabla de composición nutricional de los alimentos del INCAP, los contenidos promedios de 100 g de hoja fresca son: Agua= 81.8 g. Proteína= 7.1 g. Grasa= 1 g. Carbohidratos totales= 8.7 g. Fibra cruda= 1.9 g. Cenizas= 1.4 g. Calcio= 248 mg. Fósforo= 74 mg. Hierro= 4.9 mg. Actividad de vitamina A= 3843 ug. Tiamina= 0.33 mg. Riboflavina= 0.52 mg. Niacina= 2.02 mg. Ácido ascórbico= 112 mg. Valor energético= 57 Kcal (Martínez, 2012).

1. Clasificación taxonómica

La región mesoamericana, considerada como uno de los centros mundiales de origen de la agricultura u las plantas cultivadas, contiene 104 especies útiles al hombre consideradas autóctonas de las cuales el 48% se encuentra en Guatemala y entre ellas el chipilín (*Crotalaria* spp) (Dominguez, 1997).

Tabla 3 Clasificación taxonómica del chipilín.

Reino	Vegetal.
Sub-reino	Embryobionta.
División	Magnoliophyta.
Clase	Magnoliopsida.
Sub-clase	Rosidae.
Orden	Leguminosales.
Familia	.Fabaceae.

Tribu	Genisteae.
Género	Crotalaria.
Especie	<i>C. longirostrata</i> Hook & Arn, <i>vitellina</i> Ker

Fuente: Martínez (2012)

De las dos especies, la más abundante es la *C. longirostrata* Hook & Arn. Se encuentra en un rango de altitud de los 10 a 1,960 msnm, mientras que la *C. vitellina* Ker se localiza a altitud menor de los 1,000 msnm.



Figura 2: Hojas de la planta de chipilín.

2. Aspectos fisiológicos

2.1. Patrones de desarrollo de la planta

El cultivo de chipilín se rige por los mismos patrones de conducta de toda planta, en donde la germinación es inducida por las condiciones climáticas, edáficas y especialmente de humedad; generando las raíces y raicillas que mantendrán relación simbiótica con otros organismos, mientras la parte aérea estará regida por el meristemo apical que dará origen a órganos especializados como tallos, hojas, flores y frutos regulados por factores ambientales y controlados por fitohormonas (Orozco, 1988).

2.2. Fototropismo

El cultivo de chipilín responde al mecanismo de reacción fototrópica debido a un desbalance en la producción de auxinas dentro de la planta, dando como resultado la elongación del tallo por la necesidad a cantidades adecuadas de energía lumínica (Orozco, 1988).

3. *Tecnología para la producción*

3.1. Colecta y preparación de la semilla.

Al igual que la hierba mora, para el cultivo comercial del chipilín se recomienda colectar frutos de plantas de la localidad, sanas y vigorosas en plena fructificación, cuando la mayoría de los frutos están de color café y suenan como chinchín. La semilla del chipilín manifiesta un tipo de latencia física, debido a que tiene una testa dura e impermeable al intercambio de agua y gases. Para eliminar esta latencia la semilla debe mezclarse con arena y restregarse sobre una superficie rugosa o sobre una lima, luego se remoja en agua a temperatura ambiente por 24 horas (Martinez, 2012).

3.2. Siembra

El chipilín se siembra directamente en el terreno, tiene mejores resultados en suelo franco-arcilloso y un poco menos en franco-arenoso. Para la siembra el suelo debe prepararse con dos pasadas de arado a profundidad de 30 cm, luego debe pasarse la rastra dos veces para dejarlo bien mullido (Martinez, 2012).

3.3. Fertilización.

Al igual que la hierba mora, el chipilín responde bien a la aplicación de Nitrógeno y abonos orgánicos; si el suelo es franco friable o franco arcilloso con suficiente fertilidad no es necesario aplicar ningún fertilizante o abonos en la primera siembra, pero si debe considerarse en los sucesivos ciclos productivos (Martinez, 2012).

3.4. Riego

Si la siembra del chipilín no coincide con la lluvia o si se hace bajo invernadero, es conveniente contar con sistema de riego; en este caso es conveniente suministrar el

riego cada 5 días hasta la última cosecha, para que su sistema radicular superficial siempre tenga disponible humedad (Martínez, 2012).

3.5. Cosecha.

El chipilín tiene la capacidad de rebrote a cualquier edad y altura. Las investigaciones realizadas muestran que las plantas jóvenes tienen menos fibra, pero la conjugación de un buen porcentaje de nutrientes, fibra, buen peso foliar y alta rentabilidad se obtiene al cosechar la planta 45 días después de la siembra y una segunda cosecha nuevamente a los 45 días después de la primera. El primer corte se aconseja realizarlo a 10 cm del nivel del suelo y el segundo a unos 3 cm de la base de cada retoño. Esto permitirá que, si no se dejó un pequeño lote para semilla, pueda obtenerse ésta de los rebrotes surgidos después del segundo corte, siempre y cuando aplique un abono completo para estimular la respuesta de la planta a la producción de semilla (Martínez, 2012).

3.6. Manejo postcosecha.

El chipilín, como cualquier otro producto foliar, debe conservarse en lugares frescos, a la sombra. Para su comercialización en mercados locales o muy cercanos al terreno de cultivo debe envolverse en hoja de sal, en papel o en bolsas de nylon. Si el mercado está lejos, el producto debe transportarse empacado en bolsas selladas al vacío y a temperaturas de 5 a 10 grados centígrados. Su consumo debe ser el mismo día de cosecha, en caso de no consumirse de inmediato debe conservarse dentro de bolsas nylon color negro, selladas, en refrigeración o sumergidas en agua. Nuevamente recordamos que las hojas de cualquier planta no deben pasar más de tres días después del corte sin ser consumidas, porque pierden rápidamente sus nutrientes con el tiempo (Martínez, 2012).

2.1.14. bledo *Amaranthus spp*

La plantación de algunas especies de bledo tuvo importancia económica y religiosa entre los pueblos de Mesoamérica y regiones Andina en la época prehistórica. Actualmente es la hortaliza más utilizada en las regiones tropicales y estudios recientes respecto a la calidad nutricional de la semilla, han incrementado su demanda en los países industrializados. Los bledos se conocen como pseudocereales por producir semillas del

tipo de los cereales, su aprovechamiento puede ser integral; hojas, partes tiernas de la planta y granos son comestibles y de sabor agradable. Los residuos vegetales y de semilla pueden utilizarse en alimentación animal y como abono orgánico (Martínez, 2012).

Además de su calidad nutricional, los bledos se consideran excelentes hortalizas porque tienen rápido crecimiento; en clima cálido se obtienen rendimientos de 30 toneladas de materia verde en varios cortes espaciados cada 20 ó 30 días, son menos susceptibles a enfermedades originadas en el suelo, se ajustan a la rotación de cultivos con otras hortalizas, reaccionan favorablemente a los abonos verdes, prosperando bien en tierras abonadas con basura y resisten bien a la falta de agua (Martínez, 2012)

El consumo de hojas tiene un sabor suave mejor que la espinaca y con igual efecto nutritivo; 100 gramos de hoja fresca contienen entre 1.8-25 mg de proteína, 400-800 mg de calcio, 50-80 mg de fósforo y 18-25 mg de hierro, además posee cantidades aceptables nutricionalmente de vitamina C, Betacaroteno y son ricas en el aminoácido lisina, siendo deficiente en aminoácidos (Martínez, 2012)

1. Clasificación Taxonómica

Tabla 4: Clasificación taxonómica del bledo.

Reino	Plantae
Sub-reino	Embryobionta
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub-clase	Caryophyllidae
Orden	Caryophyllales
Familia	Amaranthaceae
Genero	<i>Amaranthus</i>
Especies	<i>Caudatus, cruentus, hybridus, polygonoides, spinosus, scariosus, viridis, dubius, hypochodriacus.</i>

Fuente: Martínez (2012)

Las diferentes especies de bledo existentes pertenecen al género *Amaranthus*, uno de los más grandes dentro de la familia Amaranthaceae. Actualmente se reportan alrededor de 75 especies del género *Amaranthus*, cuyos usos son ornamentales y alimenticios (hojas y semillas), varias constituyen malezas difíciles de erradicar.

2. Características fisiológicas

2.1. El bledo es cultivo de días largos

Debido a la necesidad de mayor intensidad de luz, el bledo es muy sensitivo a los días cortos para florecer, por lo que, al sembrar en los meses de septiembre a febrero, florea en un tiempo de 30 a 40 días sin mucha formación de biomasa y semilla. Un estudio realizado en parcelamiento Caballo blanco, Retalhuleu, Guatemala, mostro que siembras de bledo en el mes de septiembre acortan el periodo de floración de 14 días y producen 86% menos que las siembras de los meses de julio y agosto (Martinez, 2012)

2.2. Latencia relativa de la semilla

Según, Martínez (2012) la semilla de la mayoría de los bledos presenta un tipo de latencia que ocasiona una germinación escalonada y puede presentarse en periodos desde 30 días hasta más de 365 días. Por ello, es ventajoso utilizar semilla de un año de cosechada en siembras comerciales, para obtener un buen porcentaje de germinación.

Algunos métodos de escarificaciones han sido útiles para romper la latencia, entre ellos el preenfriamiento a 20°C por más o menos 10 días, ha sido positivo.

Independientemente de la latencia de la semilla, esta necesita un mínimo de 18°C para geminar y un máximo de 35°C

2.3. Características de crecimiento

El crecimiento del bledo es de tipo logarítmico, diferenciándose distintas etapas. En los primeros 10 a 15 días después de germinación el crecimiento es muy lento (0.18 a 0.25 cm/día), en los siguientes días sigue un crecimiento progresivo hasta alcanzar su más rápido desarrollo entre 35 a 70 días, está en la cual crece a razón de 1.17 a 4.71 cm/día. Este constante crecimiento puede prolongarse a los 90 días para luego empezar a disminuir hasta la época en la cual el 50% de la semilla ha madurado. Se ha observado

que, a los 100 días, la planta aun crece a un ritmo de 0.25 a 0.67 cm/diarios (Martinez, 2012)

3. Tecnología y producción

3.1. Preparación del terreno

Para la siembra de la semilla de bleo, se necesita que la tierra esté suelta pero firme, mecánicamente lo logra con dos pasos de arado y dos de rastra. El laboreo del terreno se hace dependiendo de la intensidad de las lluvias en la región; haga el rayado del suelo para región seca o surcos de 0.25m de alto, en regiones húmedas a 0.20-0.80m. de separación, dependiendo del propósito del cultivo (hoja o semilla). Cuando se hacen surcos se hace un rayado sobre el lomo, en el cual se riega la semilla al chorro (Martinez, 2012).

3.2. Siembra

La mejor época de siembra es en los meses de marzo y abril porque las horas de luz del día son más de 12; puede sembrar hasta el mes de julio o época que aún tenga el día luminoso mayor de 12 horas, pero la nubosidad y el exceso de lluvia en esta época, causan algunos problemas de cultivo. De todas maneras, debe mantenerse con humedad el suelo durante las tres primeras semanas después de la siembra para provocar la germinación (Martinez, 2012).

3.3. Fertilización.

Tomando en cuenta varios estudios realizados para determinar las necesidades nutricionales del bleo, se han encontrado que los rangos de respuesta al Nitrógeno están entre 60-180kg/ha dependiendo de la fertilidad natural del suelo (Martinez, 2012).

3.4. Cosecha.

El aprovechamiento de la hoja se hace entre 20-40 días después de la siembra, el corte se hace a 0.10m del suelo, lo que estimula la regeneración de nuevos brotes que en 10 días producen nuevas hojas. En algunos lugares de Guatemala se acostumbra a arrancar las plantitas con todo y raíz, pero esta práctica solo se aconseja hacerla en el

primero raleo para evitar la competencia entre las plantas que se dejan para la producción de semilla (Martinez, 2012).



Figura 3: Hojas de la planta de blede.

2.1.15. Lombricompost

Se refiere al proceso de descomposición de los residuos orgánicos mediante la actividad de las lombrices de tierra. Las más empleadas son: *Eisenia andrei* o lombriz tigre, *Eisenia foetida* o lombriz roja californiana y *Eudrilous eugeniae* o roja africana (Larco , 2004).

El cultivo de lombrices es una alternativa que tiene varias finalidades entre las que se pueden mencionar la producción de materia orgánica, rica en nutrientes y en microorganismos que mejoran la fertilidad del suelo y por lo tanto mejora la productividad de las plantas (INCAP, s.f.).

El humus es un abono de alta calidad comprobado en diferentes cultivos como: hortalizas, café y frutales.

2.1.16. Exudado de lombrices

La lombricultura es una biotecnología que utiliza a la lombriz roja californiana para reciclar todo tipo de materia orgánica transformándola en humus. Ayuda al hombre a

reciclar los restos de la mayoría de las materias orgánicas que produce tanto de origen animal como doméstico, poniendo a su disposición un producto totalmente ecológico y reconocido como ideal para el alimento de cualquier clase de plantas y germinación de semillas. Es un producto 100% orgánico que se origina en el proceso de producción del humus por la acción de la lombriz de tierra (*Eisenia foetida*), conocida como “roja californiana”

De acuerdo con Pérez (2015) citando a Pimentel, 2004 el líquido de lombriz es captado del escurrimiento que se genera al regar las camas de siembra de lombrices, dado que su hábitat debe tener una humedad alrededor del 85% y cuando se aplican los riegos, parte del agua se escurre arrastrando consigo humus y minerales además de otros compuestos, cuando se recogen en una pileta o tambo a la orilla de la cama.

1. Funciones del lixiviado

- Estimula el crecimiento radicular lo que permite la eficiente toma de agua y nutrientes, muestra alto contenido de ácidos húmicos y fúlvicos que propicia la formación de quelatos con sus propios nutrientes, aumenta la resistencia de la planta a plagas enfermedades y favorece la absorción radicular (Pérez, 2015). De acuerdo con (INIFAP, 2022) el exudado:
- Aumenta la biomasa de microflora y microfauna presentes en los suelos agrícolas.
- Estimula el desarrollo, crecimiento, madurez y salud radicular.
- Mantiene y retiene la humedad en el suelo por más tiempo
- Reduce la conductividad de los suelos salinos a través del agrupamiento de arcillas.
- Balancea y corrige el pH en suelos ácidos (lo nivela entre 6.5 y 7.8).
- Promueve, aumenta y equilibra el desarrollo de hongos benéficos presentes en el suelo. Aumenta la producción de los cultivos agrícolas por efecto de la materia orgánica contenida en el.
- Disminuye la actividad de áfidos y otros parásitos dañinos para el cultivo, en la rizosfera ayuda a reducir la contaminación de los suelos por el uso indiscriminado de insumos químicos.

- Es rápidamente asimilado por la raíz y por las estomas en la filósfera.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- Estimula la capacidad de retención de humedad.
- Estimula la bioactividad la contener microorganismos benéficos del suelo en altas concentraciones, creando un medio antagónico para algunos patógenos.
- Neutraliza sustancias toxicas como restos de herbicidas e insecticidas.
- Solubiliza elementos nutritivos, poniéndolos en condiciones de ser aprovechables para las plantas gracias a las enzimas que incorpora y sin las cuales no sería posibles ninguna reacción bioquímica.
- Controla el dumping off o mal de los almácigos, su pH cercano a 7 y su actividad microbiana evitan que exista un medio óptimo para el desarrollo de los hongos patógenos.

2. Tabla comparativa de los componentes nutrimentales

Ambas fuentes (sólida y líquida) son productos generados por la acción de lombrices y transformación de la mezcla de residuos de origen vegetal.

Tabla 5: Comparación de los dos abonos orgánicos.

Componentes fisicoquímicos	Lombricomposta	Lixiviado
pH	6.5-7	6.5-7.5
Textura	Franca arenosa	Líquida
Capacidad de Intercambio Catiónico	52.5%	50%
Conductividad eléctrica	5.4	1.158
Humedad	30-60%	-
Materia orgánica	12-20%	0.2%-0.7%
Estructura	Granular agregada	7
Densidad aparente	1.2-2.4 gr/cc	1.0496 kg/L
Nitrógeno total	1.5-2.5%	1.8-2.3%
Fosforo total	1.075 ppm	0.13-0.35%
Potasio Total	6.28 meq/100g	0.3-0.7%
Calcio	25.01 meq/100g	480 mg/L

Hierro	146.64 ppm	24-100 ppm
Zinc	39.68 ppm	3-10 ppm
Magnesio	21.35 meq/100g	90 mg/L
Manganeso	74.96 ppm	-
Boro	1.28 ppm	-
Cobre	5.4 ppm	1.3 ppm

Fuente: Girón (2005), citando a New Biotec.

2.2. Marco referencial

2.2.1. Población

Se estima que para el año 2023 el municipio de Santo Domingo Suchitepéquez, Suchitepéquez tendrá 50,717 personas (INE, 2016).

2.2.2. Suelos

En el municipio, predomina la pendiente y litoral del Pacífico, clasificados de la siguiente manera: corresponde al declive del pacífico del subgrupo B, el IIB, se caracterizan por ser suelos profundos desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro, en relieve inclinado; están los suelos Chicolá y Suchitepéquez, superficiales friables, es más del 4% y no es pedregoso (Aguilar, 2012).

2.2.3. Temperatura

Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 19°C a 34°C y rara vez baja a menos de 17°C o sube a más de 35°C (Weather Spark, 2023)

2.2.4. Precipitaciones

Se reporta anualmente alrededor de 3021 milímetros de precipitación pluvial (Cos, 2020).

2.2.5. Altitud

El municipio se encuentra en una altitud media de 371 msnm (Chip, 2010).

2.2.6. Ubicación geográfica

El área experimental se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas latitud 14°29'26.88"N y longitud 91°29'17.11"O. Estos datos fueron encontrados con la ayuda de una APP digital con GPS.

2.2.7. Localización

El área experimental se encuentra ubicada a 6 km del municipio de Mazatenango del departamento de Suchitepéquez por la SCH-05.



Figura 4: Ubicación geográfica del área experimental.

2.2.8. Estudios realizados en huertos verticales

1. *Evaluación de cuatro hortalizas (tomate, cebolla, lechuga y acelga) bajo tres sistemas de agricultura ecológica (mandalas, tablonos y verticales), Santo Tomás la unión, Suchitepéquez.*

En el municipio de Santo Tomás La Unión se encuentra en una zona de vida con condiciones climáticas propicias para el desarrollo de diversas especies, sumado a ello la crisis económica actual, necesidades de autoconsumo y alimentarse sanamente, impulsa a buscar estrategias rentables y orgánicas de cultivar, por lo que la siguiente investigación evalúa el rendimiento de cuatro hortalizas bajo tres sistemas de agricultura ecológica. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DBA), con 12 tratamientos y cuatro repeticiones para un total de 48 unidades experimentales.

La variable de respuesta fue, rendimiento en kilogramos por sistema. De acuerdo con los resultados obtenidos, los mejores rendimientos corresponden al sistema mándala, seguido del sistema tablón y por último del sistema vertical. En el cultivo de tomate se obtuvo una media de 6.82 kg por sistema, en el cultivo de acelga 2.01 kg, en el cultivo de cebolla 0.88 kg y por último en el cultivo de lechuga 1.06 kg por sistema, empero, no quedan exentos el sistema tablón y vertical, ya que fueron productivos solo que, a menor escala, esto debido al área de siembra, pero que se adaptan muy bien a los espacios reducidos. En el rendimiento de biomasa se obtuvo diferencias significativas ya que el sistema mándala apelo mejores resultados con una media de producción de 0.16 kg de acelga y 0.07 kg de lechuga por sistema. El sistema vertical fue el segundo mejor tratamiento junto al sistema tablón ya que ambos tuvieron una media de producción de 0.5 kg/sistema de lechuga, en el cultivo de acelga el sistema vertical fue el segundo mejor tratamiento con una media de 0.10 kg/sistema, seguida por el sistema tablón con 0.07 kg/sistema. Los tres sistemas son rentables, ya que la utilidad total de producción es mayor al costo de producción, sin embargo, hay que considerar que no solo económicamente se obtienen beneficios, sino en calidad de alimentos, sanos y nutritivos, libre de químicos, presentado una oportunidad de ser resilientes (Xum, 2021).



Figura 5: Huertos evaluados en la investigación.

2. Cultivo de tres especies aromáticas en un huerto vertical con dos abonos orgánicos.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar el efecto de dos abonos orgánicos (lombricomposta y bocashi) en el rendimiento de tres especies aromáticas y medicinales, en un sistema de huerto vertical, con el fin de generar un modelo de manejo para hogares ciudadanos con espacios reducidos.

La albahaca fue funcional en el sistema de producción vertical, obteniendo el mayor rendimiento al aplicar bocashi; de la misma manera, el cebollín se ajustó al sistema de producción vertical, creciendo mejor con lombricomposta que con los otros tratamientos (Ramos-González y otros, 2019).



Figura 6: Muro de albahaca, orégano y cebollín.

3. Producción de acelga (Beta vulgaris) en sistema vertical a diferentes distancias en ambiente protegido

La investigación se desarrolló en un invernadero de la localidad Alto Chijini que se encuentra situado en la ciudad de El Alto. Se evaluaron cuatro tratamientos, compuesto por la distancia entre plantas de 10 cm (T2), 20 cm (T3), 30 cm (T4) en un sistema vertical y sistema horizontal (T1), estos tratamientos fueron dispuestos bajo un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron la altura de planta, longitud de la hoja, longitud del peciolo, número de hojas y el rendimiento de materia verde y seca. En todas las variables evaluadas se tuvo mejores resultados con el T1 y T4, concluyéndose que, de acuerdo con las diferentes distancias entre plantas en

un sistema vertical, la distancia que se recomienda en el cultivo de acelga (variedad Fordhook Giant) para un ambiente protegido es 30 cm (Candia & Quiroga, 2018).



Figura 7: Vista de la producción de acelga en el sistema vertical.

4. Agricultura urbana vertical orgánica en la ciudad de Arequipa

Para este estudio se utilizaron dos diseños de huertos verticales de PVC: el primero consiste en un tubo de 1.6 m de largo con pestañas de apertura de 7*3 cm con una distancia de apertura de 16 cm. El segundo diseño es un tubo de 1.6 m de largo, con perforaciones circulares de una dimensión de 5 cm haciendo de forma equidistantes, obteniendo un total de 40 aperturas; permitiendo producir 40 plantas de lechuga o cualquier otra hortaliza. El sustrato que se utiliza fue orgánico, con una mezcla de 1 unidad de humus de lombriz y 1 unidad de piedra pómez (5mm), permitiendo tener un menor peso. El humus de lombriz se caracteriza por ser rico en minerales, flora y fauna, estimulantes para el desarrollo y crecimiento de las plantas orgánicas.

En la producción urbana de forma vertical se produjeron 236 lechugas en un área de 6 metros cuadrados, en comparación del sistema de producción tradicional de forma orgánica se produce 54 lechugas, en el suelo con un sistema de riego a gravedad. Es

evidente que se tiene una producción mayor de 182 lechugas, permitiendo abastecer a los consumidores (Martínez, 2017).



Figura 8: Vista panorámica de los tubos instalados con las lechugas de la variedad Bohemia.

5. Producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Y acelga (*Beta vulgaris* L. Var. Cicla) bajo un sistema de jardines verticales

Tejada (2022) en su estudio indica que esta tesis propone desarrollar un estudio y evaluación sobre la producción y comportamiento de dos hortalizas de hoja, como la lechuga y acelga, en un jardín vertical. El objetivo de esta tesis fue obtener el mejor sustrato y tipo de fertilización para el cultivo de acelga y lechuga bajo un sistema de jardín vertical.

Los sustratos utilizados fueron una mezcla comercial (S1: 30% perlita + 50% musgo + 20% humus) y dos mezclas con insumos alternativos (S2: 10% biochar + 20 % viruta + 20% cascarilla de arroz + 30% musgo + 20 % humus, S3: 20 % biochar + 20% viruta + 10% cascarilla de arroz + 30% musgo + 20% humus). Además, se aplicaron 3 tipos de fertilización (F1: sin fertilizantes, F2: orgánica y F3: inorgánica). El trabajo se realizó con un diseño de bloques al azar con arreglo factorial, teniendo 3 bloques, 2 factores (sustratos y tipos de fertilización). Generando 9 tratamientos (T1=S1F1, T2=S1F2,

T3=S1F3, T4=S2F1, T5=S2F2, T6=S2F3, T7=S3F1, T8=S3F2 y T9=S3F3) con 5 unidades experimentales, el bloqueo se hizo con respecto a la altura y su correlación con la velocidad del viento. Para la comparación de medias entre los tratamientos, se utilizó la prueba de tukey con un nivel de significancia de 0.01.

Para ambos cultivos, los tratamientos que recibieron una fertilización química presentaron mejores resultados (T3, T6 y T9). Sin embargo, el tratamiento T9 presentó un mejor promedio de longitud de hoja en el cultivo de acelga y con el tratamiento T3 se obtuvo mejor promedio de número de hojas en la lechuga (Tejada, 2022).



Figura 9: Vista general del jardín vertical.

III. OBJETIVOS

4.1. General

Evaluar dos diseños de huertos verticales y dos fertilizantes orgánicos para la producción de hierba mora *Solanum nigrescens*, chipilín *Crotolaria longirostrata* y bleo *Amaranthus spp.* en el municipio de Santo Domingo, Suchitepéquez.

4.2. Específicos

1. Determinar el rendimiento de hierba mora *Solanum nigrescens*, chipilín *Crotolaria longirostrata* y bleo *Amaranthus spp* en dos diseños de huertos verticales y dos fertilizantes orgánicos.
2. Calcular la biomasa seca de las especies evaluadas.
3. Establecer una estimación de costos de producción en la implementación de dos diseños de huertos verticales.

IV. HIPOTESIS

4.1. Hipótesis alternativa

Ha1. Existe diferencia en el uso de dos diseños de huertos verticales para producción de hierba mora, chipilín y bleado.

Ha2. Existe diferencia en el uso de dos sustratos orgánicos para la producción de hierba mora, chipilín y bleado.

Ha3. Existe diferencia en la interacción de dos diseños de huertos verticales y dos sustratos para producción de hierba mora, chipilín y bleado.

4.2. Hipótesis nula (Ha)

Ho1. No existe diferencia en el uso de dos diseños de huertos verticales para producción de hierba mora, chipilín y bleado.

Ho2. No existe diferencia en el uso de dos sustratos orgánicos para la producción de hierba mora, chipilín y bleado.

Ho3. No existe diferencia en la interacción de dos diseños de huertos verticales y dos sustratos para producción de hierba mora, chipilín y bleado.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Materiales

Para la implementación del estudio se utilizaron los siguientes recursos:

5.1.1. Recurso humano

- EPS

5.1.2. Recurso Físico

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| • Tarimas | • Vehículo |
| • Ménsulas | • Combustible |
| • Cajas de tomate | • Suelo |
| • cubetas | • Computadora |
| • Cinta Métrica | • Libreta de campo |
| • Balanza | • Lápiz |
| • Azadón | • Termómetro digital |
| • Pala | • Termómetro ambiental |
| • Pilonos | • Biocarbón |
| • Lixiviado de lombrices | • Exudado de lombrices |
| • Lombricomposta | |

5.2.3. Recurso Financiero

Estipendio proporcionado por ICC

5.2. Metodología

Para alcanzar los tres objetivos planteados (ver pág. 30), se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo bifactorial combinatorio con seis tratamientos y cuatro repeticiones, siendo, los tratamientos compuestos por una estructura evaluada. En los siguientes incisos se detallan los factores aplicados y los tratamientos compuestos por estos.

5.2.1. Diseño experimental

El estudio se analizó con un diseño experimental de bloques al azar con un arreglo bifactorial combinatorio, los factores evaluados fueron: dos diseños estructurales de huertos verticales (diseño de cajas y cubetas) y dos tipos de materiales orgánicos

(lixiviado y lombricomposta) para tres especies de hortalizas de consumo de hojas (hierba mora *Solanum nigrum* y chipilín *Crotolaria longirostrata* y bledo *Amaranthus spp.*)

5.2.2. Material experimental

Se utilizaron tres especies de plantas de consumo de hojas: hierba mora *Solanum nigrum*, chipilín *Crotolaria longirostrata* y bledo *Amaranthus spp.*

Factor A: Las dos estructuras son dos diseños de huertos verticales:

Factor B: Sustratos se evaluaron con dos elementos suelo y materia orgánica, el suelo obtenido será del área de la evaluación; los materiales orgánicos que se usaron en la evaluación son: lixiviado y la lombricomposta.

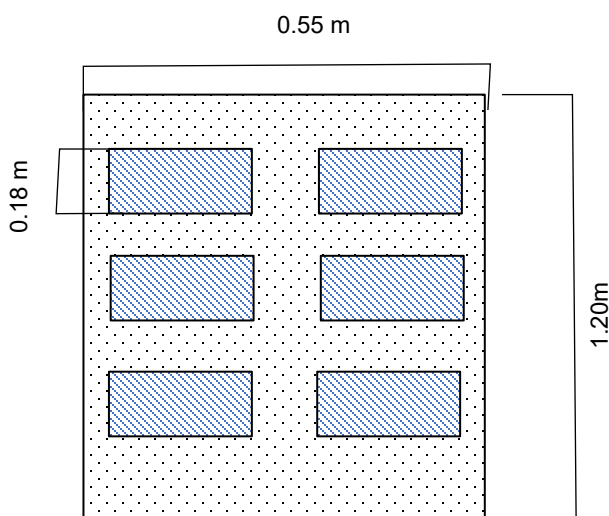


Figura 10: Diseño de cajas horizontales.

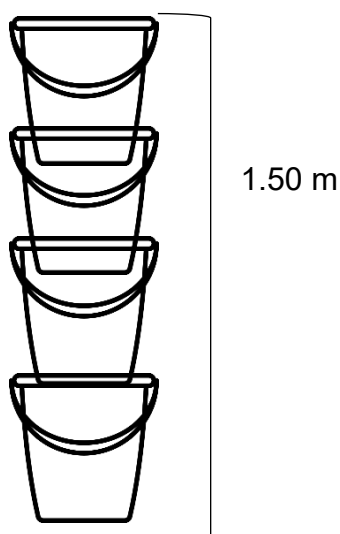


Figura 11: Diseño de cubetas.

El diseño de cajas se conformó por cajas de tomate con cubierta de nylon negro para sostener el sustrato. Ménsulas con medidas de 12*14 pulgadas que se usaron para darle soporte a las cajas. La altura de la tarima fue de 1.20 m aproximadamente. Se establecieron cuatro plantas por caja.

En el diseño de cubetas, se contemplaron el uso de 4 para una altura de 1.50 m, los agujeros (con un diámetro aproximado de 6cm) para establecer las plantas estuvieron vinculados al volumen que tuvo cada cubeta (19 l) y la especie que se manejó. Usando en cada cubeta 6 plantas.



Figura 13: Diseño de cajas horizontales.



Figura 12: Diseño de cubetas.



Figura 14: Siembra convencional.

5.2.3. Croquis de campo

Figura 15: Aleatorización de los tratamientos.



En el esquema anterior se observa la forma de aleatorización de los tratamientos a nivel de campo, la investigación estuvo constituida por cuatro repeticiones y se muestra que los tratamientos de coloración amarilla representan al diseño de cajas, el verde a los diseños de cubetas y el color naranja a los huertos superficiales. El tratamiento 5 y 6 serán ubicados al final del bloque para poder tener un mejor control de estos a nivel de suelo y que no tengan ningún inconveniente si alguna estructura lograra caerse. Cabe destacar que las especies se evaluarán de forma individual, al ser organismos de diferentes especies no pueden compararse.

Esta misma forma de ordenamiento y aleatorización de los tratamientos se realizaron para cada una de las especies que se evaluaron.

5.2.4. Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + A_i B_j + y_k + \varepsilon_{ijk}$$

$I = 1, 2, \dots, a$
 $j = 1, 2, \dots, b$
 $K = 1, 2, \dots, c$

}

Donde:

Y_{ijk} = observación de la variable respuesta obtenida con el i-ésimo nivel de A, el j-ésimo nivel de B y la repetición k-ésima.

μ = Media general

A_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A.

B_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B

C_k = efecto del k-ésimo nivel del factor C

$A_i B_j$ = Efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor A con el j-ésimo nivel del factor B

ε_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk - ésima unidad experimental.

5.2.5. Tratamientos

Tabla 6: Factores evaluados y sus niveles.

Factor	Niveles
A	A1 Cajas horizontales
	A2 cubetas
	A3 Convencional al suelo (m ²)
B	B1 Lixiviado
	B2 Lombricomposta

En el cuadro anterior se muestran los factores que se evaluaron, siendo: el factor A los diseños de huertos; A1, es el diseño de cajas horizontales; A2 es el huerto compuesto por cubetas de 19 litros y A3 es un huerto convencional a nivel de suelo o un huerto horizontal que servirá como comparador, tendrá 1 m² de área cada tratamiento de este nivel.

Tabla 7: Ordenamiento de los tratamientos evaluados.

Factores de estudio	Tratamientos	Descripción
Factor A: Diseño de huertos		
A1: Diseño de cajas (D1)	T1: A1B1	Diseño Cajas + Lombricomposta
A2: Diseño de cubetas (D2)	T2: A1B2	Diseño Cajas + Lixiviado
A3: Convencional (D3)	T3: A2B1	Diseño cubetas + Lombricomposta
Factor B: Materia orgánica.	T4: A2B2	Diseño cubetas + Lixiviado
B1: Lombricomposta (M1)	T5: A3B1	Convencional + Lombricomposta
B2: Lixiviado (M2)	T6: A3B2	Convencional + Lixiviado

En el cuadro anterior se muestran los tratamientos y sus niveles combinados, se evaluaron seis tratamientos.

5.2.6. Determinación del rendimiento de hierba mora *Solanum nigrescens*, chipilín *Crotolaria longirostrata* y bleo *Amaranthus* spp en dos diseños de huertos verticales y dos fertilizantes orgánicos,

Esta actividad se realizó de la misma forma en los tres cultivos estudiados en la investigación.

1. Descripción

De acuerdo con Martínez, (2012), las tres especies usadas fueron cosechadas entre 30 a 45 días después de la siembra, haciendo cada corte a cada 15 días. Cosechando con cuatro a cinco cortes de acuerdo con el rendimiento que se tenga, dejando brotes inmaduros para que sean cortados la siguiente cosecha.

El corte o cosecha se realizó 30 días después de la siembra, cuando las plantas presentaban una altura aproximada de 40 cm. Con la ayuda de tijeras en el primer corte se cortaron los tallos a una altura de 10 cm sobre el suelo. Los siguientes cortes se hicieron entre 30 a 25 días después del corte anterior. Se debe aclarar que para el chipilín se hicieron cinco cortes y los otros dos cultivos (hierba mora y bleo) solamente tres.

2. Elaboración de mezclas de sustratos

Los sustratos se compusieron principalmente por suelo y material orgánico, con una proporción de 3:1 siendo tres volúmenes de suelo por un volumen de materia orgánica.

Se utilizó nylon negro para mezclar los materiales del sustrato, posterior a eso la mezcla obtenida se ubicará dentro de los diseños de huertos verticales. Para su posicionamiento en el campo en cada parcela experimental.

3. Siembra

Posterior a la instalación de las estructuras se establecieron en su ubicación y aleatorizadas en las estructuras del diseño 1 de cajas se establecerán 4 plantas por caja. Siendo un total de 24 plantas por tratamientos.

Para el diseño 2 de cubetas se establecerán 6 plantas por estructura, representando a la unidad experimental. Siendo un total de 24 plantas

En el huerto horizontal de 1 metro cuadra se estandarizó una sola cantidad de plantas por unidad experimental, evaluando un total de 25 plantas. Esto para que pudieran compararse los diseños.

4. Monitoreo poblacional y resiembra

Con la finalidad de mantener una población uniforme se realizaron monitoreos posteriores a 10 días después de la siembra para poder identificar áreas donde no se cuenten con plantas y sembrar nuevas para que no ocurriera un sesgo en la recolección de datos.

5. Fertilización

La fertilización que se aplicó fue el lixiviado de lombrices para mantener el estudio siempre en la línea de lo orgánico. Con una dosis de 3 litro de exudado en 20 litros de agua (Santiago, 2016).

6. Riegos

El riego se realizó a cada dos días durante las mañanas, aplicando el agua directa desde la parte posterior de la estructura. La aplicación se realizará con un aspersor para que el agua no caiga de forma abrupta sobre el sustrato y las plantas. Esto durante todo el ciclo del cultivo.

7. Control de malezas

El control de malezas se hizo de acuerdo con los recorridos que se tuvieran dentro del área experimental, eliminando plantas arvenses que ocasionen competencia a las plantas.

8. Control de plagas y enfermedades

Se realizaron muestreos también para poder determinar la incidencia y presencia que se tenga dentro de la plantación y tomar decisiones pertinentes para aplicaciones.



Figura 16: Forma de realización de corte.

9. Variables

Peso fresco de la planta por unidad de área y estructura evaluada en g/m^2 , para luego transformarlo en kg/ha .

Luego de realizados los cortes se colocaban los tallos extraídos y se colocaban en la balanza para determinar el peso de estos. Se hizo un corte a nivel general en cada una de las estructuras usadas. La variable usada en esta actividad es el peso fresco de cada una de las plantas evaluadas.

10. Análisis de las variables

Posterior a la colecta de los datos frescos se tabularon estos dentro de una hoja electrónica del software Excel. Luego de esta tabulación se procedió a realizar un Análisis de varianza (ANDEVA) que se realizó en el software Infostat.

1. Cálculo de la biomasa seca de las especies evaluadas Descripción

Al medir la biomasa seca, se pueden comparar diferentes especies de plantas o tratamientos (por ejemplo, diferentes niveles de fertilización). Esto permite evaluar cuál es más eficiente en términos de producción de biomasa.

Esta actividad se realizó en la primera cosecha de cada uno de los cultivos, tomando una muestra de cada estructura evaluada.

2. Variables

Se tomó una muestra de 100g de cada estructura evaluada, tratando de tomar un poco de cada cubeta y cajas. Luego de pesarlas se pasaron a colocarlas dentro de una bolsa de papel y a esta se le hicieron agujeros para la evacuación de la humedad de las plantas. Después del embolsado y etiquetado de las muestras estas fueron llevadas al horno del laboratorio de química del CUNSUROC, siendo sometidas a una temperatura de 65°C durante 24 horas para secado.



Figura 17: Muestras colocadas en el horno.

3. Modo de Análisis

Después de realizado el secado se pusieron las muestras nuevamente en la balanza para obtener el peso seco de esta misma. Con estos datos ya obtenidos se colocaron en la fórmula para poder tener el porcentaje de materia seca.

$$\%materia\ seca = \left(\frac{peso\ seco}{peso\ húmedo} \right) * 100$$

Para el análisis de varianza no se podían usar datos de porcentaje de humedad, por lo tanto, se utilizó la siguiente fórmula para transformar los datos en porcentaje a datos de peso.

$$gramos = \%de\ materia\ seca(Arcoseno(X^{0.5}))$$

En donde “X” es igual al porcentaje de materia seca obtenida de las muestras evaluadas. Luego de esta transformación de datos se realizó un análisis de varianza en el software Infostat.

5.2.7. Establecimiento de los costos de producción en la implementación de dos diseños de huertos verticales.

1. Descripción

Este análisis de costos de producción está dirigido específicamente a lo cosechado en cada corte que se realizó durante todo el ciclo del cultivo. Se realizaron los cortes y se procedió a venderlo de acuerdo con especificaciones del mercado.

2. Variables

Antes de realizar los cortes se realizó un barrido dentro del mercado para poder obtener información de la forma de venta de estos cultivos, demostrando que estos se venden por manojos a un precio de Q5.00.

3. Modo de análisis

Se pesaron los manojos para poder transformarlo al peso que se obtenía en cada corte de las estructuras. Con la formula siguiente se obtuvo la información de ganancias que se obtuvieron en las cinco cosechas del chipilín, y las tres cosechas para hierba mora y bleo.

$$\text{Ganancias} = \text{Total de cosechas} - \text{Gastos por estructura}$$

VI. RESULTADOS Y SU DISCUSION

6.1. Determinar el rendimiento de hierba mora *Solanum nigrescens*, chipilín *Crotalaria longirostrata* y bledo *Amaranthus spp* en dos diseños de huertos verticales y dos fertilizantes orgánicos.

6.1.1. Rendimiento en kg/ha del cultivo de chipilín

Para la evaluación de estos factores se utilizaron dos variables respuesta, peso fresco del rendimiento (kg/ha) y la biomasa seca (kg).

Tabla 8: Resultado promedio del rendimiento de chipilín.

No	T	Rendimiento (kg/ha)	Peso fresco
		Tratamiento	
1	T1	D1M1 (cajas + lombricomposta)	23,250.00
2	T2	D1M2 (cajas + lixiviado)	34,475.00
3	T3	D2M1 (cubetas + lombricomposta)	25,472.50
4	T4	D2M2 (cubetas + lixiviado)	38,695.00
5	T5	D3M1 (convencional + lombricomposta)	27837.50
6	T6	D3M2 (convencional + lixiviado)	26760.00

D1 (diseño de cajas), D2 (diseño de cubetas), D3 (diseño convencional)

M1 (Lombricomposta), M2 (lixiviado)

En la tabla anterior se presentan los rendimientos obtenidos en cinco cosechas realizadas durante el ciclo del cultivo. El análisis se presenta en la figura 18.

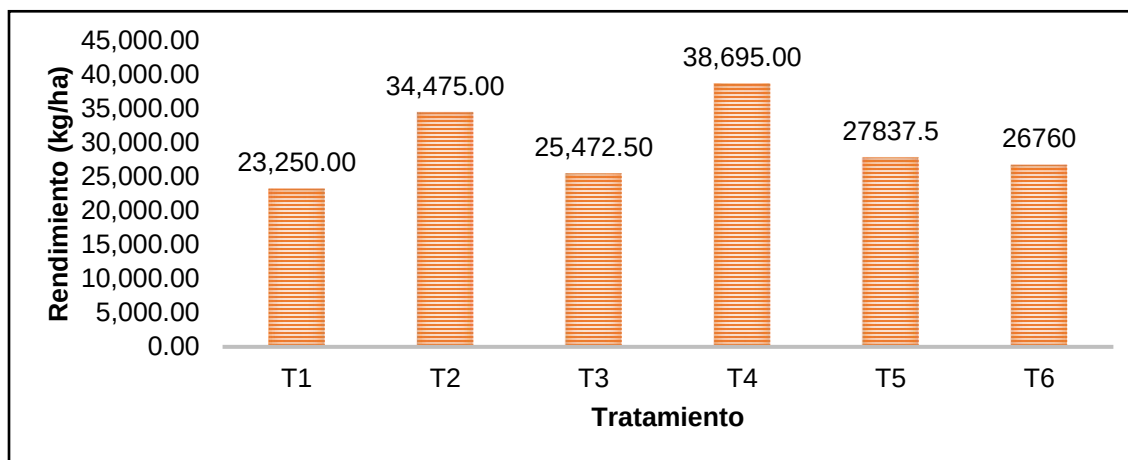


Figura 18: Rendimiento promedio en cinco cosechas del cultivo de chipilín.

Se muestra el rendimiento promedio en kilogramos por hectárea que mantuvieron los tratamientos evaluados en cinco cosechas realizadas. La primera cosecha se desarrolló

a los 30 días después de la siembra (dds), la segunda a los 60 dds, la tercera a los 85 dds, la cuarta a los 115 dds y la última a los 145 dds.

En dicha figura se comparan lo producido en cada tratamiento determinando que, el tratamiento 4 (combinación de producción en cubetas en combinación de sustrato de lombricomposta) obtuvo una producción de 38,695 kg/ha, el tratamiento 2 por otro lado, produjo un total de 34,475 kg/ha reduciéndose aproximadamente en 11% respecto al tratamiento anterior. Los tratamientos 6 y 5 con una producción de 26,760 kg/ha y 27,837.50 kg/ha respectivamente.

Se observa una notoria diferencia entre los rendimientos de los tratamientos, los que presentaron una mayor acumulación de biomasa fresca fueron los que se evaluaron el sustrato de lombricomposta (T4 y T2).

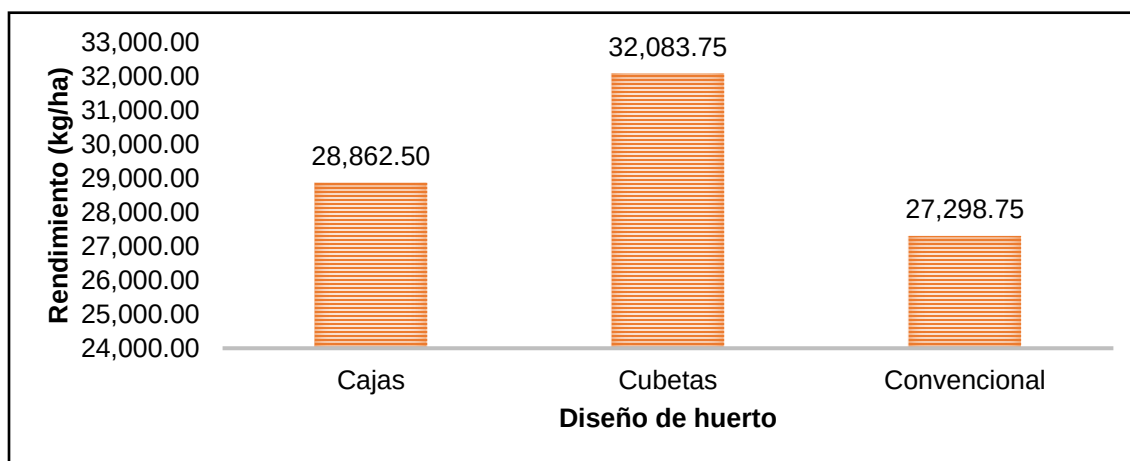


Figura 19: Comparación de los diseños usados y el rendimiento promedio obtenido para el cultivo de chipilín.

El tipo de diseño utilizado influye directamente en la producción, esto se muestra en el grafico anterior indicando que, el diseño de cubetas en cinco cosechas realizadas colectó un total de 32,083.75 kg/ha de biomasa fresca siendo un incremento de 10% respecto al diseño de cajas con una producción total obtenida de 28,862.50 kg/ha y un aumento de 16% respecto a lo producido en lo establecido a nivel de suelo con 27,298.75 kg.

Se tiene que mencionar que las dos estructuras de huertos verticales no tienen el mismo volumen de suelo, en las cubetas se cuenta con 19 litros y para las cajas se cuenta con aproximadamente 30 litros de sustrato, sin embargo, esta característica no influyó en la

acumulación de materia fresca. Por otro lado, se tiene que mencionar que puede notarse una diferencia en la temperatura externa respecto a la interna (ver tabla 30). Se observa que los tratamientos evaluados con cubetas mantuvieron una temperatura interna entre 35 y 36 grados aproximadamente, en comparación con las de cajas que se balancearon entre 31.5 y 32.5°C. Se debe mencionar que un aumento en la temperatura puede hacer que exista un incremento en la división celular haciendo que el desarrollo de follaje aumente, provocando por lo tanto un incremento en el rendimiento en el diseño de cubetas. Se puede también indicar que debido a ese aumento en la temperatura hace que el agua dentro del sustrato se evapore y provoque estrés en las plantas o también hacer que los nutrientes no estén disponibles por la falta de materia orgánica o microorganismos.

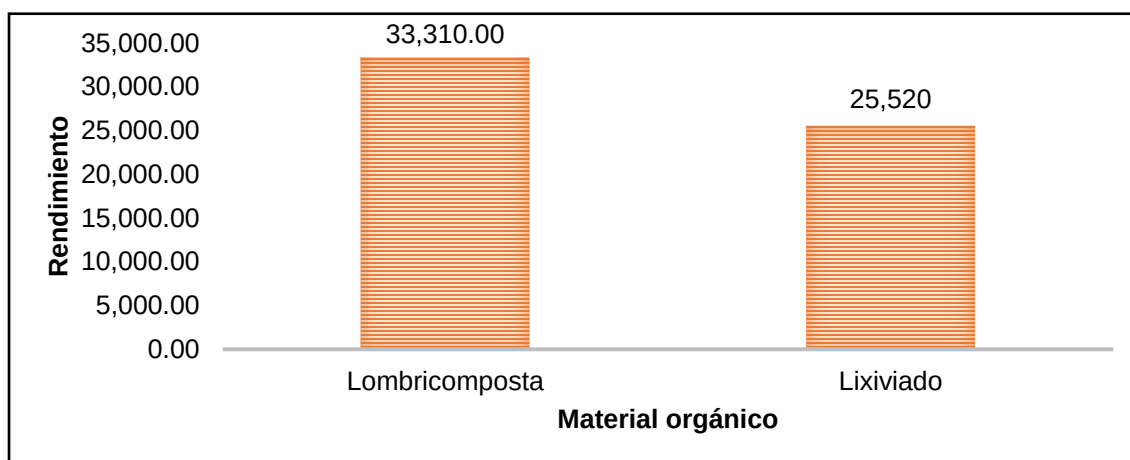


Figura 20: Comparación de las fuentes de fertilización y el rendimiento en el cultivo de chipilín.

Se muestra el total producido en todos los diseños evaluados, comparando las dos formas de aplicar el abono orgánico. Con la lombricomposta se colectó 33,310 kg/ha, la lombricomposta es un material sólido poroso que puede mantener sus propiedades por mucho mayor tiempo dentro del sustrato usado, caso contrario al lixiviado o exudado que puede ser absorbido con mayor facilidad por las raíces u hojas de acuerdo con cómo se aplique siendo usado en una estructura limitada de espacio al ser líquida puede evaporarse con mayor facilidad perdiendo sus características y eso puede verse en la

figura anterior indicando que, el lixiviado tuvo una disminución del 20% en la producción colectando 25,520 kg/ha de biomasa fresca.

Se debe mencionar que algunas de las características que presentaron los sustratos es el tiempo de retención de humedad, en cuanto a la lombricomposta se cuantificaron hasta tres días después del último riego aplicado, sin embargo, el lixiviado tuvo un tiempo de 1.5 días, esto se verificaba en el marchitamiento de la planta. Esto puede deberse a la cantidad materia orgánica que tienen las fuentes usadas; la lombricomposta como se indica en la tabla 6 contiene entre 12 a 20%, mientras que el lixiviado tiene entre 0.2 a 0.7% de materia orgánica. Como lo indica (Berumen , 2021), los materiales orgánicos agregados al suelo incrementan la capacidad de retención de humedad en el mismo, esto de acuerdo con la cantidad proporcional aplicada.

La proporción de materia orgánica indicada para cada uno de los materiales usados influye directamente en la producción de biomasa fresca, el incremento de materia orgánica en el sustrato usado no solo beneficia en la retención de humedad, sino, que también en la salud del suelo. Al generar mayor presencia de microorganismos que nos generan mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo.

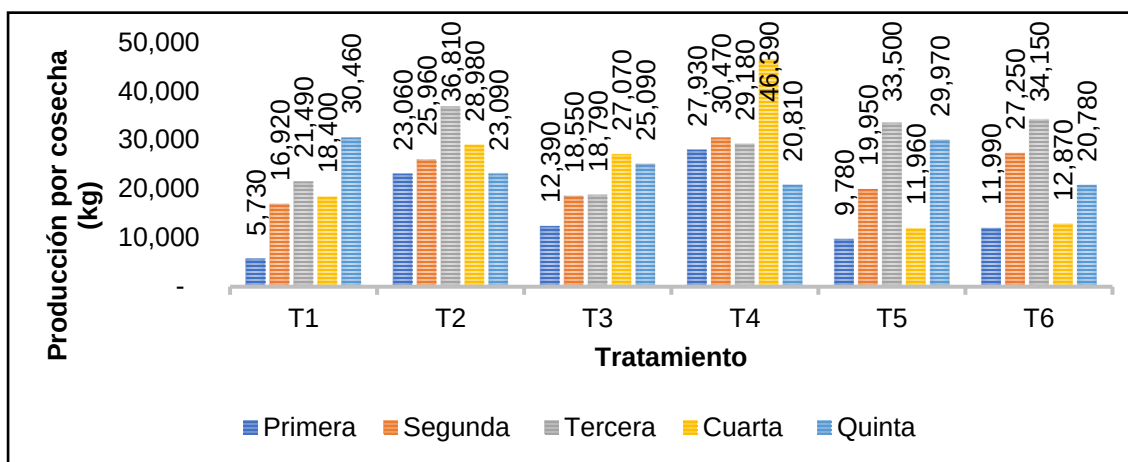


Figura 21: Producción acumulada por cosecha del cultivo de chipilín.

Se muestran los resultados de cada una de las cosechas que fueron realizadas durante el manejo del cultivo.

En la primera cosecha el tratamiento con mayor rendimiento es T4 estructurada con cubetas y lombricomposta, obteniendo 27,930 kg; el tratamiento con el segundo

rendimiento es el T2 con 23,060 kg/ha esta estructura es de cajas con sustrato de lombricomposta. Se puede notar que el T3 mantuvo su rendimiento en 12,390 kg siendo una estructura de cubetas y lixiviado de lombrices. En la segunda cosecha se muestra el T4 con el mayor rendimiento obtenido con 30470 kg; para esta fecha de corte se pudo notar un aumento en el rendimiento de las siembras convencionales tal es el caso del T6 con 27,250 kg. El T2 mantuvo un rendimiento de 25,960 kg. En la tercera cosecha se muestra que el T2 mantuvo un rendimiento de 36,810 kg, se puede notar también que los tratamientos T5 con 33,500 kg y T6 con 34,150 kg mantuvieron un aumento considerable respecto a la segunda cosecha. En la cuarta cosecha el tratamiento que colectó mayor biomasa fresca es el T4 con 46,390 kg, el T2 consiguió obtener 28,980 kg.

La lectura de la gráfica indica que los tratamientos evaluados con lombricomposta (T2, T4 y T6) tienen una disminución en su rendimiento a partir de la cuarta cosecha, teniendo su pico de mayor producción durante la tercera. Caso contrario a lo evidenciado con los tratamientos a los que se le aplicó el lixiviado (T1, T3 y T5), se puede observar que cada corte puede ser mayor que el anterior. Esto puede deberse a que en el lixiviado se aplicó de forma periódica porque cuando se realizaron los riegos este se drenaba por los agujeros que se hicieron en las estructuras.

La diferencia entre las dos estructuras verticales puede deberse a la intensidad de sol que pueda obtener cada una de estas, debido a que las cubetas tienen mayor tiempo de exposición a la luz solar, al ser de forma circular y también por efecto de la temperatura hace que este diseño genere mayor cantidad de materia fresca. Por otro lado, las estructuras de cajas al ser empleadas en niveles las cajas y plantas que tienen mayor exposición son las de la caja superior, impidiendo así un buen desarrollo vegetativo.

Los productores de chipilín pueden manejar plantaciones con edades de dos años, de acuerdo con el manejo que ellos le brinden al cultivo. La calidad de manejo y los cortes que se le dan son esenciales en el desarrollo productivo. A las plantas establecidas en el estudio se le hicieron cinco cortes, el diseño de cajas presentó mayor acumulación de brotes en las cajas superiores siendo diferentes respecto a los niveles inferiores que recibían menor intensidad luminosa. Las cubetas superando incluso los niveles de la

siembra convencional, mantuvo los rendimientos más altos debido a las características que se mencionaron en párrafos anteriores.

Tabla 9: Análisis de varianza de los rendimientos obtenidos en el cultivo de chipilín.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	737504416.6	8	92188052.08	4.90	0.0040
Diseños de huertos	95247975.00	2	47623987.50	2.53	0.1128
Material orgánico	364104600.0	1	364104600.00	19.36	0.0005
Bloque	38264166.67	3	12754722.22	0.68	0.5788
Diseños de huertos* Materiales orgánicos	239887675.0	2	119943837.50	6.38	0.0099
Error	282073583.3	15	18804905.56		
Total	1019578000.0	23			

El análisis de varianza demostró que entre los diseños de huertos verticales no existe diferencia significativa, sin embargo, se muestra que entre las dos fuentes de orgánicas para el sustrato si existió una diferencia significativa. Así como también una diferencia entre la interacción entre los diseños de huertos verticales y los materiales orgánicos que se están usando.

Tabla 10: Prueba de medias de Tukey de las formas de fertilización orgánica del cultivo de chipilín.

Materia orgánica	Medias	Tukey
Lombricomposta	33,310.00	A
Lixiviado	25,520.00	B

Se analiza la situación dada por las dos distintas fuentes de aplicación de fertilizantes orgánicos, indicando que el nivel que mayor aporte brindó en la producción de este cultivo es el material sólido (lombricomposta) con una clara ventaja de 44% sobre la producción media siendo, 33,310.00 kg/ha contra los 25,520.00 kg/ha que se produjo usando el lixiviado.

Como se mencionó anteriormente, la lombricomposta tiene ventaja sobre el lixiviado debido a la cantidad de materia orgánica que estas fuentes pueden tener al compararlas.

Tabla 11: Prueba de medias de Tukey de los tratamientos evaluados en chipilín.

Tratamientos	Medias	Tukey		
T4	38,695.00	A		
T2	34,475.00	A	B	
T6	27,837.50		B	C
T5	26,760.00		B	C
T3	25,472.50		B	C
T1	23,250.00			C

Con base en los análisis de pruebas de media de Tukey se muestran los resultados, observándose que en los tres diseños de huertos no existe diferencia significativa. Caso contrario respecto a los materiales orgánicos estudiados, determinando que el material de lombricomposta es la que aporta más sobre el rendimiento fresco de la plantación.

Se observa que los tratamientos 4 y 2, son los dos que mantuvieron las medias más altas, siendo estos dos estadísticamente iguales. El sustrato al que fueron sometidos se les aplicó lombricomposta, indicando claramente que este es el que aporta más a la generación de materia fresca. La combinación entre el diseño de cubetas y lombricomposta jugó un papel importante dentro del sistema de producción del T4 (cubeta + lixiviado), se puede adjudicar que dicho comportamiento se debe a la acción del sustrato y la forma que el sistema mantiene (circular) haciendo que luz solar pueda llegar a todas las plantas.

6.1.2. Rendimiento en Kg/ha del cultivo de hierba mora

En el cultivo de hierba mora se realizaron tres cortes que fueron registrados en una base de datos para su posterior análisis. Las variables evaluadas en este cultivo es el rendimiento obtenido en materia fresca y la biomasa seca.

A continuación, se presentan los datos acumulados obtenidos en tres cosechas realizadas al cultivo de hierba mora.

Tabla 12: Resumen del rendimiento obtenido para el cultivo de hierba mora.

Rendimiento Peso Fresco (kg/ha)			
No	T	Tratamiento	Media
1	T1	D1M1 (Cajas + Lombricomposta)	3,715
2	T2	D1M2 (Cajas + lixiviado)	7,590
3	T3	D2M1 (cubetas + Lombricomposta)	4,845
4	T4	D2M2 (cubetas + Lixiviado)	9,450
5	T5	D3M1 (Convencional + lombricomposta)	7,995
6	T6	D3M2 (Convencional + Lixiviado)	10,042.50

En la tabla anterior se mostró el resumen de los datos obtenidos en las tres cosechas que fueron realizadas para este cultivo. El huerto convencional + lombricomposta (T6) tuvo el mayor rendimiento, seguido del tratamiento de cubeta + lombricomposta (T4). A continuación, se presentan los resultados obtenidos en este cultivo.

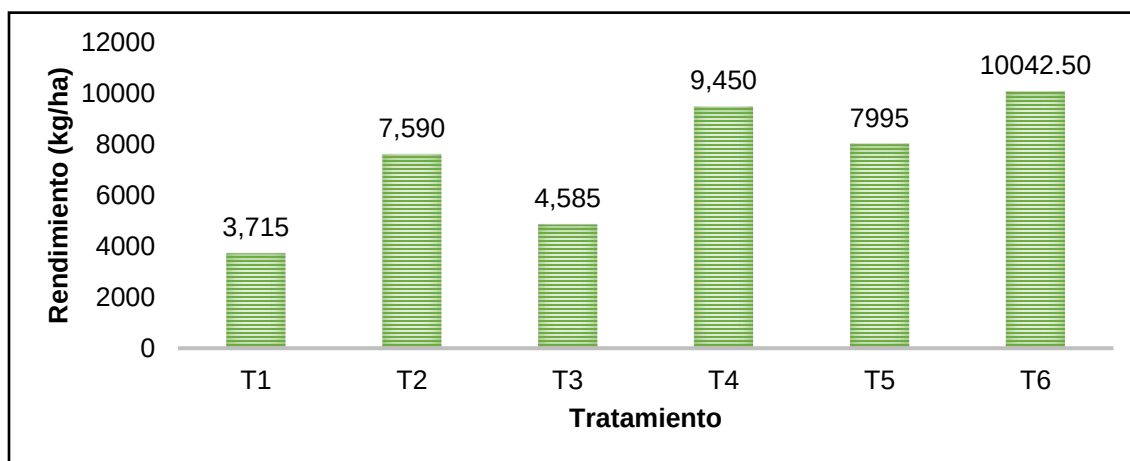


Figura 22: Rendimiento promedio por tratamiento evaluado en hierba mora.

En el grafico anterior se muestran los rendimientos totales para el cultivo de hierba mora, durante tres cosechas. Se puede mencionar que, después de esta última colecta de datos la planta ya no pudo generar más brotes vegetativos para posteriormente terminar seca. Se observa que el tratamiento con mayor rendimiento es el T6 con 10,042.50 kg/ha, este se estableció a nivel de suelo con lombricomposta; el siguiente es el T4 con 7,995 kg/ha de las estructuras de cajas con lombricomposta; el T5 cuenta con 7,995 kg/ha, siendo el convencional con lixiviado.

Se observa en la gráfica que los tratamientos evaluados con lombricomposta mostraron los mayores rendimientos. La acumulación de materia fresca u hojas se debe a la acción del abono sólido (lombricomposta), el tiempo de acción de este es mayor al del líquido (lixiviado).

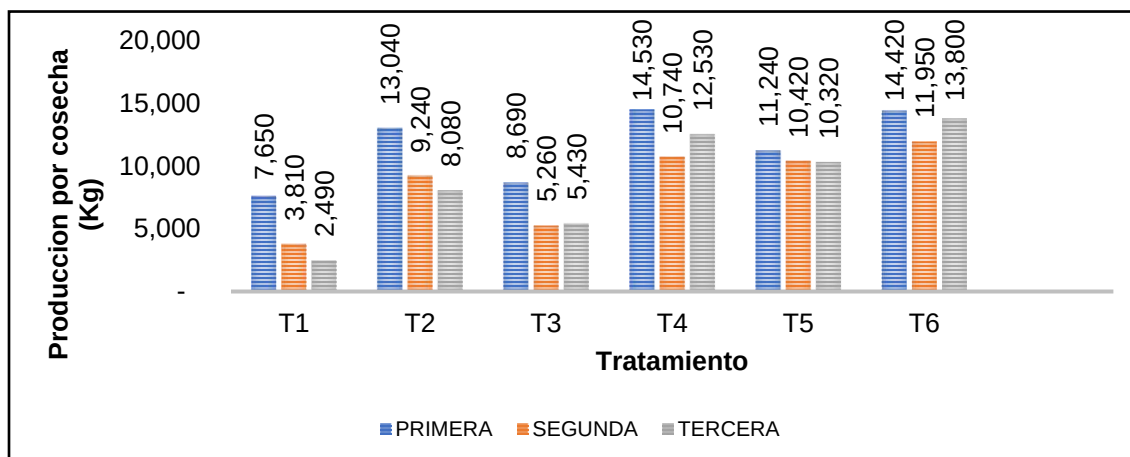


Figura 23: Acumulado de producción cada una de las cosechas realizadas en la hierba mora.

En el grafico anterior se muestra el comportamiento que se mantuvo en las tres cosechas para la especie de hierba mora. Se observa que el mejor corte en los seis tratamientos es el primero (en azul) y posterior a eso mantuvo una disminución en el peso en los cortes.

El T4 mantuvo los pesos más altos, el primero con 14,530 kg, el segundo con 10,74 kg y el tercero con 12,530 kg. El otro tratamiento con rendimiento mayor a los otros es el T6 con 14,420 g/m² en el primer corte, en el segundo se cosecharon 11,950 kg y en el tercero con 13,800 kg. Cabe mencionar que estos tratamientos mencionados son con sustratos en combinación con lombricomposta.

En este inciso se debe mencionar que los agricultores que producen la planta de hierba mora no tienen un manejo específico para este cultivo, debido a que esta se desarrolla dentro de la plantación de maíz. Siendo así a la planta se le realiza un solo corte y posterior a eso se deja que la planta empiece a generar sus brotes florales. Para el estudio se realizaron tres cortes, siendo el primero al que se le obtuvo la mayor

producción, posterior en los cortes dos y tres la cantidad de brotes se redujeron y también el tamaño de estos haciendo que el peso fuera menor.

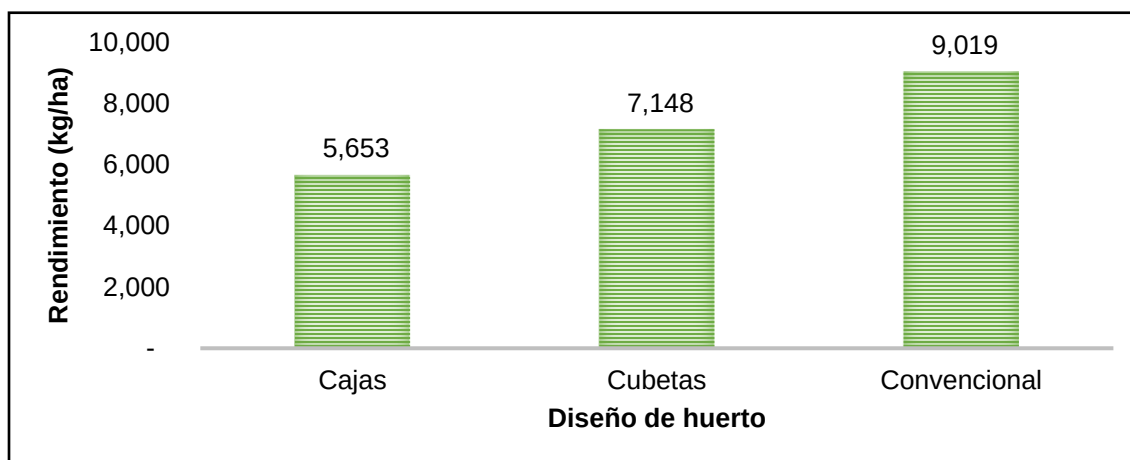


Figura 24: Comparación de la producción y el diseño de huerto utilizado en hierba mora.

Se observa de forma descendente que el huerto convencional mantuvo durante el manejo del cultivo y en sus tres cosechas un rendimiento de 9,019 kg/ha, el huerto de cubetas (D2) mantuvo un rendimiento de 7,148 kg/ha y por último el diseño de cajas con 5,653 kg/ha. La razón del aumento obtenido en las tres cosechas que se realizaron se puede deber a la cantidad de espacio que se tiene en cada uno de los diseños. En el huerto convencional como se sabe es como se realiza normalmente al suelo con distanciamientos definidos por cada agricultor que realice o maneje, el cultivo con una mayor área radicular y también una mayor área horizontal sobre el suelo. A diferencia del diseño de cubetas que tiene menor área radicular respecto a las cajas y también al convencional tiene una exposición vertical de las hojas superior a estos dos haciendo que su crecimiento o desarrollo de los brotes sea mayor. Por otro lado, en las cajas se tiene un menor espacio vertical para el crecimiento de las plantas, esto debido a la poca exposición a la luz solar que se tiene en estas al tener niveles altitudinales diferentes haciendo que las plantas de las cajas inferiores tengan poco espacio para desarrollarse. Puede mencionarse también que la temperatura en los dos diseños de huertos se mantuvo entre 31 a 33.3 grados centígrados, si se compara con la temperatura con la siembra convencional son similares infiriendo que la temperatura no es un factor que afecte al ciclo productivo al menos en este cultivo. Se debe destacar que la exposición del suelo a la intensidad solar sobre el sustrato es mayor, debido a esto la humedad no

se podía mantener durante mucho tiempo. Por lo antes mencionado que es la exposición del sustrato.

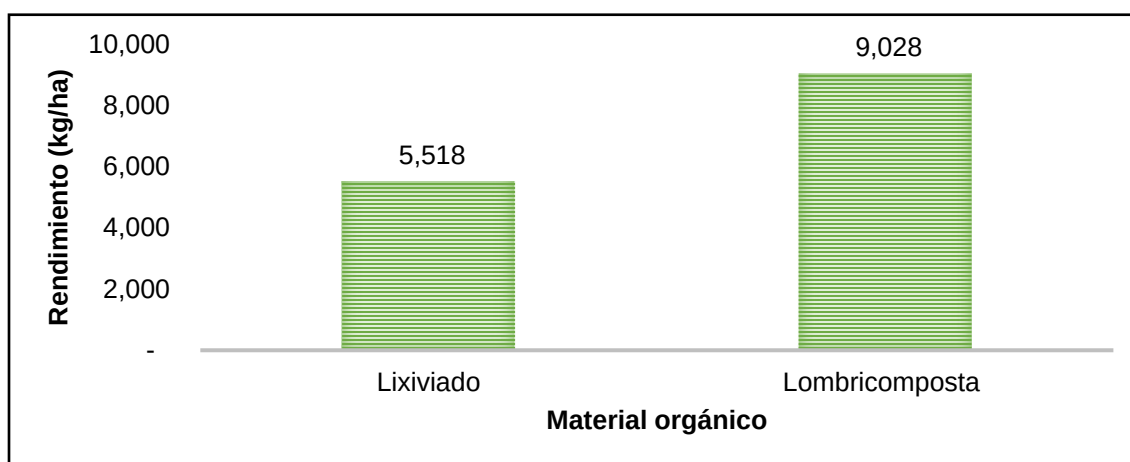


Figura 25: Comparación de la producción promedio en kg/ha y la fuente de fertilización en hierba mora.

Se puede observar en la siguiente grafica la relación que tiene el material orgánico sobre el rendimiento del cultivo. Siendo el material de lombricomposta que mantuvo un rendimiento de 9,028 kg/ha, por otro lado, está el lixiviado de lombrices con 5,518 kg/ha.

La presencia de mayor cantidad de materia orgánica indica que las plantas pueden aprovechar los nutrientes dentro de la solución del suelo, también puede indicar mayor presencia de microorganismos que ayudan a tener más nutrientes disponibles para la planta. En este caso como se indicaba en el cultivo anterior la lombricomposta presenta mayor porcentaje de materia orgánica, esto influye directamente sobre la generación de materia fresca en la planta, aumentando el peso de las cosechas.

Tabla 13: Análisis de varianza del rendimiento obtenido en el cultivo de hierba mora.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	127594800.00	8	15949350.00	3.81	0.0123
Diseños de huertos	45515308.33	2	22757654.17	5.44	0.0167
Material orgánico	73885504.17	1	73885504.17	17.67	0.0008
Bloque	1251679.17	3	417226.39	0.10	0.9589
Diseños de huertos*Materiales orgánicos	6942308.33	2	3471154.17	0.83	0.4550
Error	62712095.83	15	4180806.39		
Total	190306895.83	23			

En la tabla anterior se muestra el análisis de varianza que se realizó a la variable de rendimiento del peso fresco del cultivo. Se observa que, para la especie de hierba mora existió diferencia significativa en los rendimientos obtenidos en cada uno de los diseños evaluados. Cabe destacar de la misma forma una diferencia estadística significativa entre cada una de las fuentes orgánicas de fertilización que se usaron. También se muestra una diferencia en cada uno de los tratamientos (combinación de los niveles de cada factor).

De acuerdo con el párrafo anterior se muestra el análisis de medias de Tukey.

Tabla 14: Comparación de medias de Tukey de los diseños de huertos evaluados en el cultivo de hierba mora.

Diseños de huertos	Medias	Tukey	
Diseño convencional	90,188.75	A	
Diseño de cubetas	7,147.50	A	B
Diseño de cajas	5,652.50		B

Se muestra que el diseño convencional (al suelo) mantuvo un rendimiento de 90,188.75 kg/ha, obteniendo un porcentaje de 79.25% de producción sobre el diseño de cubetas que mantuvo una media de rendimiento de 7,147.50 kg/ha, siendo el diseño de cajas con el que se obtuvo menor peso fresco con 5,652.50 kg/ha.

Se infiere que este comportamiento se debe a el tipo de estructura en la que se estableció la plantación, haciendo que en las cajas no se puedan desarrollar correctamente las raíces, en comparación con el diseño convencional y las cubetas que tiene cierta diferencia en la profundidad. Las plantas no tienen un distanciamiento de siembra determinado y establecido.

Tabla 15: Comparación de medias de Tukey de las fuentes de fertilización orgánica en hierba mora.

Materia orgánica	Medias	Tukey	
Lombricomposta	9,027.50	A	
Lixiviado	5,518.33		B

En la tabla anterior se puede ver la prueba de medias de Tukey que se hizo para el factor de fuentes orgánicas; siendo la fuente solida (lombricomposta) la que mantuvo un rendimiento promedio de 9027.50 kg/ha, siendo superior a la fuente liquida (lixiviado) en la que se obtuvo un rendimiento fresco de 5518.33 kg/ha.

La lombricomposta apoya enteramente a la planta en la obtención de nutrientes, el sustrato de las plantas evaluadas en esta investigación está conformado por 25% de este abono sólido, mientras que, al lixiviado al ser liquido fue agregado como una solución al suelo que conformaba el sustrato de los tratamientos evaluados con este abono. En cierta parte se puede decir que la presencia de la lombricomposta era mayor debido a que se mantuvo durante más tiempo que el lixiviado que puede evaporarse o lixivarse con los riegos que se aplicaban.

6.1.3. Rendimiento en kg/ha del cultivo de bleo

En el cultivo de bleo se realizaron tres cortes que fueron registrados en una base de datos para su posterior análisis. Las variables evaluadas en este cultivo es el rendimiento obtenido en materia fresca y la biomasa seca.

Tabla 16: Resumen de los rendimientos promedio del cultivo de bleo.

Rendimiento Peso Fresco (kg/ha)			
No	T	Tratamiento	Peso fresco
1	T1	D1M1 (cajas + lombricomposta)	3,380.00
2	T2	D1M2 (cajas + lixiviado)	15,157.50
3	T3	D2M1 (cubetas + lombricomposta)	6,800.00
4	T4	D2M2 (cubetas + lixiviado)	18,922.50
5	T5	D3M1 (convencional + lombricomposta)	7,482.50
6	T6	D3M2 (convencional + lixiviado)	3,510.00

Se muestra el resumen de los datos obtenidos del rendimiento acumulado en cada uno de los tratamientos, A continuación, se presentan los resultados.

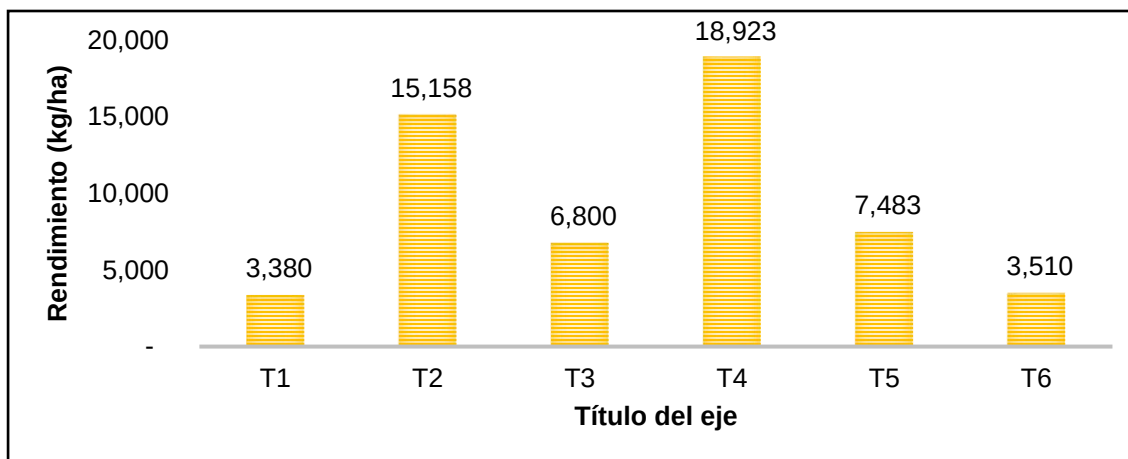


Figura 26: Rendimiento promedio de los tratamientos en bleo.

En el gráfico anterior se muestran los rendimientos obtenidos para el cultivo de bleo, estos conseguidos en tres cosechas realizadas en un aproximado de 85 días. Se destaca de la misma forma que después de la tercera cosecha las plantas no volvieron a generar brotes foliares haciendo imposible la cuarta cosecha. Se observa en el gráfico que el tratamiento con mayor rendimiento es el T4 con 18,922.50 kg/ha de las estructuras de cubetas con sustrato de lombricomposta; también está el T2 con 15,157.50 kg/ha de las estructuras de cajas con lombricomposta; en tercer puesto está el T5 con 7,482.50 kg/ha con siembra convencional al suelo en combinación con el lixiviado de lombrices. Se observa que el sustrato que mayor aporte en la acumulación y generación de biomasa fresca es la lombricomposta, este abono mantiene los nutrientes necesarios para esta actividad. El cambio en la estructura química que este abono aporta es la principal para generarla.

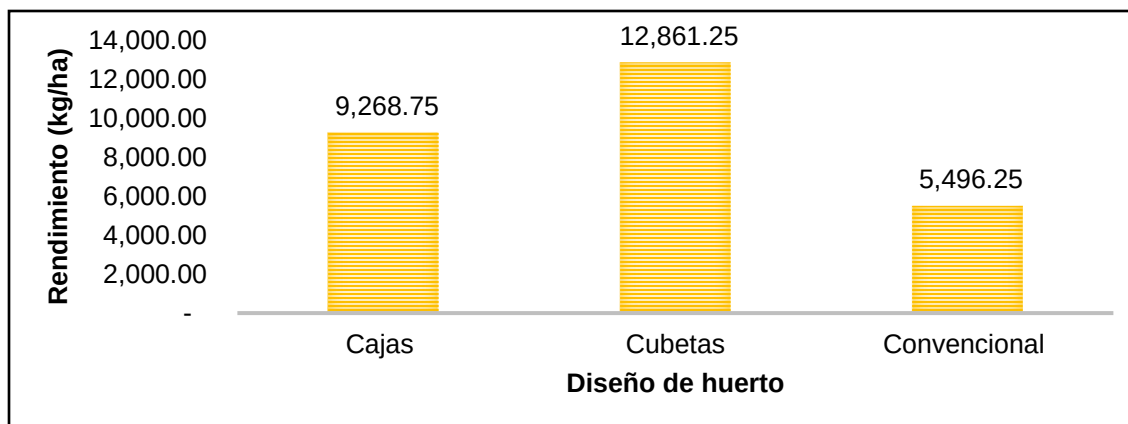


Figura 27: Comparación de la producción acumulada en cada uno de los diseños evaluados en el cultivo de bleo.

Se indica el comportamiento que mantuvo el rendimiento durante tres cosechas en cada una de las estructuras. Siendo el diseño de cajas (D2) el que mantuvo un rendimiento superior respecto a los otros dos niveles evaluados. En el diseño de cajas se obtuvo un rendimiento total de 12,861.25 kg/ha, por otro lado, está el diseño de cajas para este diseño se colectó un total de 9,268 kg/ha, quedando al último el diseño convencional con 5,496.25 kg/ha.

En la gráfica se observa que el cultivo se adaptó a la estructura del diseño de cubetas. Este cultivo en la zona de la investigación es muy poco frecuente encontrarlo o que los agricultores lo sigan manejando, esto debido a que con el tiempo el uso de agroquímicos ha hecho que algunos lugares ya no lo trabajen. Por otro lado, la naturaleza de estas plantas en misma función que la hierba mora se encuentra dentro de la zona en la que se produce y cultiva maíz, siendo considerada en cierto punto como maleza no contando con algún tipo de manejo o un marco de siembra determinado, al menos en esta zona.

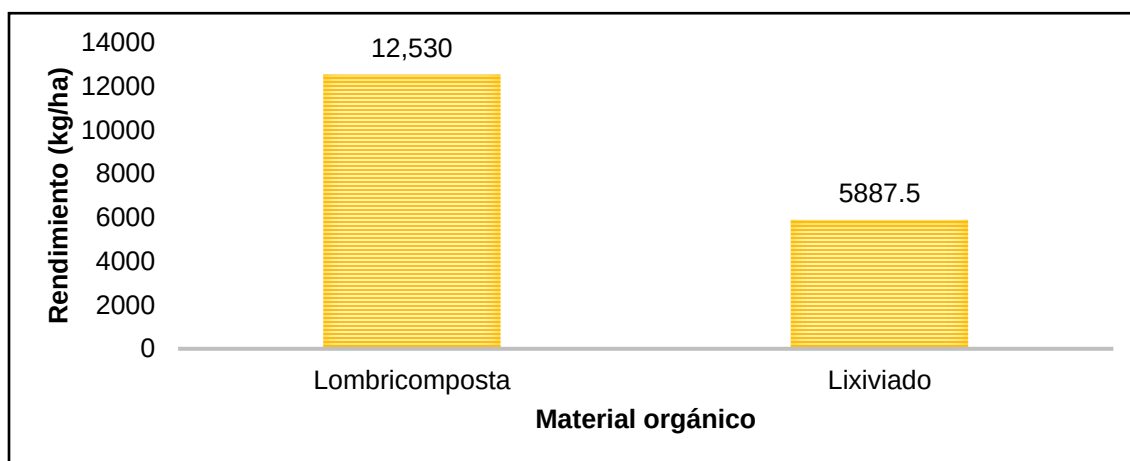


Figura 28: Comparación de la producción acumulada en cada una de las fuentes de fertilización orgánica evaluadas en el cultivo de bleo.

Se demuestra que para el cultivo de bleo la fuente que mayor aporte proporcionó en la producción total es la mezcla de suelo + lombricomposta colectando 12,530 kg/ha, siendo superior en un 47% respecto a lo producido en la combinación de suelo + lixiviado de lombrices con 5887.50 kg/ha.

De la misma forma en la que se observó el comportamiento de la producción obtenida en los cultivos anteriores, se confirma lo mismo para el cultivo de bleo. Indicando que

la presencia o aplicación de este material impulsa la producción de materia fresca comestible en la planta. Se debe mencionar que las plantas con sustrato de lombricomposta mantenían la humedad de este por más tiempo (2 días) en comparación con el lixiviado (1 día), esto puede deberse a que la cantidad de agua requerida por la planta fue menor luego del primer corte. Cuando las plantas tenían entre 30 a 45 días, (antes del primer corte) se notaron signos de ataque de alguna plaga, sin embargo, este ataque afectó mucho en las plantas evaluadas con lixiviado presentando lesiones mayores posterior al ataque, en comparación con el daño ocurrido en las plantas evaluadas con lombricomposta, demostrando que el abono solido nutre la planta generando también protección.

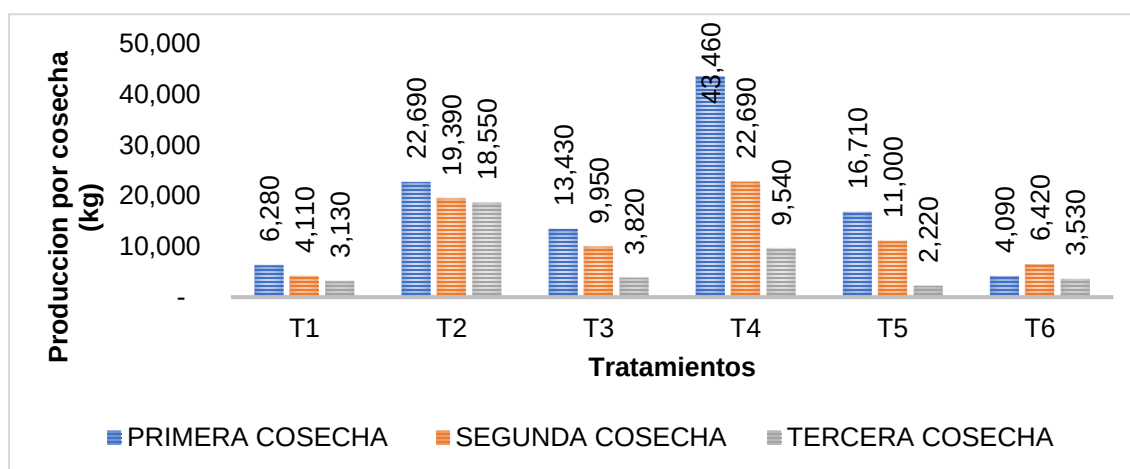


Figura 29: Producción de las cosechas realizadas en cultivo de bleo.

Se muestra el comportamiento que se mantuvo en cada uno de los tratamientos estudiados. Se observa que para este cultivo el mejor corte para todos los tratamientos es el primero, en este se aprovecha el máximo potencial de la planta; esto se pudo observar en la generación de brotes foliares en las plantas con una elongación bastante notable de las ramas. El T4 se observa con un primer corte de 43,460 kg, se observa una reducción en el rendimiento de este tratamiento de cerca del 50% para el segundo corte con 22,690 kg. Para el tercer corte se obtuvieron 9,540 kg. El siguiente tratamiento que mantuvo un comportamiento alto respecto a los otros es el T2, para el primer corte se obtuvieron 22,690 kg; reduciéndose para el segundo en 19,390 kg y para el tercero con 18,550 kg.

Para el cultivo de bledo: Se puede aprovechar el potencial de producción de brotes foliares con tres cortes, para el ultimo se puede mencionar que ya se observaban brotes florales con indicios de senescencia. Se detalló en incisos anteriores que el cultivo no cuenta con un manejo determinado, considerado por algunos agricultores como una planta de segunda categoría al estar dentro del marco de producción del cultivo de maíz. Por lo general los agricultores le dan un solo corte, evidenciado en la caída en la generación de materia fresca luego del corte.

Tabla 17: Análisis de varianza del rendimiento del cultivo de bledo.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	830991150.0	8	103873893.75	16.71	<0.0001
Diseños de huertos	217016100.00	2	108508050.00	17.45	0.0001
Material orgánico	264736837.50	1	264736837.50	42.58	<0.0001
Bloque	11084512.50	3	3694837.50	0.59	0.6284
Diseños de huertos*Materiales orgánicos	338153700.00	2	169076850.00	27.19	<0.0001
Error	93258512.50	15	6217234.17		
Total	924249662.50	23			

Se observa el análisis de varianza que se realizó de la variable de rendimiento en peso fresco del cultivo. Se muestra que existe diferencia significativa entre las medias de los rendimientos de cada uno de los diseños evaluados. Por otro lado, se observa también una diferencia significativa entre las dos fuentes orgánicas aplicadas al sustrato. También se observa una diferencia estadística significativa entre cada uno de los tratamientos (combinación de niveles de factor A y factor B).

De acuerdo con el análisis de varianza se muestra la prueba de medias de Tukey con 0.05 de significancia.

Tabla 18: Comparación de medias de Tukey de los diseños de huertos en bledo.

Diseños de huertos	Medias	Tukey
Diseño de cubetas	12861.25	A
Diseño de cajas	9268.75	B
Diseño convencional	5496.25	C

El análisis de media indica que para el cultivo de bleo el diseño de cubetas es el que mejor se adaptó al sistema de producción aplicado con una media de 12861.25 kg/ha. El siguiente diseño es el de cajas con 9268.75 kg/ha y al final quedó el diseño convencional con 5496.25 kg/ha.

El diseño de cubetas se presenta como una alternativa viable en la producción de este cultivo, sin embargo, la poca generación de materia luego del primer corte representaría pérdidas principalmente económicas (ver tabla 26). Luego de este primer corte las plantas sembradas en el diseño convencional o al suelo presentaron signos de senescencia, mostrando muerte de la planta desde la parte superior o donde se realizó el corte.

Tabla 19: Comparación de medias de Tukey de las fuentes de fertilización orgánica evaluada del bleo.

Fuente orgánica	Medias	Tukey
Lombricomposta	12530.00	A
Lixiviado	5887.50	B

En el análisis de medias de Tukey para este factor indica que la lombricomposta es la que dio un mayor aporte para la obtención de biomasa fresca. Dando una media de rendimiento de 12530 kg/ha y para el lixiviado se obtuvo una media de 5887.50 kg/ha.

Se puede notar que en los tres cultivos la fuente que mayor aporte en la generación de materia comestible es la lombricomposta, se ha mencionado que mantiene propiedades de mayor cantidad de materia orgánica respecto al lixiviado y este factor pues es esencial en la disponibilidad de nutrientes para la planta, que a pesar de verse condicionada en el crecimiento de sus raíces al mantenerse en condiciones bastante diferentes en las estructuras respecto a las accionadas en la siembra convencional.

Tabla 20: Comparación de medias de Tukey de los tratamientos evaluados en el cultivo de bleo.

Tratamiento	Medias	Tukey
T4	18922.50	A
T2	15157.50	A

T5	7482.50	B
T3	6800.00	B
T6	3510.00	B
T1	3380.00	B

La tabla muestra la prueba de medias realizada a la combinación de cada uno de los factores, indicando que; el T4 (combinación del diseño de cubetas con sustrato de lombricomposta) y el T2 (combinación del diseño de cajas con sustrato de lombricomposta) mantuvieron los mejores resultados con relación al rendimiento fresco. El T4 mantuvo un rendimiento medio de 18922.50 kg/ha, mientras que, el T2 obtuvo 15157.50 kg/ha.

Las plantas del T4 (diseño de cubetas y lombricomposta) y T2 (diseño de cajas y lombricomposta) mantuvieron los brotes para el segundo corte con hojas de mayor tamaño y también con menos presencia de brotes florales. Esto puede deberse al estrés que provocan los cortes, y como se menciona la planta normalmente tiende a no ser considerada como productiva luego de la primera cosecha realizada lo que condiciona a la planta a que luego de esta actividad realizada sea productora de sus semillas para poder ser usada luego.

6.2. Calcular la biomasa seca de las especies evaluadas.

La distribución de materia seca entre los diferentes órganos de la planta tiene un papel fundamental en la producción de un cultivo, ya que el rendimiento de este viene dado por la capacidad de acumular biomasa en los órganos que se destinan a la cosecha, con base en esta premisa se desarrolló la actividad de aplicar calor para secar muestras de 100 g de materia fresca y determinar la cantidad de materia seca.

A continuación, se explican los resultados obtenidos.

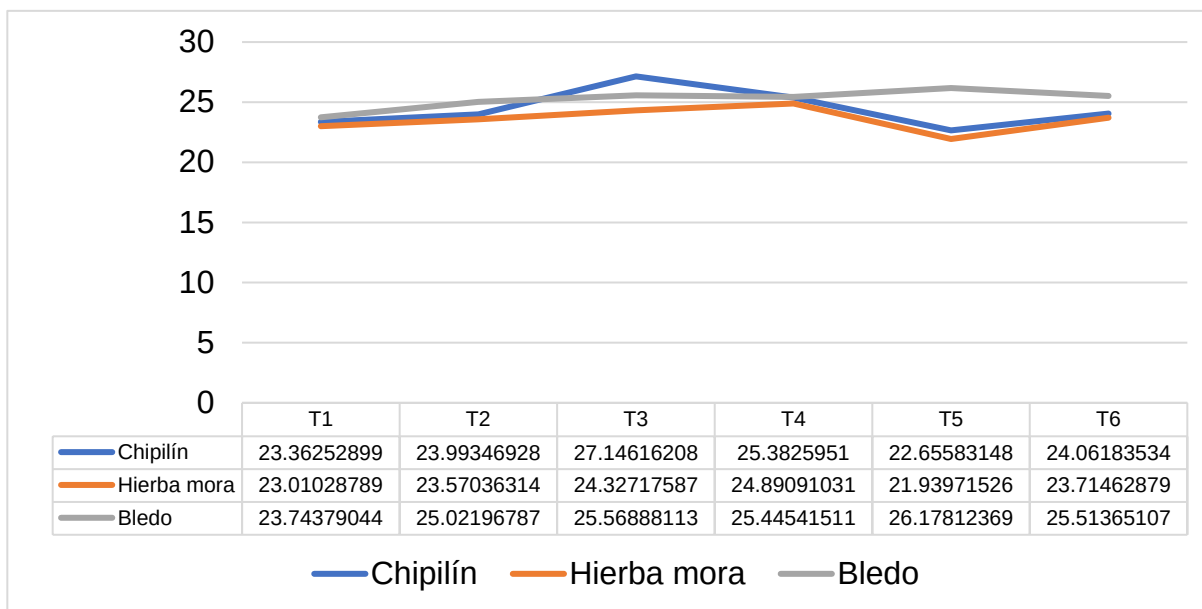


Figura 30: Acumulación de materia seca en cada tratamiento evaluado.

Se muestra la cantidad de materia seca que se obtuvo en muestras de 100 g de cada una de las especies que se evaluaron y con los factores que se aplicaron. Se nota una diferencia entre los pesos de las combinaciones de los diseños de las estructuras y los tipos de aplicación del abono (sólida y líquida), se indica que para cada una de las especies evaluadas con cubetas y lixiviados (T3) existe un aumento en el peso de la muestra para chipilín con 27.14 g; para la hierba mora con 24.89 (T4) g y para el bledo con 26.18 g (T5).

6.2.1. Análisis de varianza de chipilín

Tabla 21: Análisis de varianza de la variable de materia seca del chipilín.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	91.95	8	11.49	1.76	0.1655
Diseños de huertos	41.69	2	20.85	3.18	0.0704
Material orgánico	4.0E-03	1	4.0E-03	6.1E-04	0.9806
Bloque	39.82	3	13.27	2-03	0.1533
Diseños de huertos*Materiales orgánicos	10.43	2	5.21	0.80	0.4691
Error	98.23	15	6.55		
Total	190.18	23			

El proceso de ANDEVA para la variable de biomasa seca en el cultivo de chipilín determina que, la aplicación de la combinación de un diseño de huertos verticales y dos fuentes diferentes de fertilización no tienen influencia directa sobre la acumulación de materia seca en el cultivo de hierba mora.

6.2.2. Análisis de varianza de hierba mora

Tabla 22: Análisis de varianza de la variable de materia seca de la hierba mora.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	33.24	8	4.16	0.42	0.8892
Diseños de huertos	15.78	2	7.89	0.80	0.4660
Material orgánico	4.36	1	4.36	0.44	0.5150
Bloque	10.93	3	3.64	0.37	0.7749
Diseños de huertos*Materiales orgánicos	2.17	2	1.09	0.11	0.8961
Error	147.22	15	9.81		
Total	180.47	23			

Se muestra que estadísticamente los tratamientos evaluados no son diferentes, indicando que los factores aplicados no influyen directamente en la acumulación de biomasa seca del cultivo de hierba mora.

6.2.3. Análisis de varianza de bleo

Tabla 23: Análisis de varianza de la materia seca del bleo.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19.02	8	2.38	1.15	0.3868
Diseños de huertos	9.31	2	4.65	2.25	0.1395
Material orgánico	0.12	1	0.12	0.06	0.8101
Bloque	5.53	3	1.84	0.89	0.4677
Diseños de huertos*Materiales orgánicos	4.06	2	2.03	0.98	0.3967
Error	30.98	15	2.07		
Total	50.00	23			

No existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados y los factores aplicados a estos, estos no tienen influencia en la acumulación de materia o biomasa seca del cultivo de bleo.

6.3. Establecer una estimación costos de producción en la implementación de dos diseños de huertos verticales.

Estimación de costos de producción.

A continuación, se muestran los análisis económicos que se realizaron a cada uno de los cultivos que se evaluaron durante el estudio.

Tabla 24: Análisis costos del cultivo de chipilín.

Tratamiento	Gastos		Total, de las cosechas	Ganancias	
T1	Q	240.00	Q 298.10	Q	58.10
T2	Q	240.00	Q 442.00	Q	202.00
T3	Q	160.00	Q 326.55	Q	166.55
T4	Q	160.00	Q 496.05	Q	336.05
T5	Q	50.00	Q 337.05	Q	287.05
T6	Q	50.00	Q 343.10	Q	293.10

Nota: valores negativos son pérdidas.

Se muestra el análisis económico registrado para cada uno de los tratamientos que se evaluaron en la investigación. El diseño estructurado con cajas y tarimas tiene un precio estimado en Q240.00 (T1 y T2), el huerto de cubetas en Q160.00 y el huerto convencional en Q50.00. El cual resulta más rentable o tener ganancias positivas. El peso promedio de un manojo de chipilín (es la forma en la que normalmente se vende) es de 156.0 gramos con un valor de Q5.00, partiendo de esta premisa se realizó un estimado con la producción obtenida durante cinco cortes realizados.

Los tratamientos T2, T4 y T6 mantuvieron las ganancias más altas con Q202.00, Q336.05 y Q293.10 respectivamente, mostrando nuevamente que la lombricomposta es el abono que produce mayor cantidad de hojas y/o materia fresca para consumo. Los tratamientos evaluados con lixiviado T1 con Q58.10, T3 con Q166.55 y T5 con Q287.05. Los tratamientos evaluados con la siembra convencional fueron favorecidos por los pocos gastos que se generaron.

La cantidad de cortes realizados en este cultivo favoreció en la acumulación y venta de lo producido, mostrando también que existe una posibilidad de obtener una alternativa para que las personas además de consumir puedan vender o negociar el exceso de lo que se produzca.

Tabla 25: Análisis costos del cultivo de hierba mora.

Tratamiento	Gastos		Total, de las cosechas		Ganancias	
T1	Q	240.00	Q	32.20	-Q	207.80
T2	Q	240.00	Q	65.85	-Q	174.15
T3	Q	160.00	Q	42.00	-Q	118.00
T4	Q	160.00	Q	81.95	-Q	78.05
T5	Q	50.00	Q	69.35	Q	19.35
T6	Q	50.00	Q	87.10	Q	37.10

Nota: valores negativos son pérdidas.

Los gastos generados son los mismos para los cultivos, al ser la misma naturaleza de la investigación. Para poder generar los datos de ganancias se determinó que el manojito de hierba mora pesa en promedio 230.6 gramos. Se muestra que, los tratamientos 6 y 7 que son los de siembra convencional obtuvieron ganancias de Q19.35 y Q37.10 respectivamente. Aunque se debe mencionar que a nivel de campo la cantidad de plantas es mayor a la evaluada en este estudio. Las mayores pérdidas fueron generadas por T1 con Q207.80, T2 con Q174.15 y T3 con Q118.00, aunque se tendría que evaluar cuantas cosechas se pueden obtener en huertos de cajas de madera y cubetas para bajar costos y reducir pérdidas.

Para el análisis económico del cultivo de hierba mora evaluado en las condiciones dadas por la investigación los precios de las estructuras se mantienen esto debido a que el manejo fue el mismo en ambas especies. Se observa que, las tres cosechas realizadas durante el manejo del estudio solamente el T5 y T6 tiene una recuperación o ganancia. Caso contrario a los otros tratamientos que tuvieron valores negativos o pérdidas económicas. Los agricultores por lo general no tienen gastos respecto a estos cultivos debido a que estas crecen solas en el campo indicando y durante toda la temporada lluviosa no necesitando así algún sistema de riego que también genere gastos.

Tabla 26: Análisis costos del cultivo de bleo.

Tratamiento	Gastos		Total, de las cosechas		Ganancias	
T1	Q	240.00	Q	24.10	-Q	215.90
T2	Q	240.00	Q	108.10	-Q	131.90
T3	Q	160.00	Q	48.50	-Q	111.50
T4	Q	160.00	Q	134.95	-Q	25.05

T5	Q	50.00	Q	53.35	Q	3.35
T6	Q	50.00	Q	25.00	-Q	25.00

Nota: valores negativos son pérdidas.

Este análisis se realizó con el dato estimado del peso del manojo siendo esta la forma en la que se vende el producto. Obteniendo un peso promedio de 280.4 gramos, partiendo de esta premisa se determinó lo siguiente:

El tratamiento 5 presentó una ganancia de Q3.35, siendo el único tratamiento que lo hizo. Siendo el T6 con pérdidas de Q25.00, T1 con pérdidas de Q215.90, T2 con Q131.90 y T3 con Q111.50. Se debe tener en cuenta que, normalmente se le realiza un corte y eso se evidencia en la acumulación de cada cosecha disminuyendo a partir del primer corte realizado.

VII. CONCLUSIONES

- Se determinó para el cultivo de chipilín que el tratamiento 4 (cubetas con lombricomposta) y 2 (cajas con lombricomposta) son los tratamientos que obtuvieron mayor acumulación en el rendimiento, siendo 38,695 kg/ha y 34,475 kg/ha.
- No existió diferencia significativa entre los tratamientos evaluados en el cultivo de hierba mora, sin embargo, el tratamiento 6 obtuvo 10,042.50 kg/ha de rendimiento, siendo esta la siembra convencional.
- Para el bleo fueron dos tratamientos que mantuvieron sus rendimientos sobre los otros, siendo el T4 (cubetas con lombricomposta) y T2 (cajas con lombricomposta) con 18922.50 kg/ha y 15157.50 kg/ha.
- En términos generales se determinó que para los tres cultivos la fuente de fertilización que dio un mayor aporte en el rendimiento es la lombricomposta. Para los cultivos de bleo y chipilín obtuvieron sus mayores rendimientos en los diseños de cubetas, por otro lado, la hierba mora obtuvo mayor acumulación de biomasa en la siembra convencional.
- En el cultivo de chipilín el tratamiento 3 es el que mantuvo una mayor acumulación de materia seca. Para el cultivo de hierba mora es el tratamiento 4 y el tratamiento 5 para el cultivo de bleo.
- El análisis económico determinó que la producción convencional es la más económica generando ganancias de Q336.05 (T4) y Q293.10 (T6) en el cultivo de chipilín, en este cultivo se debe mencionar que el T6 obtuvo una ganancia de Q293.10 y T5 con Q287.05. En hierba mora el tratamiento 5 generó ganancias de Q37.10 y en bleo de Q3.35 (T5), siendo afectado por la cantidad de cosechas realizadas para estos dos últimos cultivos.

VIII. RECOMENDACIONES

- Promover los huertos verticales en las comunidades con problemas de seguridad alimentaria y nutricional.
- Buscar materiales que ayuden al sustrato a retener la humedad durante mayor tiempo, para evitar el estrés en las hortalizas.
- Evaluar bajo las mismas condiciones otras especies e identificar opciones viables para generar conocimiento en estos sistemas de producción, especialmente hortalizas a las cuales se les realicen mayor a tres cosechas.
- Realizar el experimento en otras localidades y evaluar su adaptabilidad.
- Evaluar cuantas cosechas pueden obtenerse con los huertos en cajas de madera y cubetas plásticas.

IX. REFERENCIAS

- Aguilar, E. R. (2012). Costos y rentabilidad de unidades pecuarias (crianza y engorde de ganado bovino). http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0795_v6.pdf
- Arroyo Y Galván Duque, F. J. (2012). *Manual de organoponía - Técnica adecuada a la agricultura urbana*.
https://www.academia.edu/73471679/Manual_de_organoponia_T%C3%A9cnica_adecuada_a_la_Agricultura_Urbana?hb-sb-sw=33836621
- Benke, K., y Tomkins, B. (2017). *Future food-productions systems: vertical farming and controlled-environment agriculture*.
<https://doi.org/10.1080/15487733.2017.1394054>
- Berumen, M. (2021). *Manejo de la humedad en el suelo con materiales orgánicos por efecto de tamaño de partícula*.
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/083b8bfa-416a-4c19-98bb-cd9e1db91cd4/content>
- Brechelt, A. (2000). *Agricultura orgánica*.
<https://opac.pucmm.edu.do/virtuales/bvds/MAagriculturaorganica.pdf>
- Candia, L. R., y Quiroga, M. (2018). *Producción de acelga (Beta vulgaris) en sistema vertical a diferentes distancias en ambiente protegido*.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182018000200012
- Carrillo, M. (2021). *Proyecto huerta vertical abiud 5to 2018-2019*.
<https://es.scribd.com/document/503018337/Proyecto-Huerta-Vertical-Abiud-5to-2018-2019-Completo>
- Castellanos, E., y Guerra, A. (2009). *El cambio climático y sus efectos sobre el desarrollo humano en Guatemala*.
https://dhls.hegoa.ehu.eus/uploads/resources/4649/resource_files/Castellanos_P_NUD_2008.pdf?v=63736885995
- Cherlinka, V. (2021). *Agricultura orgánica: modelo sostenible sin químicos*.
<https://eos.com/es/blog/agricultura-organica/>
- Chinchilla, L. E. (2020). *Manual de producción vertical como modalidad de un huerto familiar para autoabastecimiento de un hogar*.

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0b827f07-0f79-4d36-8f3e-d6a3c52cff3b/content>

- Chip, L. E. (2010). *Diagnóstico Socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión*. http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0795_v16.pdf
- Cos, V. A. (2020). *Caracterización socioeconómica ambiental y proyectos comunitarios sostenibles*. http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_1024_v10.pdf
- Domínguez, A. E. (1997). *Evaluación de distancias de siembra sobre el rendimiento de biomasa del cultivo de chipilín (Crotalaria longirostrata Hook & Arn) en el municipio de San Antonio Suchitepéquez*. [Tesis. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala] http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1675.pdf
- Estrada, M. R. (2011). *Huertos verticales para sectores de bajos recursos en Guatemala: diseño de estructura para cultivar y cosechar alimentos a través de un método orgánico*. [Tesis.: Facultad de Arquitectura y Diseño. Universidad Rafael Landívar] <https://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2011/03/06/Estrada-Maria.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2000). *Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares*. <https://www.fao.org/3/v5290s/v5290s00.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2011). *Seguridad alimentaria y nutricional: Conceptos básicos*. www.fao.org/3/at772s/at772s.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2016). *Arable Land (hectares per person)*. <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.ARBL.HA.PC?end%20&hx003D;2013&hx0026;start%20&hx003D;1961&hx0026;view&hx003D;chart>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2016). *La agricultura familiar alimenta a Guatemala y es base estructural del desarrollo rural integral y sostenible*. <https://www.fao.org/3/i6326s/i6326s.pdf>
- Girón, A. (2005). *Estudio de factibilidad de la producción y comercialización del abono humus orgánico producido por la lombríz roja*. [Tesis. Facultad de Ingeniería.

- Universidad de San Carlos de Guatemala]
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1369_IN.pdf
- Guardiola, J., González Cano, V., y Vivero Pol, J. L. (2006). *La seguridad alimentaria: estimación de índices de vulnerabilidad en Guatemala*.
https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Guardiola/publication/228941066_La_seguridad_alimentaria_estimacion_de_indices_de_vulnerabilidad_en_Guatemala/links/54cb95fe0cf26a838e4d5ad4/La-seguridad-alimentaria-estimacion-de-indices-de-vulnerabilidad-en-Gua
- Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, ICC. (2023). *Programa Desarrollo de Capacidades y Divulgación*. <https://icc.org.gt/es/programas/>
- España Exportación e Inversiones, ICEX. (2021). *Sector Agrícola en Guatemala*.
https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/ministerio-exterior/america-central-caribe/2021fichaicexagricolaguatemala_tcm30-576578.pdf
- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. (s.f.). *Lombricultura*.
<http://www.incap.int/index.php/es/Lombricultura>
- Instituto Nacional de Estadística, INE. (2016). *Estimaciones y proyecciones municipales-2015-2030*.
<https://www.ine.gob.gt/ine/wp-content/uploads/2020/12/Estimaciones-y-Proyecciones-Municipales-2015-2030-por-sexo.xlsx>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP. (2022). *Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737316/15_Lixiviado_de_lombri_z.pdf
- Jiménez, M. L. (s.f.). *Organoponía*.
http://www.platicar.go.cr/images/Comunidades_de_Practica/pdf/Organoponia.pdf
- Larco, E. (2004). *Preparación de lixiviados de compost y lombricompost*.
<https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6694/A1897e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Linares, A. J. (2020). *Análisis de mecanismo de intervención para seguridad alimentaria y nutricional en Guatemala*.
<https://revistacunzac.com/index.php/revista/article/view/14/74>

- López, E. A. (Abril de 2012). *Efectos en tres niveles de lombricompost y tres distanciamientos de siembra sobre el rendimiento de hierba mora (Solanum sp. Solanaceae), Quetzaltepeque, Chiquimula*. [Tesis. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Universidad Rafael Landívar] <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2012/06/04/Lopez-Emmanuel.pdf>
- Mariano, L., Conde, D., Pedret, C., López-Lago, L., y Rivera, B. (2020). *Desnutrición infantil y cultura la cooperación y el desarrollo: una revisión de intervenciones y evidencias en Guatemala*. https://www.accioncontraelhambre.org/sites/default/files/documents/informe_des_nutricion_infantil_gtl_compressed.pdf
- Martínez, A. (2012). *hierba mora, chipilín, jícama y bledo*. <https://repositorio.csuca.org/17/1/HierbaMoraChipilinJicamaybledoFinal-email.pdf>
- Martínez, C. P. (2017). *Agricultura urbana vertical orgánica en la ciudad de Arequipa*. <https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-01/73-Agricultura%20urbana%20vertical%20organica%20en%20Arequipa.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud, OPS. (2010). *Seguridad alimentaria y nutricional*. <https://www.paho.org/es/noticias/3-10-2010-seguridad-alimentaria-nutricional>
- Organización Panamericana de la Salud, OPS. (2022). *Perfil de países: Guatemala*. <https://hia.paho.org/es/paises-2022/perfil-guatemala#:~:text=En%20el%20caso%20espec%C3%ADfico%20de,63%2C2%20en%20el%202022.>
- Orozco, J. M. (Mayo de 1988). *Determinación del período crítico de interferencia de malezas en el cultivo de bledo Amaranths caudatus y su incidencia en el rendimiento de semilla en San José Poaquil, Chimaltenango, Guatemala*. [Tesis. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala] http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1038.pdf
- Pérez, E. (2015). *Aplicaciones foliares de líquido de lombrices enriquecido con harina de lombriz (Eisenia foetida L.) en plántulas de maíz (Zea mays)*. [Tesis. División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"] <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6718/63413>

[%20%20PEREZ%20HERNANDEZ%2C%20ELIGIO%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

Ramos-González, R., Orozco Almanza, M., Monroy Ata, A., & Rojas Cortés, M. (2019). Cultivo de tres especies aromáticas en un huerto vertical con dos abonos orgánicos. *Agroproductividad* 12 (3), 41-46. <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1151/1112>

Servicio Agrícola y Ganadero, SAG. (2013). *Agricultura orgánica nacional*. https://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura_org_nacional_bases_tecnicas_y_situacion_actual_2013.pdf

Santiago, A. E., y Nahuat, J. (2016). *Efecto en la dosificación del lixiviado de lombriz (Eisenia foetida) en el cultivo de chile habanero (Capsicum chinense Jacq)*. <https://es.scribd.com/document/476071259/Lixiviado-de-lombris-en-chile-habanero-pdf>

Schultz, T. (1968). *Modernización de la agricultura*. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/fondo/pdf/13382_3.pdf

Secretaría de Seguridad alimentaria y nutricional, SESAN. (2023). *Casos de desnutrición aguda disminuyeron 5.6% en 2022*. [https://portal.sesan.gob.gt/2023/01/18/casos-de-desnutricion-aguda-disminuyeron-5-6-en-2022/#:~:text=De%20enero%20a%20diciembre%20del%202022%2C%20los,So cial%20\(MSPAS\)%20que%20abarcen%20hasta%20la%20semana](https://portal.sesan.gob.gt/2023/01/18/casos-de-desnutricion-aguda-disminuyeron-5-6-en-2022/#:~:text=De%20enero%20a%20diciembre%20del%202022%2C%20los,So cial%20(MSPAS)%20que%20abarcen%20hasta%20la%20semana)

Tarpurisunchis. (s.f.). *Agricultura tradicional*. <https://www.tarpurisunchis.org/AgroEcologiaOriginal/pp/Agriculturatradicional.pdf>

Tejada, K. J. (2022). *Producción de lechuga (Lactuca sativa L) y acelga (Beta vulgaris L var. cicla) bajo un sistema de jardines verticales*. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5508/tejada-abad-kevin-jhon.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, UNICEF. (2021). *Situación desnutrición Guatemala*.

https://www.unicef.org/executiveboard/media/7871/file/2021_SRS-Item_6-CPD-Guatemala-Presentation-ES-2021.09.08.pdf

Véliz Pinto, H. (2014). *Efecto de tres abonos orgánicos sobre el rendimiento y precocidad de la cosecha en el cultivo de sabila; Guastatoya, El Progreso.*
<https://es.scribd.com/document/333126224/Veliz-Hector-pdf>

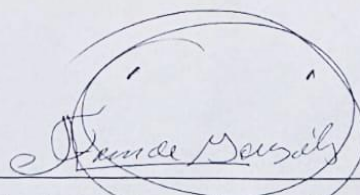
Contabilidad de la Riqueza y la Valoración de los Servicios de los Ecosistemas, WAVES. (2019). *Cuenta ambiental de agricultura de Guatemala.*
<https://www.wavespartnership.org/sites/waves/files/kc/Cuenta-Ambiental-de-Agricultura-de-Guatemala.pdf>

Weather Spark. (2023). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Santo Domingo Suchitepéquez.*
<https://es.weatherspark.com/y/11134/Clima-promedio-en-Santo-Domingo-Suchitep%C3%A9quez-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Xum, G. F. (2021). *Evaluación de cuatro hortalizas (Tomate, cebolla, lechuga y acelga) bajo tres sistemas de agricultura ecológica (mandalas, tablonos y verticales), Santo Tomás La Unión, Suchitepéquez.* [Tesis. Agronomía Tropical]. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Zamorano. (2019). *Importancia de los huerto verticales en la seguridad alimentaria y nutricional.*
<https://www.zamorano.edu/2019/12/20/importancia-de-los-huertos-familiares-en-la-seguridad-alimentaria-y-nutricional/>

Vo. Bo.



Lcda. Ana Teresa de González
 Bibliotecaria CUNSUROC



X. ANEXOS



Figura 31: Establecimiento de la investigación.



Figura 33: bledo en diseño de cajas.



Figura 32: bledo en cubetas.



Figura 34: Hierba Mora al suelo.



Figura 35: Chipilín al suelo.



Figura 36: Hierba Mora en cubetas.



Figura 37: Cultivo de chipilín establecido.

Tabla 27: Resumen de gastos de la estructura de cajas.

	Precio unitario	Cantidad	Total
Cajas	10	6 unidades	Q60.00
Tarimas	20	1 unidades	Q20.00
Ménsulas	12	8 unidades	Q96.00
Lombricomposta/Lixiviado	39	1 sacos	Q39.00
Semilla	5	1 libra	Q5.00
Tornillo	5	1 libra	Q5.00
Nylon	15	1 yarda	Q15.00
Total			Q240.00

Tabla 28: Resumen de los gastos de los diseños de cubetas.

	Precio unitario	Cantidad	Total
cubetas	18	4 unidades	Q72.00
Sierra	44	1 unidades	Q44.00
Lombricomposta/Lixiviado	39	1 sacos	Q39.00
Semilla	5	1 libra	Q5.00
Total			Q160.00

Tabla 29: Resumen de los gastos en los huertos convencionales.

	Precio unitario	Cantidad	Total
Semilla	5	1	Q5.00
Pita	6	1	Q6,00
Lombricomposta/Lixiviado	39	1	Q39.00
Total			Q50.00

Tabla 30: Temperaturas obtenidas.

	chipilín		hierba mora		bledo	
	T° interna	T° externa	T° interna	T° externa	T° interna	T° externa
T1	32.5	30.85	33.05	33.13	32.52	34.63
T2	31.833	29.50	31.07	31.92	31.70	35.08
T3	35	32.38	32.78	32.70	36.48	35.60
T4	35.55	35.40	30.93	30.78	33.65	34.43
T5	33.7	35.00	32.50	35.50	32.70	32.00
T6	32.4	35.20	30.60	33.33	32.10	35.10