



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Graduación

Análisis del crecimiento, rendimiento y rentabilidad en maíz, tomate y camote utilizando camas biointensivas con tres edades de establecimiento Tototalpa, Madriz, 2018

Autores

Br. Rebeca Azucena Martínez Rivas
Br. Rosibel del Carmen López Altamirano

Asesores

MSc. Ing. Hugo René Rodríguez González
Ing. Javier Ignacio Silva Rivera

Managua, Nicaragua
Abril, 2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Graduación

Análisis del crecimiento, rendimiento y rentabilidad en maíz, tomate y camote utilizando camas biointensivas con tres edades de establecimiento Totogalpa, Madriz, 2018

Autores

Br. Rebeca Azucena Martínez Rivas
Br. Rosibel del Carmen López Altamirano

Asesores

MSc. Hugo René Rodríguez González
Ing. Javier Ignacio Silva Rivera

Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Abril, 2020

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Tribunal Examinador

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: _____

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN		PÁGINA
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTO	iii
	ÍNDICE DE CUADRO	v
	ÍNDICE DE FIGURA	vi
	ÍNDICE DE ANEXO	vii
	RESUMEN	viii
	ABSTRACT	ix
I	INTRODUCCIÓN	1
II	OBJETIVOS	3
III	MATERIALES Y MÉTODOS	4
	3.1 Ubicación y fechas del estudio	4
	3.2 Diseño metodológico	5
	3.3 Manejo del ensayo	7
	3.3.1 Establecimiento de semilleros y técnica de doble trasplante para cultivos maíz y tomate	7
	3.3.2 Análisis físico-químico del suelo	9
	3.3.3 Delimitación del área para camas biointensivas	9
	3.3.4 Preparación de camas biointensivas con doble excavado	9
	3.3.5 Siembra de camas biointensivas	9
	3.3.6 Fertilización	11
	3.3.7 Manejo de arvenses	11
	3.3.8 Manejo de plagas	11
	3.3.9 Aporque	11
	3.3.10 Poda de formación	11
	3.3.11 Tutores en el cultivo de tomate	11
	3.4 Variables evaluadas	12
	3.4.1 Variables de crecimiento	12
	3.4.2. Variables de rendimiento	13
	3.5 Análisis de los datos	15

IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
	4.1 Comportamiento del crecimiento en maíz, tomate y camote, en camas biointensivas con tres edades de establecimiento	16
	4.1.1 Número de guías en camote	17
	4.1.2 Variables de crecimiento en camote y tomate sembrado en camas biointensivas	18
	4.1.3 Variables de crecimiento en maíz sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento	20
	4.2 Comportamiento del rendimiento en maíz, tomate y camote, en camas biointensivas con tres edades de establecimiento	21
	4.2.1 Número de raíces por m ² en camote	21
	4.2.2 Componentes del rendimiento en camote sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento	23
	4.2.3. Diámetro polar en tomate	25
	4.2.4. Diámetro ecuatorial en tomate	25
	4.2.5 Rendimiento en tomate	26
	4.2.6 Componentes del rendimiento en tomate en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento	27
	4.2.7 Componentes del rendimiento en maíz en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento	29
	4.3 Análisis de rentabilidad en maíz, tomate y camote en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento	33
	4.3.1 Costos variables	33
	4.3.2 Ingresos totales	35
	4.3.3 Rentabilidad	36
V	CONCLUSIONES	37
VI	RECOMENDACIONES	38
VII	LITERATURA CITADA	39
VIII	ANEXOS	46

DEDICATORIA

A **Dios** por sobre todas las cosas, por darme la vida, guiarme en todo momento, la voluntad y fuerza de seguir adelante siempre a lo largo de toda la trayectoria de mi carrera.

A mi madre **María Ernestina Rivas Cubas** por ser mi inspiración, apoyo en todo momento, por educarme, no desmayar hasta lograr mis objetivos enseñándome valores y principios.

A mi hermano **Jader Moisés Martínez Rivas** por ser mi motor, mi luz en esta vida, le agradezco a Dios por prestarme tan bello ser humano.

A mi abuela **Bertha Cuba Cundano** por instruirme en los buenos camino desde niña enseñándome valores. Por creer en mi capacidad brindándome toda la confianza y apoyo necesario.

A familiares y amistades, no son nada más y nada menos que un solo conjunto: seres queridos que suponen benefactores de importancia inimaginable en mi circunstancia, por la confianza puesta sobre mí persona **Gilma Pérez Maliaño, José Cuba Ojeda, Edelma del Carmen Méndez Martínez, Luz Marina Flores Sánchez, Oscar Sevilla Campo, Eveling Sevilla Campo.**

Rebeca Azucena Martínez Rivas

DEDICATORIA

Primeramente, a **Dios**, quien como guía siempre está presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer, hasta obtener uno de mis anhelos más deseados.

A mis padres **Teófilo López Méndez** y **Ruth del Rosario Altamirano Herrera**, por su amor, su apoyo incondicional y sacrificio en todos estos años, gracias por inculcar en mí principios y valores, así como el ejemplo del esfuerzo y a no temer las adversidades porque Dios está siempre conmigo.

A mis hermanos **Augusto Cesar López Altamirano**, **Juan Carlos López Altamirano**, **Félix Octavio López Altamirano**, **Janeth del Rosario López Altamirano**, **Martha Lucía López Altamirano** y **Jader Antonio López Altamirano**, por estar siempre presentes y por el apoyo moral que me han brindado a lo largo de esta etapa de mi vida.

A mis familiares **Roxana Monzón**, **Manuel Osorio**, **Johana Nohemí Osorio Monzón** y **Erick Manuel Osorio Monzón**, por brindarme su apoyo cuando más lo necesitaba, por abrirme las puertas y extenderme su mano en los momentos más difíciles.

Rosibel del Carmen López Altamirano

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a **Dios** por permitirme llevar a feliz término este trabajo, que me dio las fuerzas para seguir adelante, superando los obstáculos que se presentan a diario en mi vida.

Agradezco a la **Universidad Nacional Agraria** y la **Unión Europea (UE)** por su gestión institucional a través de la ONG **Amigos de la Tierra** para proporcionar apoyo financiero y metodológico en la presente investigación.

Al **Instituto de Promoción Humana (INPHRU)** Por apoyarme durante todo el período de investigación, dándome la oportunidad de afianzar mis conocimientos como profesional.

De manera muy especial a mi asesor: **MSc. Hugo René Rodríguez González**, por orientarme, apoyarme y corregirme en la labor científica con un interés y entrega que ha sobrepasado con mucho, todas las expectativas que como estudiante deposite en su persona.

A mis maestros **Dr. Oscar José Gómez, Ing. Francisca Mejía Betancourt, Ing. Henry Duarte, Javier Ignacio Silva Rivera** por su apoyo incondicional para ser posible la realización de mi trabajo de tesis

A mis amistades **Ing. Mariella Marveli Lacayo Juárez, Ing. Douglas René Ramos Romero**, por sus consejos y apoyo incondicional gracias a ello tuve muchas fuerzas para alcanzar esta meta.

A mis compañeros y colegas **Esmeralda Marina Núñez Flores, Karen García, Águeda Canales Umanzor, Solange Yaritza padilla Blanco, Alejandro José López Carazo, Br. Celin Uriel Amador Cuadra, Br. Luis Fernando Chamorro Calderón** por haber compartido buenos y malos momentos académicos.

Rebeca Azucena Martínez Rivas

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a **Dios** nuestro señor por bendecir mi camino, guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

Agradezco a la **Universidad Nacional Agraria, Unión Europea (UE)** y a la **ONG Amigos de la tierra** por brindar su apoyo financiero y metodológico en la presente investigación.

Al **Instituto de Promoción Humana (INPHRU)** por apoyarme durante todo el período de investigación, dándome la oportunidad de afianzar mis conocimientos como profesional.

De manera especial a mi asesor: **MSc. Hugo René Rodríguez González**, por guiarme con paciencia y rectitud como docente, por la ayuda que me brindó para la realización de esta tesis, por su apoyo y amistad que me permitieron aprender mucho más de lo estudiado. Su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como investigador. Las ideas, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave en el trabajo que he realizado.

A mis maestros **Dr. Oscar José Gómez, Ing. Francisca Mejía Betancourt, Ing. Henry Duarte, Javier Ignacio Silva Rivera** por su apoyo incondicional para hacer posible la realización de mi tesis.

A mis amistades y colegas, **Solange Yaritza Padilla Blanco, Aura Daniela Espinoza Rosales, Águeda Selená Canales Umanzor, Karen María García Rizo, Esmeralda Marina Núñez Flores, Oscar Fernando Silva Madriz**, por haber compartido buenos y malos momentos académicos.

Rosibel del Carmen López Altamirano

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Duración de plántulas de maíz y tomate en cajas de germinación y doble trasplante, Instituto de Promoción Humana, Tototalpa, Madriz, 2018	7
2. Resultados del análisis y recomendaciones de suelo de las nueve camas en estudio, Instituto Promoción Humana, Tototalpa, Madriz, 2018	10
3. Número de hojas con diferencias estadísticas no significativas en camote sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Tototalpa, Madriz, 2018	18
4. Altura y diámetro de tallo con diferencias estadísticas no significativas en tomate sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Tototalpa, Madriz, 2018	19
5. Altura, diámetro, número de hojas, longitud de hoja y ancho de hoja con diferencias estadísticas no significativas en maíz sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Tototalpa, Madriz, 2018	20
6. Componentes del rendimiento; peso, largo y ancho de raíz con diferencias estadísticas no significativas en camote sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Tototalpa, Madriz, 2018	23
7. Componentes del rendimiento; número de frutos, grados brix y volumen de frutos con diferencias estadísticas no significativas en el cultivo de tomate sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Tototalpa, Madriz, 2018	28
8. Componentes del rendimiento; peso de granos en mazorca, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, hileras por mazorca, número de granos por hilera y peso de 1000 granos del cultivo de maíz con diferencias estadísticas no significativas sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Tototalpa, Madriz, 2018	30
9. Costos variables de producción de los tres cultivos establecidos (maíz, tomate, camote) y de la preparación de las camas biointensivas, INPRHU, Tototalpa - Madriz, 2018	33
10. Materiales utilizados en la producción establecida en (maíz, tomate y camote), en nueve camas biointensivas, Tototalpa, Madriz, 2018	34
11. Costos variables de establecimiento (maíz, tomate, camote) y de la preparación de las camas biointensivas, INPRHU, Tototalpa - Madriz, 2018	34
12. Ingresos por ventas de producción en cultivos agrícolas de nueve camas biointensivas INPRHU, Tototalpa, Madriz, 2018	35

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación de camas biointensivas con tres edades de establecimiento en INPRHU (Instituto de Promoción Humana) Tototalpa, Madriz 2018.	4
2.	Diagrama de procesos de las actividades realizadas en el transcurso del estudio de las camas biointensivas Instituto de Promoción Humana, Tototalpa, Madriz, 2018.	5
3.	Diseño de camas biointensivas con tres edades de establecimiento, Instituto de Promoción Humana, Tototalpa, Madriz, 2018.	6
4.	Actividad trasplante de tomate, Instituto de Promoción Humana, Tototalpa, Madriz, 2018.	8
5.	Número de guías en camote sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Tototalpa, Madriz, 2018.	18
6.	Mapa mental del resumen de las variables de crecimiento en maíz, tomate y camote que no presentaron diferencias estadísticas significativas, Tototalpa, Madriz, 2018.	18
7.	Número de raíces en camote sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Tototalpa, Madriz, 2018.	22
8.	Diámetro polar de fruto en tomate sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Tototalpa, Madriz, 2018.	25
9.	Diámetro ecuatorial de fruto en tomate sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Tototalpa, Madriz, 2018.	26
10.	Rendimiento en tomate sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Tototalpa, Madriz, 2018.	27
11.	Mapa mental de las variables de rendimiento en maíz, tomate y camote que no presentaron diferencias estadísticas significativas, Tototalpa, Madriz, 2018.	32

ÍNDICE DE ANEXO

ANEXO		PÁGINA
1.	Establecimiento de semillero en los cultivos maíz criollo y tomate, delimitación del área de estudio Tototalpa, Madriz, 2018	46
2.	Doble excavado (Aflojamiento del suelo 60 cm), y siembra al tresbolillo en camas de estudio, Tototalpa, Madriz, 2018	47
3.	Pesaje y aplicación de enmiendas minerales (compost y harina de pescado), Tototalpa, Madriz, 2018	48
4.	Pesaje y aplicación de hongos entomopatógeno (<i>Trichoderma spp</i> y <i>Beauveria bassiana</i>), Tototalpa, Madriz, 2018	49
5.	Costo inicial de los implementos utilizados en el establecimiento de nueve camas biointensivas, INPRHU, Tototalpa - Madriz, 2018	50

RESUMEN

En Nicaragua, parte de la producción agrícola está en manos de pequeños agricultores. Los métodos tradicionales, convencionales y agroecológicos son los que predominan. La técnica biointensiva surge como una alternativa dentro del enfoque agroecológico para obtención de alimentos sanos en espacios reducidos. Se realizó una investigación en época seca de 2018 en el Instituto de Promoción Humana (INPRHU) ubicado en Totogalpa, Somoto. Con el objetivo de comparar el crecimiento, rendimiento y rentabilidad de cultivos maíz, tomate, y camote en nueve camas biointensivas con tres edades de establecimiento. Las camas biointensivas tienen una dimensión de 8 m (largo) 1.25 m (ancho) y 0.6 m (profundidad). Las enmiendas minerales aplicadas fueron harina de pescado y compost. Los datos fueron analizados con Infostat, con análisis de varianza al 95% de confianza y separación de media según tukey. Los resultados muestran diferencias estadísticas para la variable decrecimiento y rendimiento. En las variables de crecimiento el número de guías en el cultivo de camote presentó diferencias estadísticas significativas obteniendo el mayor resultado a (93 guías m⁻²) con la cama biointensiva de dos años. En las variables de rendimiento la diferencia estadística se observó en el cultivo de camote con el número de raíz por planta; cama de dos y tres años obtuvieron la categoría a (55.2 raíz m⁻²) y ab (43 raíz m⁻²), respectivamente. En el cultivo de tomate las camas biointensivas de cero y tres años presentaron las dos mejores categorías estadísticas en las variables: diámetro polar y ecuatorial por fruto. El peso de fruto de tomate promedio es de 1.35 kg m⁻² y 1.25 kg m⁻² los dos mejores resultados estadístico pertenecen a las camas con cero y tres años, respectivamente. El cultivo de maíz no presentó diferencia estadística para variables de crecimiento y rendimiento en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento.

Palabra clave: Biointensivo, establecimiento, rendimiento, crecimiento, rentabilidad.

ABSTRACT

In Nicaragua, part of agricultural production is in the hands of small farmers. Traditional, conventional and agroecological methods predominate. The biointensive technique emerges as an alternative within the agroecological approach to obtain healthy food in small spaces. An investigation was carried out in the dry season of 2018 at the Institute for Human Promotion (INPRHU) located in Totogalpa, Somoto. With the aim of comparing the growth, yield and profitability of corn, tomato, and sweet potato crops in nine biointensive beds with three ages of establishment. The biointensive beds have a dimension of 8 m (length) 1.25 m (width) and 0.6 m (depth). The mineral amendments applied were fishmeal and compost. The data were analyzed with Infostat, with Analysis of variance at 95% confidence and average separation according to tukey. The results show statistical differences for the growth and yield variable. In the sweet potato crop I present significant statistics, obtaining the best result at (93 guides m^{-2}) with the three-year biointensive bed. In the yield variables the statistical difference was observed in the sweet potato crop with the tuber number per plant; Two and three-year bed obtained category a (55.2 tuber m^{-2}) and ab (43 tuberm⁻²), respectively. In tomato cultivation, the biointensive beds of zero and three years presented the two best statistical categories in the variables: polar and equatorial diameter per fruit. The average tomato fruit weight is 1.35 kg / m^2 and 1.25 kg m^{-2} the two best statistical results belong to the beds with zero and three years, respectively. The corn crop did not show statistical difference for growth and yield variables in biointensive beds of zero, two and three years of establishment.

Keywords: biointensive, establishment, performance, growth, profitability.

I. INTRODUCCIÓN

La seguridad alimentaria está relacionada también con la nutrición y salud. Es decir, a pesar de la sobreproducción mundial de alimentos, la situación de hambre ha empeorado, con cerca de mil millones de personas en esta condición a nivel mundial FAO (2018). Esto obliga a diseñar estrategias que permitan enfrentar el reto de la seguridad alimentaria, no sólo en cómo producir los alimentos sino cómo lograr mayor disponibilidad de alimentos en un escenario de recursos limitados (suelo, agua) y cambio climático.

Se requiere que el suelo este sano, vivo y libre de químicos. El método biointensivo es un tipo de agricultura viable para la producción orgánica de alimentos e intensiva, sin el uso de herramientas o maquinaria costosa y agroquímicos. Este método comenzó a desarrollarse en California, USA, hace más de 30 años por una asociación civil: “Ecology Action”, que ha experimentado y lo ha difundido a tal grado que el método se aplica en 130 países (SEMARNAT, 2009).

Gómez (1994) afirma que reemplazar el modelo convencional exógeno y dependiente de los factores externos por un modelo más endógeno (basado en los recursos que los agricultores poseen) y protagónico (centrado en la acción y en el esfuerzo de las familias campesinas). Se debe apuntar a modelos de producción más resilientes y sostenibles en el que se obtenga producción sin causar daño al ambiente.

Willey (1979) menciona que uno de los principio del método biointensivo es el asocio de cultivo que permite incrementar la variedad de productos de cosecha por área y se hace uso eficiente de los recursos edafoclimáticos, considerando que los cultivos asociados representan una forma de incrementar la variedad de productos y proporcionan un ingreso adicional al agricultor en la misma unidad de terreno, así como ventajas relativas a la distribución temporal del trabajo de mantenimiento, en función de los requerimientos particulares de las especies asociadas.

Considerando que la producción de hortalizas se concentra en pequeños productores con áreas de 0.35 a 1.46 ha, se debe potenciar el uso racional de suelo y agua. De aquí que la investigación propuesta se enfocó en el método de cultivo biointensivo que se ha desarrollado sobre criterios ecológicos, el cual está ligado a la seguridad alimentaria y al manejo sostenible de suelo y agua, dentro de los contextos de la agricultura familiar, resaltando su importancia para la biodiversidad agrícola y al uso sostenible de los recursos naturales.

FONTAGRO (2017) menciona que el corredor seco de Nicaragua está constituido por 33 de los 153 municipios del país, estos son los que más sufren por el cambio climático y donde en los últimos 20 años la temperatura aumentó en 0.10°C.

La población de Nicaragua no está exento de sufrir desnutrición por falta de buena alimentación lo que causan enfermedades, muerte prematura y deterioro de la capacidad cognoscitiva en niños menores de 5 años, niños en edad escolar y mujeres en edad fértil (Romero *et al.* 2011).

En los huertos orgánicos biointensivos, donde se siembran las plantas a distancias más cercanas que cuando se siembran en condiciones normales de campo y alta fertilización orgánica utilizada, lo que hace que la planta disponga de todos los nutrientes en la zona donde se encuentran las raíces, lo que favorece la elevación de los rendimientos (Villafuerte *et al.* 2018).

Con esta investigación se pretende proveer información para futuros estudios que conduzcan a la obtención y documentación del método biointensivo bajo condiciones tropicales, permitiendo a los productores implementar mejores estrategias de inversión económica. El conocimiento del manejo eficiente de cultivos en camas biointensivas permitirá obtener mejores rendimientos utilizando sistemas diversificados bajo un modelo de producción amigable con la salud humana y el ambiente.

Evaluar el crecimiento, rendimiento y rentabilidad en maíz, tomate y camote en camas biointensivas con tres edades de establecimiento de siembra es un factor que contribuirá a obtener alta productividad sin alterar negativamente el suelo y para analizar mejor el comportamiento de estos cultivos se han definido los objetivos a continuación.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Determinar el crecimiento, rendimiento y rentabilidad económica en maíz, tomate y camote utilizando camas biointensivas con tres edades de establecimiento.

2.1. Específicos

Comparar el crecimiento en maíz, tomate y camote en camas biointensivas con tres edades de establecimiento diferentes.

Determinar el rendimiento en maíz, tomate y camote en camas biointensivas con tres edades de establecimiento diferentes.

Calcular la rentabilidad económica en maíz, tomate y camote en camas biointensivas con tres edades de establecimiento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y fechas del estudio

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Educación de Alternativa Rural (CEAR)-Telpochcallí en el Instituto de Promoción Humana (INPRHU), ubicado en el km 211.5 de la comunidad Sabana Grande, Totogalpa, Madriz entre las coordenadas latitud N 13° 31' 19.86" y longitud O de 86° 29' 18.64" (Figura 1).

El área del experimento se caracterizó por tener precipitación media anual entre 800 y 1,100 mm. La temperatura en la zona entre 23° y 24 °C. Estos datos fueron proporcionados por la estación del Instituto de Promoción Humana (INPRHU). Se determinó una pendiente de 5% con técnicas de análisis de campo en el terreno donde se desarrolló la investigación y el tipo de suelo presente es franco arcilloso arenoso. El clima del lugar es de altura sábana tropical según (Köppen, 1900).

El estudio se inició el 30 de noviembre del 2018 finalizando el 24 de mayo del 2019. Totogalpa, Madriz es una zona extremadamente seca por lo que los procesos de validación, estudio y experimentación cobran relevancia estratégica en la búsqueda de soluciones a los problemas de producción existente mediante la aplicación del método biointensivo.



Figura 1. Ubicación de camas biointensivas con tres edades de establecimiento en INPRHU (Instituto de Promoción Humana) Totogalpa, Madriz 2018.

3.2 Diseño metodológico

El presente estudio es no experimental, posee un diseño longitudinal de evolución, tipo de investigación explicativa causa-efecto según Sampieri (2014). El estudio desarrolló tres etapas. Se delimitó el área, se realizó el establecimiento de los cultivos, medición de variables para su posterior análisis y redacción técnica del manuscrito final (Figura 2).



Figura 2. Diagrama de procesos de las actividades realizadas en el transcurso del estudio de las camas biointensivas Instituto de Promoción Humana, Totogalpa, Madriz, 2018.

Recolección del germoplasma

Se procedió a visitar a los productores cercanos al sitio donde se estableció el estudio, previa convocatoria de técnicos locales para solicitar muestras de especies y variedades que se nombran a continuación:

- Maíz (*Zea maíz* L.) var. olotillo amarillo
- Camote (*Ipomea batata* L.) var. INTA morado
- Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) var. L5

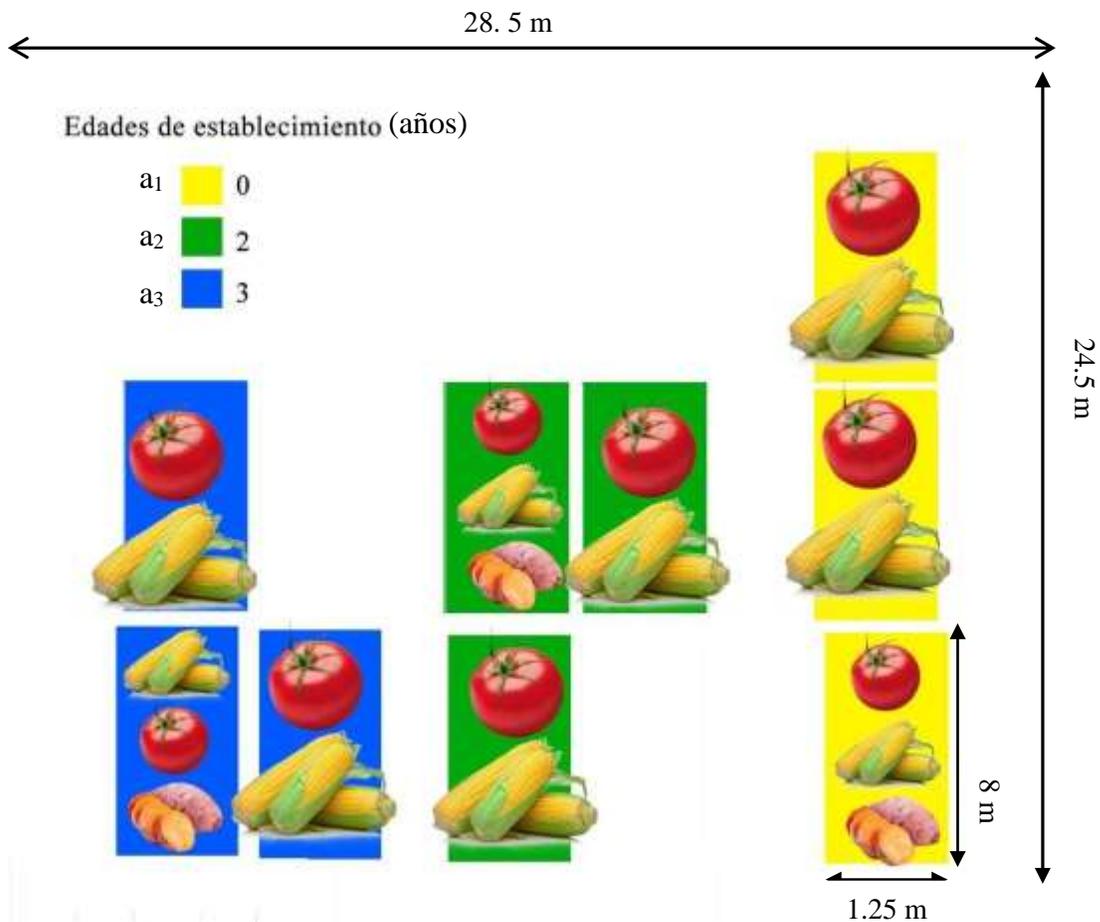


Figura 3. Diseño de camas biointensivas con tres edades de establecimiento, Instituto de Promoción Humana, Totogalpa, Matriz, 2018.

Las camas están establecidas dentro de un área total de 698.25 m^2 (28.5 m de largo y 24.5 m de ancho), cada una de las camas está delimitada por un área de 10 m^2 (1.25 m de ancho y 8 m de largo).

El presente estudio consideró el tiempo de establecimiento de camas biointensivas. Este a su vez presenta tres niveles: cero años de establecimiento (a_1), dos años de establecimiento (a_2) y tres años de establecimiento (a_3).

Siguiendo los principios de Jeavons (2018), las camas representadas por color amarillo se prepararon al inicio de la investigación siendo estas las de cero años, las camas de color verde tienen dos años de haber sido preparadas y manejadas, la edad de establecimiento de las camas de color azul es de tres años (Figura 3).

Herramientas utilizadas para la recolección de datos

Las variables de crecimiento, se midieron cada 15 días y las de rendimiento en dependencia del estado de madurez de los frutos y raíces tuberosas.

Los instrumentos utilizados en el levantamiento de los datos fueron: tabla de campo, hojas de registro, vernier, cinta métrica, lápiz, cuaderno, marcadores, sellador, calculadora, cajas de plástico, madera, azadones, caba, pala, machetes, tutores, zaranda, espátulas, balde, cajillas, bolsa, cabuya, balanza digital con unidades de medida en libras y gramos.

3.3 Manejo del ensayo

3.3.1 Establecimiento de semilleros y técnica de doble trasplante para cultivos maíz y tomate

El establecimiento de los semilleros se realizó antes de la preparación de las camas biointensivas. Los cultivos de maíz y tomate primero fueron llevados a cajas de germinación y el doble trasplante fue un método realizado únicamente para el cultivo de tomate (Cuadro 1).

Cuadro 1. Duración de plántulas de maíz y tomate en cajas de germinación y doble trasplante, Instituto de Promoción Humana, Totogalpa, Madriz, 2018

Especies	Cajas de germinación		Doble trasplante*	Cajas doble trasplante	
	Duración (días)	Distancia (cm)		Duración (días)	Distancia (cm)
Maíz	7	2.5			
Tomate	15	2.5	X	14	5

X indica el cultivo al que se le practicó doble trasplante.

Inicialmente se sembraron todas las especies en cajas de germinación utilizando como sustrato compost obtenido en la Universidad Nacional Agraria, más suelo recolectado de la zona en estudio en una relación 1:1, depositando la semilla a una profundidad de 0.65 cm, se utilizaron cajas de madera con dimensiones de 60 cm de largo x 30 cm de ancho x 7.5 cm de profundidad.

En la figura 4 se puede observar el doble trasplante, este permite estimular la producción de raíces antes de ir a la cama de cultivo. Este consistió en seleccionar las plántulas con las mejores características morfológicas (vigor, follaje, largo del tallo, coloración) identificadas en el semillero; estas se trasladaron a cajas de germinación con dimensiones de 30 cm de largo x 30 cm de ancho x 15 cm de profundidad.

Las especies que requirieron doble trasplante y el tiempo de duración del mismo se detallará en el cuadro 1. El camote se estableció directamente en la cama biointensiva, el material utilizado había obtenido su madurez fisiológica; la medida del esqueje es de 30 cm de longitud con 4 a 6 yemas (Anexo 1).



Figura 4. Actividad trasplante de tomate, Instituto de Promoción Humana, Totogalpa, Madriz, 2018.

3.3.2 Análisis físico-químico del suelo

Antes de la preparación de las camas se colectaron muestras de suelo de las nueve camas, considerando tres muestras por cama, extrayendo suelo de los dos extremos y el centro de éstas para formar una muestra compuesta de suelo. Los análisis se realizaron en el laboratorio de suelo y agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) para determinar las propiedades físicas (textura y densidad aparente) y propiedades químicas (pH, contenido de materia orgánica, conductividad eléctrica, macro y micronutrientes y capacidad de intercambio catiónico).

3.3.3 Delimitación del área para camas biointensivas

Con azadones y machetes se limpió el área donde estaban ubicadas las camas biointensivas. Con ayuda de una cinta métrica se midió y delimitó el área de nueve camas; las dimensiones fueron las sugeridas por Jeavons (2018): 1.25 m de ancho y 8 m de largo (Anexo 1).

3.3.4 Preparación de camas biointensivas con doble excavado

Se utilizó una tabla de madera con dimensiones de 1.1 m (largo) y 1.0 m (ancho) encima de la cama, dejando aproximadamente 30 cm desde donde inicia la cama para hacer la primera excavación. De la parte superior de la excavación utilizando cubetas con capacidad de 20 litros, se extrajeron siete porciones de suelo, esto equivale a 0.14 m^3 , aproximadamente 182 kg de suelo. Se dejó una porción de suelo con volumen de 0.02 m^3 ; esta fue utilizada para hacer el almácigo en el cultivo de tomate y maíz. El suelo restante se incorporó a las camas. Este procedimiento se realizó múltiples veces hasta finalizar la cama biointensiva. La doble excavación es la principal forma de preparar una cama biointensiva hasta que se obtenga un suelo con una estructura franco (Anexo 2). En un futuro solo se requerirá cultivar superficialmente los primeros cinco a 10 cm (Jeavons, 2018).

3.3.5 Siembra de camas biointensivas

La siembra se realizó el 28 y 29 de diciembre del 2018, trasplantando de forma manual, a una distancia entre plantas de 90 cm (maíz), 45 cm (tomate) 22.5 cm (camote) a tres bolillos para un total de 1.2 planta/ m^2 de maíz, 5 planta/ m^2 de tomate y 20 planta/ m^2 de camote, creando patrones triangulares que formen hexágonos (Anexo 2).

3.3.6 Fertilización

Antes de establecer el ensayo se llevaron muestras de suelo del lugar de estudio hacia el Laboratorio de Suelo y Agua de la UNA para realizar un análisis físico. La dosis de abono orgánico (compost + harina de pescado) fue calculada considerando el porcentaje de la materia orgánica presente; 2.8 %, 2.59% y 2.06% para las camas biointensivas de cero, dos y tres años respectivamente. Se tomó como referencia la clasificación para el contenido de materia orgánica para los suelos de Nicaragua (García, 2007).

La fertilización orgánica consistió en la incorporación de abonos orgánicos (compost, harina de pescado) en nueve camas. Los abonos orgánicos fueron incorporados y distribuidos en el suelo una semana antes de la siembra a razón de 0.71 kg m⁻² en camas de cero año, 0.72 kg m⁻² en camas de dos años, 0.76 kg m⁻² para las camas de tres años, en el caso de harina de pescado fueron a razón de 0.10 kg m⁻² en camas de cero año, 0.10kg m⁻² en las de dos años y las de tres años fueron de 0.05 kg m⁻² cada uno de estos abonos aportó un 50% en cantidad de nutrientes con el propósito de completar el 100% de nutrientes requerido por el cultivo (Anexo 3).

En base al resultado del análisis del suelo se suministró compost y harina de pescado según lo que el cultivo demanda (maíz, tomate y camote) donde cada edad de cama presentó diferencia en su crecimiento y rendimiento en cuanto a los tres cultivos.

Cuadro 2. Resultados del análisis y recomendaciones de suelo de las nueve camas en estudio, Instituto Promoción Humana, Totogalpa, Madriz, 2018

Edad de las Camas	Disponibilidad (kg ha ⁻¹)			Demanda (kg ha ⁻¹)			Suministro por Edad de cama	
	N	P	K	N	P	K	Compost (kg cama ⁻¹)	Harina de pescado (kg cama ⁻¹)
0 años	84	160	604	130	90	150	15.555	2.24
2 años	78	140	519	130	90	150	15.889	2.28
3 años	61.8	167	491.4	130	90	150	16.806	1.1

3.3.7 Manejo de arvenses

Se realizó el manejo de arvenses de forma manual una vez por semana, se inició el cinco de enero del 2019 finalizando el siete de mayo del mismo año.

3.3.8 Manejo de plagas

A partir de los 20 días después del trasplante, se realizó muestreos para determinar el tipo y población de plagas presente. En base a los resultados de los muestreos se aplicó hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* en dosis de 30 g diluido en 20 litros de agua, se realizaron tres aplicaciones, para el manejo de mosca blanca, áfidos y *Trichoderma sp* se usó como preventivo de enfermedades producidas por hongos, la dosis usada fue de 30 g diluido en 20 litros de agua, se realizaron tres aplicaciones (Anexo 4).

3.3.9 Aporque

El aporque se efectuó 20 días después de la siembra de forma manual cada 15 días, con los objetivos de contrarrestar el efecto de viento y la reducción de arvenses alrededor de las plantas.

3.3.10 Poda de formación

La poda de formación en el cultivo de tomate se realizó dentro de las tres semanas posteriores al trasplante, su objetivo es balancear el crecimiento vegetativo y formación del fruto.

3.3.11 Tutores en el cultivo de tomate

Consistió en colocar un sostén a las plantas cuando inicia la etapa de desarrollo, con el objetivo de que no estén en contacto con el suelo y no se dañe la planta. Los tutores usados fueron de un metro de altura y se colocó uno por planta, se sostuvieron con nylon, las cuales deben colocarse según el crecimiento de las plantas a una altura de 30 cm.

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Variables de crecimiento

Cultivo de maíz

Altura de la planta (cm)

Para evaluar la variable altura de planta se seleccionaron diez plantas al azar dentro de las camas biointensivas. Esta variable se midió desde la base del suelo hasta el último nudo del tallo muy cerca de la hoja bandera. La herramienta utilizada fue la cinta métrica.

Diámetro de tallo (cm)

Se midió en el segundo nudo de diez plantas seleccionadas al azar por cama biointensiva. La herramienta que se utilizó fue el vernier.

Número de hojas

Se realizó un conteo por método de observación. El dato obtenido fue el número total de hojas presentes, en diez plantas seleccionadas al azar por cama biointensiva.

Cultivo de tomate

Altura de la planta (cm)

Para evaluar la variable altura de planta se tomaron diez plantas seleccionadas al azar dentro de la cama biointensiva, midiéndose desde la base del suelo hasta zona de crecimiento apical. Se midió utilizando cinta métrica.

Diámetro de tallo (cm)

Se midió en el segundo entrenudo de las plantas seleccionadas al azar; fueron diez en total. La unidad de medida utilizada es el cm, utilizando un vernier.

Cultivo de camote

Número de hojas

Se realizó un conteo por método de observación. El dato obtenido fue el número total de hojas presentes, de cada una de las plantas por cama biointensiva.

Número de guías

A los 144 días después de la siembra se realizó un conteo visual del número de guías presentes en cada una de las plantas de camote.

3.4.2. Variables de rendimiento

Al momento de la cosecha se recolectaron raíces en camote, frutos de tomate y mazorcas de maíz de toda la cama biointensiva. En cada corte se seleccionaron ocho frutos de tomate, ocho mazorcas de maíz y ocho raíces en camote para la medición de las siguientes variables.

Cultivo de maíz

Longitud de la mazorca (cm)

Se midió desde la base del pedúnculo hasta su ápice en cinco mazorcas, utilizando como herramienta la cinta métrica.

Diámetro de la mazorca (cm)

Se midió la parte media en cada una de las mazorcas cosechadas, utilizando un vernier.

Número de hilera de la mazorca

Se contó en zonas próximas al centro del raquis, debido a que es la sección donde se mantiene la orientación embrionaria. Esta labor fue realizada de manera manual en cada una de las mazorcas cosechadas.

Número de granos por hilera de la mazorca

Se realizó de forma manual el conteo de número de granos de cada una de las hileras que conforman la mazorca.

Peso de granos en mazorca (kg)

Esta variable se obtuvo utilizando una balanza digital con unidad de medida en gramos para pesar el total de granos que tenía cada una de las mazorcas, este resultado fue convertido a kilogramos.

Peso de 1000 granos (kg)

Se tomó el peso de 1000 semillas por cama, utilizando una balanza analítica ME. La unidad de medida utilizada fue el kg.

Cultivo de tomate

Diámetro polar (cm)

Esta variable se midió en diez frutos desde la cicatriz del pedúnculo hasta el ápice. La herramienta de medición empleada fue el vernier.

Diámetro ecuatorial (cm)

La variable se midió en la parte media del fruto, tomando como muestra 10 frutos, se usó un vernier como herramienta.

Grado brix (%)

Para la toma de los grados brix se utilizó un refractómetro tomando una pequeña muestra de jugo obtenida de diez frutos por cama biointensiva para ser colocada en el prisma de medición del refractómetro y se distribuyó uniformemente, la lectura se anotó en una hoja de cálculo Excel.

Rendimiento en el cultivo de tomate (kg m⁻²)

Las plantas de tomate seleccionadas para la medición de esta variable fueron cinco por metro cuadrado. El peso de cada fruto cosechado fue medido utilizando una balanza digital.

Cultivo de camote

Largo de raíz (cm)

Se midió cada una de las raíces cosechadas de la cama biointensiva desde el extremo proximal hasta el extremo distal, utilizando como herramienta una cinta métrica.

Ancho de raíz (cm)

Se midió cada una de las raíces de camote cosechadas por cama biointensiva, en la parte media de la raíz utilizando el vernier.

Número de raíces por plantas (n° raíces m^{-2})

Se contó de manera manual el número de raíces de cada una de las plantas por cama biointensiva.

Peso de raíz por planta ($kg\ m^{-2}$)

Se tomó el peso de cada una de las raíces cosechadas utilizando una balanza digital.

3.5 Análisis de los datos.

El presente estudio se consideró no experimental; su arreglo inicial fue estructurado por INPRHU hace tres años; éste no presentó azarización al asignar las edades de establecimiento por cama biointensiva y se mantuvo tal cual durante todo ese tiempo. Los autores de este estudio se dedicaron exclusivamente a verificar las evidencias por observación y medición de variables del crecimiento y rendimiento para los cultivos de maíz, tomate y camote; en el ambiente tal cual se ha manejado por INPRHU. La toma de datos fue realizada entre el 30 de noviembre 2018 y el 24 de mayo de 2019. Una vez estructuradas las bases de datos se realizaron pruebas para verificar normalidad (Shapiro-Wilks) y heterogeneidad (Levene). Los datos obtenidos por variables se comportaron según la curva normal (campana de Gauss) y presentaron dispersión similar (homogeneidad de varianza). Considerando estos dos supuestos de la ANDEVA como referente se procedió a analizar los datos utilizando una prueba estadística paramétrica: “Análisis de varianza” al 95% de confianza y separación de medias según Tukey.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El método de cultivo biointensivo de agricultura ecológica sustentable es a pequeña escala, pocos insumos, enfocado al autoconsumo y a la mini-comercialización, aprovecha la naturaleza para obtener altos rendimientos de producción en poco espacio con un bajo consumo de agua. Tiene el potencial de combatir el hambre, establecer la seguridad alimentaria y convertirse en la “revolución más verde” que este planeta necesita, se basa en varios principios que pueden ser adaptados a cualquier clima e implementados con técnicas realizadas a mano, usando herramientas sencillas. El resultado es una agricultura ecológica que produce alimentos nutritivos, orgánicos y mejora la fertilidad del suelo (Rostran et al., 2016).

El crecimiento vegetal, entendido como un aumento irreversible en tamaño de los organismos, implica a nivel fisiológico una serie de cambios y reacciones de tipo bioquímico, de las cuales dependerá finalmente el comportamiento agronómico y el rendimiento potencial de los diferentes cultivos. Generalmente, el crecimiento se determina mediante medidas directas (altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, área foliar, masa seca) e indirectas como la tasa de asimilación neta, tasa de crecimiento del cultivo, tasa relativa de crecimiento, entre otras. El crecimiento está ligado a factores ambientales como luz, temperatura y humedad, entre otros (Salisbury y Ross, 1994).

4.1 Comportamiento del crecimiento en maíz, tomate y camote, en camas biointensivas con tres edades de establecimiento

De acuerdo con Guerrero et al. (2007). Las camas biointensivas representan importancia ecológica en el proceso de producción de las hortalizas debido a que las familias llevan a cabo las prácticas y principios que requiere el sistema biointensivo, incluyen prácticas que ayudan a conservar los recursos naturales, como: la selección de semillas de las hortalizas cosechadas de las camas biointensivas (82.2%), el uso de abonos orgánicos (95.6%) contribuyendo de esta manera a mejorar la calidad del suelo y aumentando la fertilidad, empleo de productos biológicos (64.4%) para el manejo de plagas y enfermedades.

4.1.1 Número de guías en camote

En la figura 5 se muestra el número de guías del cultivo de camote y el resultado obtenido en camas por edades de establecimiento (años).

Se observó diferencia estadística significativas (medias con una letra común no son significativamente diferentes, $p > 0.05$) obteniendo el mayor resultado las camas biointensivas de dos años con 93 guías m^{-2} en la categoría “a” y en la categoría b fue ocupada por las camas biointensivas de tres y cero años presentando 62 y 54.4 guías m^{-2} respectivamente.

El crecimiento de la planta de camote en cultivos asociados tiende a ser menor al establecerse como monocultivo en términos periódicos de incremento de biomasa aérea y subterránea (Escobar, 1972).

La disponibilidad de nitrógeno (N) dentro de la cama de dos años le proporcionó los nutrientes necesarios al cultivo de camote para el crecimiento de guías, esta característica fenológica es muy importantes para evitar la emergencia de malezas. El camote en suelos ricos con nitrógeno y materia orgánica se producen mucho crecimiento vegetativo (Silva, 2009).

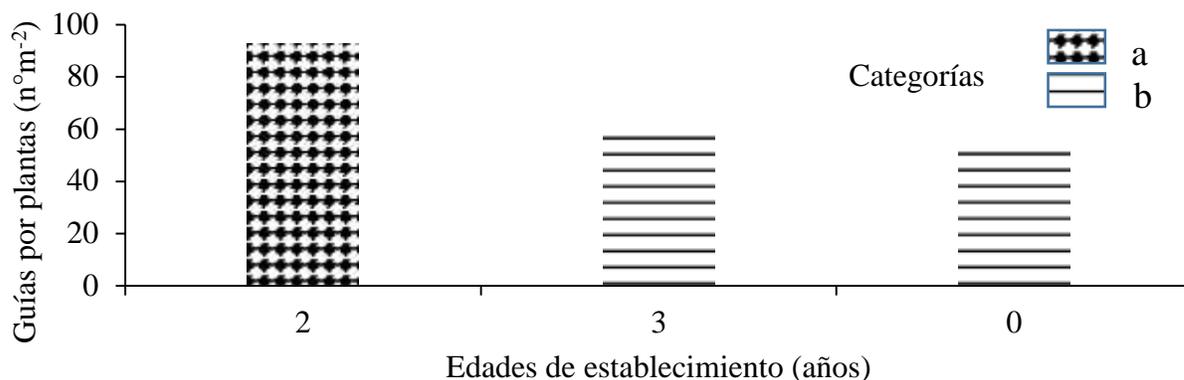


Figura 5. Número de guías en camote sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Totogalpa, Madriz, 2018.

4.1.2 Variables de crecimiento en camote y tomate sembrado en camas biointensivas

Número de hojas en camote

En el cuadro 3 se observa que el número de hojas en el cultivo de camote resultó con diferencias estadísticas no significativas. Uno de los factores que interfirió con un desarrollo adecuado de la planta fue el pH del suelo. La variabilidad del pH va desde 8.21(tres años), 8.35 (dos años) hasta 8.27 (cero años). Según Dondo (2008). Los niveles de pH en los que puede desarrollarse bien el cultivo de camote oscilan de 4,5 y 7,5 siendo el pH óptimo de 5,5 y 6,5.

Cuadro 3. Número de hojas con diferencias estadísticas no significativas en camote sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Totogalpa, Madriz, 2018

Edad de camas	Número de hojas	Categorías
0	72.83	a
2	86.96	a
3	93.05	a

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

Altura de la planta de tomate

En el cuadro 4 se muestra la altura de la planta con diferencias estadísticas no significativas en el cultivo de tomate, con promedios de 36.88 cm en camas de cero año, 35.48 cm en camas de dos años y 36.09 cm en camas de tres años. El tamaño viene determinado tanto por las características genéticas de las plantas como por muchos otros factores, encontrándose plantas de porte bajo, con 30 – 40 cm, y de porte alto, que pueden alcanzar hasta 3 metros (INTA, 2004).

Diámetro del tallo en la planta de tomate

El tallo es la parte de los vegetales que brinda soporte y sostén a la planta, el tallo de las plantas jóvenes del tomate es cilíndrico, más tarde se vuelve angular según las características de las variedades y la influencia del manejo (Mora, 2002).

En el cuadro 4 se muestra que la variable diámetro del tallo es similar en las camas de cero, dos y tres años de establecimiento. Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas, en promedio el diámetro obtuvo 0.62 cm en camas de cero años, 0.60 cm en camas de dos años y 0.62 cm en camas de tres años. Según Andrades y Loáisiga (2013) obtuvieron resultados en diámetro de tallo de 1.00 cm, 1.10 cm y 1.20 cm. Los resultados obtenidos en éste estudio se presentaron por debajo de estos valores.

Cuadro 4. Altura y diámetro de tallo con diferencias estadísticas no significativas en tomate sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Totogalpa, Madriz, 2018

Edad de cama	Altura (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Categoría
0	36.88	0.62	a
2	35.48	0.60	a
3	36.09	0.62	a

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

4.1.3 Variables de crecimiento en maíz sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento

En el cuadro 5 se presentan las variables del crecimiento medidas en el cultivo de maíz. No se encontró diferencias estadísticas significativas en las variables altura (cm), diámetro del tallo (cm), número de hojas, longitud de hojas (cm) y ancho de hojas (cm). El diámetro del tallo obtuvo resultados de 0.80 en camas cero año, 0.76 en las camas de dos años y para las cama de tres años fue de 0.86. En el número de hojas se obtuvieron promedios de 7.00 hojas en las camas de cero año, para las cama de dos años fue 6.63 hojas y en las cama de tres años de 6.60 hojas, los rangos obtenido están por debajo de los resultados obtenidos por Rodríguez *et al.* 2016 el número de hojas emitidas y el diámetro del tallo oscilaron entre 11 y 12 hojas por planta y 1.7 a 2.0 cm de diámetro respectivamente.

Cuadro 5. Altura, diámetro, número de hojas, longitud de hoja y ancho de hoja con diferencias estadísticas no significativas en maíz sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Totogalpa, Madriz, 2018

Edad de cama	Altura (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Número de hojas	Longitud de hoja	Ancho de hoja	Categoría
0	34.95	0.8	7	23.2	2.89	a
2	32.88	0.76	6.63	20.52	2.68	a
3	35.79	0.86	6.6	21.58	2.86	a

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

Mediante las pruebas estadísticas, se busca encontrar si existe diferencias entre resultados obtenido entre las diferentes edades de camas. En el caso del maíz, tomate y camote de nuestro estudio la mayoría de las variables de crecimiento no presentaron diferencia estadística significativa.

En la figura 6 se muestran las variables de crecimiento en los tres cultivos establecidos, en tomate las variables altura de la planta y diámetro del tallo no presentaron diferencias estadísticas significativas, en el cultivo de maíz las variables altura de la planta, diámetro del tallo, largo de la hoja, ancho de la hoja y número de hojas no presentaron diferencias estadísticas significativas, en camote la variable número de hojas no presentó diferencia estadística significativa.

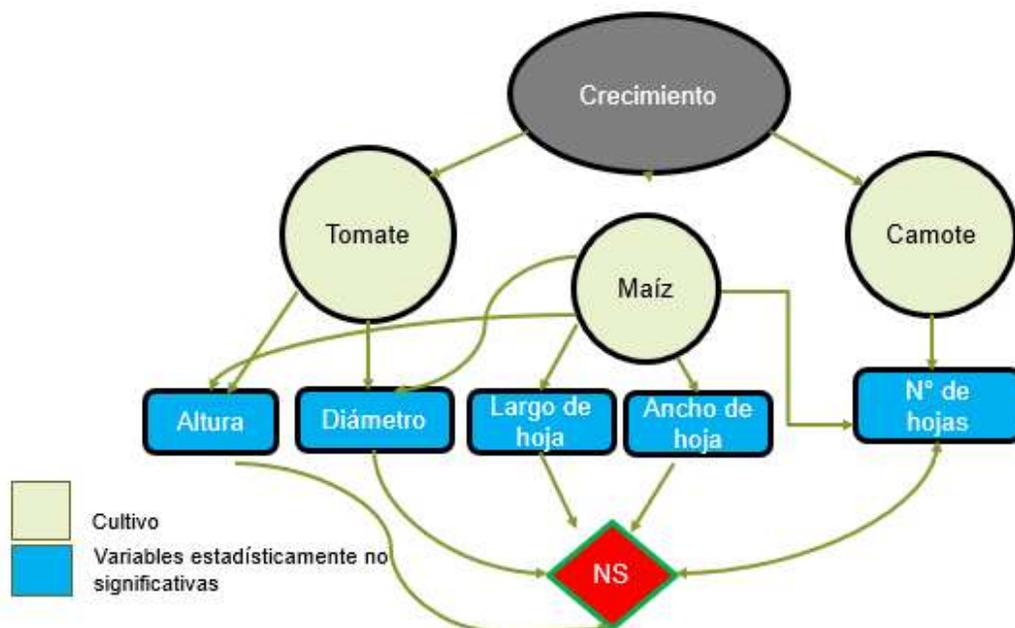


Figura 6. Mapa mental del resumen de las variables de crecimiento en maíz, tomate y camote que no presentaron diferencias estadísticas significativas, Totogalpa, Madriz, 2018.

4.2 Comportamiento del rendimiento en maíz, tomate y camote, en camas biointensivas con tres edades de establecimiento

4.2.1 Número de raíces por m² en camote

En la figura 7 se muestra la variable de rendimiento “número de raíces por m²” en el cultivo de camote presentó diferencias estadísticas significativas. El mayor número de raíces se obtuvo en las camas de dos años con la categoría “a” (55.2 raíces m²). Las camas de tres años alcanzaron la categoría “ab” con un rendimiento de 43 raíces m² y en las camas de cero años se clasificaron con categoría b, en estas, el rendimiento que se obtuvo fue de 30 raíces m².

Si se obtiene un mayor número de raíces por planta se entrega a la población otra alternativa de alimentación; en caso de existir crisis en la producción de granos básicos. El cultivo de camote presenta una cantidad de energía que el cuerpo humano necesita para su subsistencia, su follaje trae abundantes beneficios para el ganado bovino y para protección del suelo (Peñarrieta, 2001).

Cañas *et al.* (2016) realizó un estudio en camote y encontró 120 raíces m². La variable número de raíces por plantas de la variedad estudiada por Cañas *et al.* (2016) en comparación al número de raíces por plantas de la variedad de camote establecido en nuestro estudio es considerablemente bajo, debido al tipo de variedad de camote establecido (tradicional).

Según Carranza (1975), la formación de raíces no es afectada por las partes de la planta que se utiliza para su propagación. Independientemente si las variedades son altamente productivas en comparación con las variedades tradicionales siempre estarán por encima de estas por el simple hecho de ser genéticamente probadas.

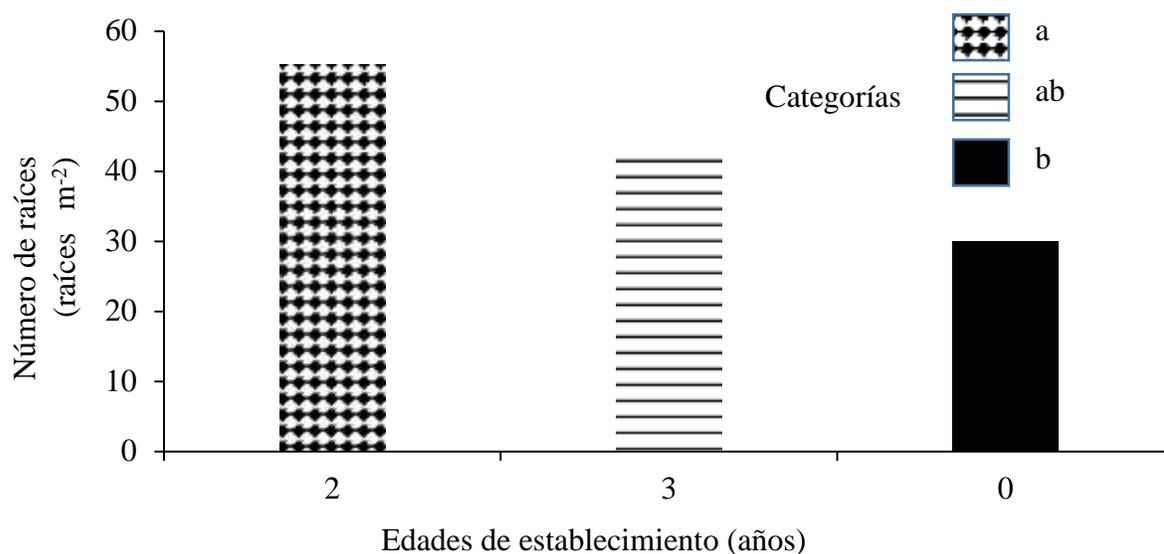


Figura 7. Número de raíces en camote sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Totogalpa, Madriz, 2018.

4.2.2 Componentes del rendimiento en camote sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento

En el cuadro 6 se observan los componentes del rendimiento con diferencias estadísticas no significativas en el cultivo de camote, la variable peso de raíz obtuvo promedios de (3.4, 4 y 4.6) kg m², para las camas de cero, dos y tres años respectivamente, la variable largo de raíz fue similar para las camas de cero, dos y tres años con promedios de (6.67, 6.46 y 5.83) cm, en el ancho de raíz para las camas de cero, dos y tres años fue similar con promedios de (4.7, 4.9 y 5.03) cm, estas variables de rendimiento en camote se vieron afectadas debido al tipo de cultivo con el que se asoció y por la poca disponibilidad del potasio para la planta.

El maíz restringe el crecimiento y la tuberización del camote más que la yuca y el frijol en cultivos en asocio (Escobar, 1972). El potasio se encuentra atrapado en las capas de ciertas arcillas de suelo, estas arcillas se encojen en suelos secos, los iones de K⁺ pueden ser atrapados entre estas capas haciéndose no disponible o lentamente disponible (Inpofos, 2000).

Según Martí (2018) hay dos elementos clave en la nutrición del cultivo de camote: N y K. Exceso de N favorece el desarrollo de la parte aérea (la planta “se va en vicio”) en detrimento de las raíces. El K es necesario para el transporte de los fotosintatos que engrosarán las raíces y formarán las batatas. En general la relación entre K disponible y N disponible debe ser igual o mayor a 2:1.

Cuadro 6. Componentes del rendimiento; peso, largo y ancho de raíz con diferencias estadísticas no significativas en camote sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Totogalpa, Madriz, 2018

Edad de cama	Peso de raíz (kg m ²)	Largo de raíz (cm)	Ancho de raíz (cm)	Categoría
0	3.4	6.67	4.7	a
2	4	6.46	4.9	a
3	4.6	5.83	5.03	a

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

Montes *et al.* (2010) afirma que en suelos arenosos y con limitada fertilidad se obtienen rendimientos adecuados en cambio; si el suelo es muy fértil, pesado y húmedo el desarrollo de las hojas y tallos es vigoroso pero el rendimiento de las raíces es bajo.

Según Rey (1996), el departamento de la Estación Experimental Agraria (EEA) de la Molina ha publicado recomendaciones de fertilización para cultivo de camote, si el suelo tiene alto, medio, bajo contenido de nitrógeno se recomienda (0.02-0.04), (0.04-0.06), (0.06-0.08) kg 10 m² de N. Si el suelo tiene alto, medio, bajo contenido de fósforo se recomienda: (0-0.02), (0.04-0.06), (0.06-0.08) kg 10 m² de P₂O₅. Si el suelo tiene alto, medio, bajo contenido de potasio se recomienda: (0-0.02), (0.04-0.06), (0.06- 0.08) kg 10 m² de K₂O.

Comparando el estudio con lo que Rey (1996) afirma, el suministro de nitrógeno a las camas biointensivas fue mayor que el que requería el cultivo de camote lo que influyó en el crecimiento de la planta, pero afectó la tuberización de las raíces esto ocurrió en las camas de cero y dos años. El mayor peso de la raíz se obtuvo en las camas de tres años, debido a que la mineralización de las camas varía, según el manejo que se les ha dado antes del establecimiento del estudio.

4.2.3 Diámetro polar en tomate

En la figura 8 se representa la variable diámetro polar en tomate. El diámetro polar del fruto determina el tamaño y la forma del mismo (Gómez y Herrera, 2014). Para esta variable se encontró diferencias estadísticas En el cultivo de tomate en las camas biointensivas de cero y tres años presentó las mejores categorías estadísticas (4.42 cm), (4.22 cm) y la más baja con (4.01 cm), Estos resultados son similares a los valores reportados por Gómez y Herrera (2014) quienes presentaron medias de 6.68 a 4.32 cm, Olivas y Salgado (2013) el cual obtuvo medias que variaron entre 6.36 cm a 3.81 cm.

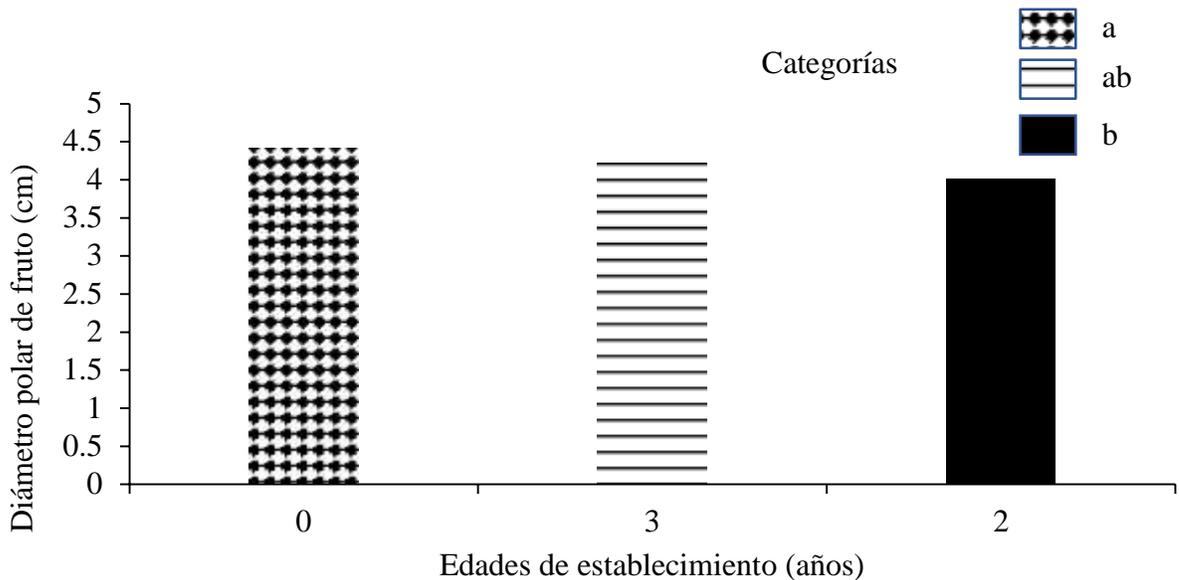


Figura 8. Diámetro polar de fruto en tomate sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Tototalpa, Matriz, 2018.

4.2.4 Diámetro ecuatorial en tomate

En la figura 9 se representa la variable diámetro ecuatorial en tomate. Se obtuvieron diferencias estadísticas en variable de diámetro ecuatorial con (4.64cm) y menores diámetro con (3.75 y 3.69 cm). Estos valores son inferiores a los obtenidos por Gómez y Herrera, (2014), donde presentó medias de 5.60 a 3.69 cm, y Olivas y Salgado, (2013), obtuvo medias entre 4.89 a 2.72 cm.

Casierra y Cardozo (2009) el comportamiento de la curva obtenida para el incremento del diámetro polar fue de tipo sigmoide la variable alcanzó su valor máximo a los 57 días después de floración (ddf). El manejo de los cultivos se puede mejorar ampliamente mediante el análisis del crecimiento. Es posible monitorearlo por métodos no destructivos, durante el crecimiento, el diámetro del fruto es un índice muy notable en la dinámica del fruto y se relaciona en gran medida con la producción final. Sobre esta base, se realizó el análisis del crecimiento de frutos de tomate.

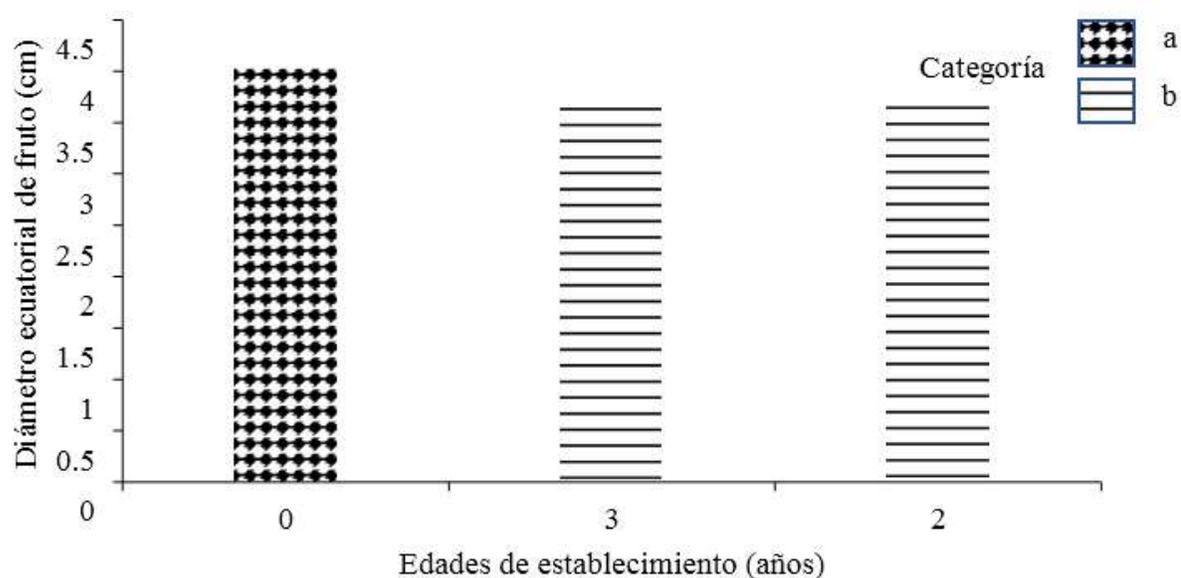


Figura 9. Diámetro ecuatorial de fruto en tomate sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Totogalpa, Madriz, 2018.

4.2.5 Rendimiento en tomate

En la figura 10 se representa la variable rendimiento en tomate. Los rendimientos presentaron diferencias estadísticas en la variable peso de fruto de tomate; el promedio obtenido es de 1.35 kg m⁻² y 1.25 kg m⁻² los dos mejores resultados estadístico pertenecen a las camas con cero y tres años, datos por debajo de las medias que obtuvo Carrillo y Jiménez (2003); éste encontró diferencia significativa con un rendimiento promedio de 17.52 kg m⁻². Un factor que interfirió con los rendimientos en este estudio fue la época de siembra, el cultivo de tomate es muy susceptible a temperaturas mayores de 33 °C como consecuencia se provocó aborto floral a los 40 días de desarrollo de las plantas.

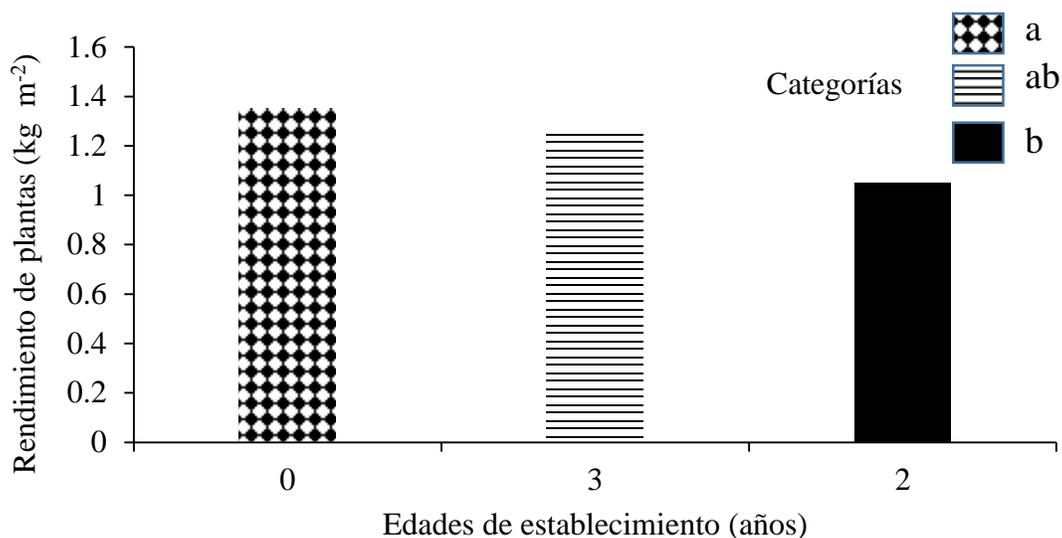


Figura 10. Rendimiento en tomate sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Totogalpa, Madriz, 2018.

4.2.6 Componentes del rendimiento en tomate en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento

Grados brix en el cultivo de tomate

Arvensis (2014) afirma que los grados brix son el porcentaje de sólidos solubles presentes en alguna sustancia. En frutas, este valor indica la cantidad de azúcar (sacarosa) presente en el fruto.

Duarte y Ruíz (2010) aseveran que el contenido nutritivo y grados brix del fruto varían según la variedad, la fertilidad de los suelos y condiciones climatológicas principalmente en base a esta información se considera que los factores antes mencionados no afectan el porcentaje de grados brix en el tomate.

En el cuadro 7 los grados brix en el cultivo de tomate, estos no presentaron diferencias estadísticas significativas con promedios de 4.05 - 4.15 % Gómez y Herrera (2014) encontraron valores que se adecuan a los encontrados en el presente estudio. Olivas y Salgado (2013) consideran que de 4.5-7 % grados brix son valores deseados en frutos de tomate.

Cuadro 7. Componentes del rendimiento; número de frutos, grados brix y volumen de frutos con diferencias estadísticas no significativas en el cultivo de tomate sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Totogalpa, Madriz, 2018

Edades	Frutos (nº m²)	Grados brix (%)	Volumen de fruto (cm³)	Categoría
0	113.45	4.05	60.88	a
2	119.9	4.14	57.28	a
3	112.9	4.15	58.01	a

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

El número de fruto obtenido por metro cuadrado dio como resultado para la cama de cero años una media de 113.45 frutos por metro cuadrado, en camas de dos años con media de 119.9 frutos por metros cuadrados, las camas de tres años obtuvieron medias de 112.9 frutos por metro cuadrado estos resultados están por de bajo de la media obtenida por Altamirano y Gutiérrez (2013) alcanzando promedios de 443.6 frutos por metro cuadrado.

La variable volumen de fruto en el estudio presentó medias de 60.88 cm³, 57.28 cm³, 58.01 cm³, dichos resultados son similares a los reportados por Fonseca y Fornos (2017) obteniendo resultados entre 62.67 cm³- 55.20 cm³

4.2.7 Componentes del rendimiento en maíz en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento

Los componentes del rendimiento del cultivo de maíz (peso de granos en mazorca, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, hileras por mazorca, número de grano por hilera, peso de 1,000 granos) no resultaron con diferencia estadísticas, el peso en mazorca obtuvo medias de 0.084 kg m^{-2} , 0.144 kg m^{-2} , 0.072 kg m^{-2} para las camas de cero, dos y tres años de establecimiento, debido a factores de asocio, nutrición y distancia de siembra, Escobar (1972) afirma que la variable peso de grano en mazorca se ve afectada por los factores antemencionado.

En el método biointensivo el rendimiento por cama de cultivo (m^2), en promedio es de 0.77 kilogramos, presentando un rendimiento mínimo de 0.5 kilogramos en áreas donde se comienza a implementar el método, y un rendimiento máximo de 1.05 kilogramos, en suelos donde se ha trabajado adecuadamente el método biointensivo durante varios ciclos de cultivo (SEMARNAT, 2009). El rendimiento de maíz en terrenos de INPRHU se comparó con el rendimiento promedio y mínimo publicado por SEMARNAT (2009); obteniéndose un resultado considerablemente bajo en el presente estudio.

En el cuadro 8 se muestran las variables de rendimiento en maíz, longitud de mazorca, diámetro de la mazorca, hileras por mazorca, número de granos por hileras y peso de mil granos, no presentando diferencias estadísticas significativas, longitud de la mazorca obtuvo medias de 14.98 cm, 11.7 cm, 14.44 cm, la variable diámetro de la mazorca alcanzó una media de 2.82 cm, 3.22 cm, 2.83cm, en la variable surco por mazorca se obtuvieron medias de 7.2 surcos, 8.5 surcos, 7.22 surcos, para las camas de cero, dos y tres años respectivamente a los 116 días después de la siembra. En la variable número de granos por mazorca se obtuvo medias de 111.4 granos, 116.17 granos, 127 granos, la variable peso de 1,000 granos alcanzó medias de 0.206 kilogramos, 0.389 kilogramos, 0.283 kilogramos para las camas de cero, dos y tres años.

Cuadro 8. Componentes del rendimiento; peso de granos en mazorca, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, hileras por mazorca, número de granos por hilera y peso de 1000 granos del cultivo de maíz con diferencias estadísticas no significativas sembrado en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento, Totogalpa, Madriz, 2018

Edad de cama	Peso de granos en mazorca (kg m ²)	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)	Hileras por mazorca (n ^o)	Número de granos por hilera (n ^o)	Peso de 1000 granos (kg)	Categoría
0	0.084	14.98	2.82	7.2	15.47	0.206	a
2	0.114	11.7	3.22	8.5	13.66	0.389	a
3	0.072	14.44	2.83	7.22	17.59	0.283	a

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

Las variables altura, diámetro, peso de mil granos, hileras por mazorca, número de granos por mazorca y el bajo rendimiento del maíz en nuestro estudio se vio afectado debido a la retención del nitrógeno por el alto pH y al tipo de arcilla del suelo.

Según Pavón y Zapata (2012) con dosis de fertilización orgánica en el cultivar de maíz H-INTA 991 en el Campus Agropecuario de la UNAN- LEON con una altitud 94 msnm, obtuvieron promedio de altura máximo de 200 cm a los 53 días después de la siembra. La altura de la planta de maíz está influenciada por la disponibilidad de nitrógeno como elemento fundamental en la división celular (Bordoli, 2010).

El diámetro del tallo está regulado por factores ambientales, así como la variedad y fertilidad del suelo (Torres, 1993).

En condiciones óptimas para el crecimiento del cultivo de maíz, no solo aumenta el número de hileras, sino que facilita la polinización. El número de granos por hilera está determinado por la longitud de la mazorca (Jugenheimer, 1981). Investigaciones con fertilización orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) realizadas por Pavón y Zapata (2012), Flores y Esquivel (2013), reportan promedio 12.66-12.80 hileras mínimo. Los resultados en el número de hileras del presente estudio son inferiores con rangos promedio 7.2-8.5 hileras por mazorca.

En el presente estudio La variable grano por hilera presentó medias de 15.47 granos por hilera, 13.66 granos por hilera, 17.59 granos por hilera, investigaciones realizadas por Pavón y Zapata (2012) reportan 34,97 granos por hilera como promedio superior y mínimo 33,27 granos; Flores y Esquivel (2013) obtuvieron 34.90 granos por hileras y el menor promedio 31,89 granos por hilera, al estudiar el comportamiento del cultivar de maíz H-INTA 991 con la aplicación de abonos orgánicos. El número de granos por hileras está influenciado por el número de óvulos por hileras y a su vez por la alimentación mineral e hídrica, así como por la densidad y la profundidad de las raíces, se sabe que adecuadas dosis de nitrógeno tienen influencias positivas sobre los componentes de los rendimientos entre ellos el número de granos por hilera (Blandón y Smith 2001).

La variable peso de grano en la mazorca alcanzó medias de 0.084 kg m⁻², 0.14 kg m⁻², 0.072 kg m⁻², resultados considerablemente bajos en comparación al estudio de Flores y Esquivel (2013), obteniendo resultados entre 0.09 kilogramos y 0.11 kilogramos de peso de grano en el cultivo de maíz H-INTA 991.

El peso del grano está determinado por la variedad utilizada (Olotillo amarillo) así como el llenado de estos, lo que a su vez está determinado por la eficacia de los procesos desarrollados por las hojas, tallos; también por la nutrición mineral, así como las condiciones hídricas durante el llenado de granos (Larios y García, 1999).

La figura 11 muestra las variables de rendimiento en maíz, tomate y camote que no presentaron diferencias estadísticas significativas. En maíz las variables número de hileras, longitud de la mazorca, número de grano, peso de 1000 granos, diámetro de la mazorca, peso por cama biointensiva y peso por planta no presentaron diferencias estadísticas significativas. En tomate las variables grados brix, número de fruto por planta y volumen no presentaron diferencias estadísticas significativas. En camote las variables diámetro ecuatorial de la raíz, diámetro polar de la raíz y peso por planta no presentaron diferencias estadísticas significativas.

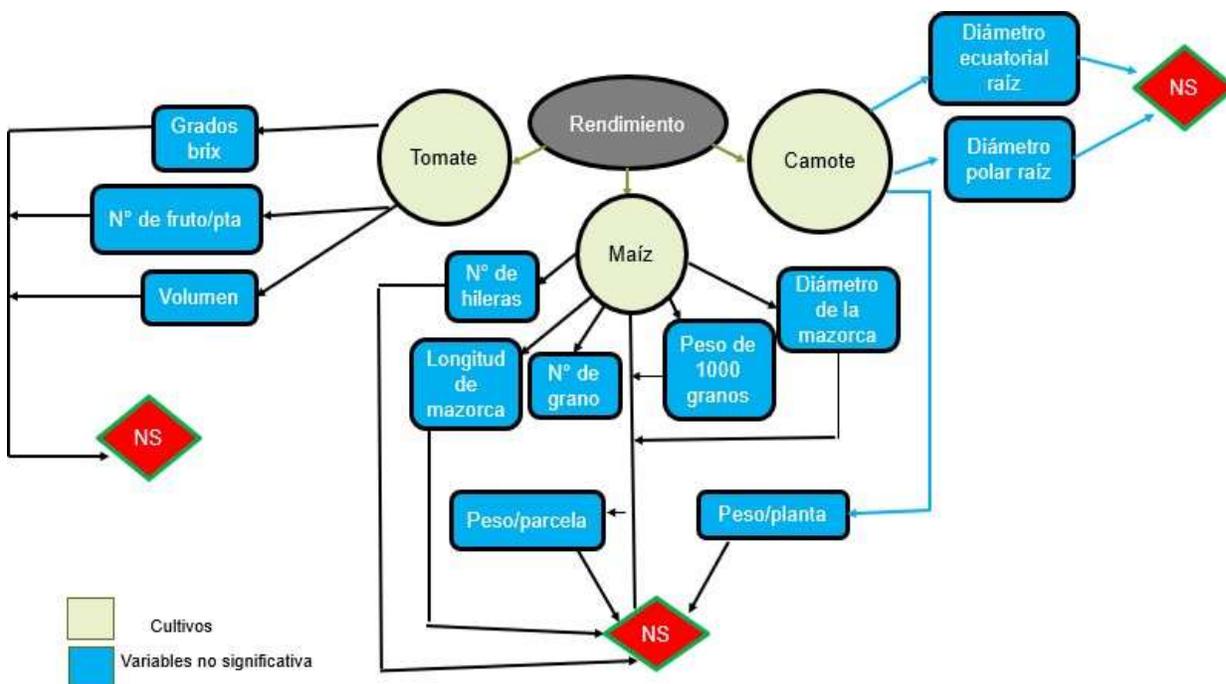


Figura 11. Mapa mental de las variables de rendimiento en maíz, tomate y camote que no presentaron diferencias estadísticas significativas, Totogalpa, Madriz, 2018.

4.3 Análisis de rentabilidad en maíz, tomate y camote en camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento

4.3.1 Costos variables

En el cuadro 9 se presentan los costos variables de producción. Se realizó un cálculo de costos, para conocer el valor total de la implementación del huerto biointensivo, se tomó en cuenta el costo inicial de herramientas como reposición de las mismas para camas de uno, dos y tres años de establecimiento. Para determinar la rentabilidad del proyecto se ejecutó el cálculo del beneficio neto de producción.

Cuadro 9. Costos variables de producción de los tres cultivos establecidos (maíz, tomate, camote) y de la preparación de las camas biointensivas, INPRHU, Totogalpa - Madriz, 2018

Actividad	MOC* d/h	Costo MOC/d U\$	MOF** d/h	Insumo	Dosis en 90 m ²	Costo Insumo U\$
Delimitación del área			2	Compost	143.87 kg	18.77
Doble excavado	3	17.79	2	Harina de pescado	16.86 kg	9.89
Aplicación de enmiendas minerales	2		2	Semilla		
Selección de la semilla	2		2	Beauveria	60 g	7
Establecimiento del semillero	2		2	Trichoderma	60 g	7
Trasplante	4		4			
Eliminación de la maleza	2		2			
Aporque	2		2			
Total	17	17.79	18	0	0	42.66

Tasa de cambio: 1U\$ = C\$ 33.72.

MOC*Mano de Obra Contratada.

MOF**Mano de Obra Familia.

En el cuadro 10 se muestran los materiales rollo de manila grande y estacas; éstos se usaron durante la colocación de tutores para el cultivo de tomate establecido en las nueve camas biointensivas.

Cuadro 10. Materiales utilizados en la producción establecida en (maíz, tomate y camote), en nueve camas biointensivas, Totogalpa, Madriz, 2018

Material Utilizado	Cantidad	Costo /Unidad U\$	Costo total U\$
Rollo de manila grande	1	5.9	5.9
Estacas	120	0.15	18
		6.05	23.9

Tasa de cambio*T/C: 1U\$ = C\$ 33.72.

En el cuadro 11 se muestran los costos variables de producción. En el cálculo de la rentabilidad de la producción agrícola con el método biointensivo, se tomaron en cuenta los costos de las enmiendas minerales, costos de mano de obra para la preparación de las camas y los materiales utilizados.

Cuadro 11. Costos variables de establecimiento (maíz, tomate, camote) y de la preparación de las camas biointensivas, INPRHU, Totogalpa - Madriz, 2018

Costos de la producción	Total (U\$)
Enmiendas minerales y hongos entomopatógenos	42.66
Mano de obra	17.79
Materiales utilizados	23.9
Gran total U\$	84.35

Tasa de cambio*T/C: 1U\$ = C\$ 33.72.

El costo de la implementación de los huertos biointensivos instalados en el Instituto de Promoción Humana (INPRHU), Totogalpa fue de U\$ 84.35. El mayor costo fue de enmiendas minerales y hongos entomopatógenos con un valor de U\$ 42.66, seguido por los materiales utilizados (rollo de manila grande y estacas) con U\$ 23.9 y la mano de obra contratada con U\$ 17.79.

INPRHU alcanza el tercer año de trabajo con este método; hay herramientas utilizadas que se obtuvieron de compras hechas en años anteriores. Las compras del presente estudio fueron dirigidas a fortalecer el inventario de herramientas disponibles. En próximas producciones se utilizará la misma infraestructura. El abono se obtendrá de las camas biointensivas establecidas. Los gastos que se realizarán cada ciclo de cultivos son los materiales a utilizar y aquellas necesidades que surjan de los requerimientos técnicos de las especies que se establezcan en las camas biointensivas.

4.3.2 Ingresos totales

En el cuadro 12 se muestran los ingresos provenientes de las ventas de producción. Los ingresos obtenidos de la venta de los cultivos cosechados en el huerto biointensivo fueron considerablemente bajos, tomando en cuenta la inversión realizada y la pequeña superficie de producción dedicada a los cultivos, el ingreso total de las nueve camas fue de U\$ 87.15, donde la mayor parte de los ingresos fue obtenida por las ventas del producto de tomate U\$ 77.92, seguido del cultivo de camote con U\$ 7.88 y el cultivo de maíz con U\$ 0.87.

En el cuadro 12 se presentan los ingresos de ventas de los productos obtenidos del huerto familiar biointensivo en el Instituto de Promoción Humana.

Cuadro 12. Ingresos por ventas de producción en cultivos agrícolas de nueve camas biointensivas INPRHU, Totogalpa, Madriz, 2018

Edad de cama	Tomate U\$	Maíz U\$	Camote U\$
0 años	30.1	0.27	2.15
2 años	20.27	0.6	1.43
3 años	27.55	0.48	4.3
Total	77.92	0.87	7.88
Gran total U\$			87.15

Tasa de cambio*T/C: 1U\$ = C\$ 33.72.

4.3.3 Rentabilidad

El análisis de rentabilidad económica se calculó estableciendo la relación beneficio/costo, mediante la fórmula (Ruíz, 1996):

$$\text{Relación Beneficio/Costo} = \frac{\text{Ingresos Totales}}{\text{Costos Totales de producción}}$$

Donde los beneficios totales corresponden a los ingresos obtenido por las ventas del producto y los costos totales de producción son los costos de los insumos, más los costos de la mano de obra.

$$\text{Relación Beneficio/Costo} = \frac{\text{U\$ 87.15}}{\text{U\$ 84.35}} = \text{U\$ 1.03}$$

La relación beneficio/costo es de U\$ 1.03, lo que significa que por cada dólar invertido se gana 3 centavos dólar.

$$\text{Utilidad} = \text{Ingresos total} - \text{Costo total} = \text{U\$ 87.15} - \text{U\$ 84.35} = \text{U\$ 2.8}$$

Según el estudio, los ingresos obtenidos de las ventas de los productos, si cubren los gastos originados en el establecimiento de las nueve camas biointensivas, produciéndose una utilidad de U\$ 2.8.

$$\% \text{ Rentabilidad} = \frac{\text{Utilidad}}{\text{Costos totales de producción}}$$

$$\% \text{ Rentabilidad} = \frac{\text{U\$ 2.8}}{\text{U\$ 84.35}} * 100 = 3\%$$

La rentabilidad compara los resultados obtenidos en el desarrollo de las actividades del estudio con las inversiones realizadas en el establecimiento de los cultivos, teniendo como resultado rentabilidad de 3 centavos dólar por cada dólar invertido, recuperando el capital invertido en las primeras cosechas.

V. CONCLUSIONES

El comportamiento de los cultivos de maíz y tomate no presentaron diferencias significativas en variables del crecimiento al ser cultivados en camas biointensivas de cero a tres años de establecidos. El cultivo de camote presentó un crecimiento superior en camas de tres años con 93 guías m⁻².

El mayor rendimiento en el cultivo de camote fue obtenido en camas de dos y tres años con 55.2 raíces m⁻² y 43 raíces m⁻² respectivamente. En el cultivo de tomate las camas biointensivas con cero y tres años presentaron los mejores resultados en sus componentes del rendimiento; promediaron un peso de fruto de 1.35 kg m⁻² y 1.25 kg m⁻², respectivamente. El cultivo de maíz no presentó diferencias estadísticas en el rendimiento con camas biointensivas de cero, dos y tres años de establecimiento.

La rentabilidad obtenida en nueve camas biointensivas fue de U\$ 1.03, lo que significa que por cada dólar invertido se gana 3 centavos dólar. Los ingresos obtenidos de la venta de los cultivos cosechados en el huerto biointensivo recuperan la inversión inicial en la primera cosecha. El ingreso total fue de \$ 87.15, donde la mayor parte de los ingresos corresponde al cultivo de tomate \$ 77.92, seguido del cultivo de camote con \$ 7.88 y el cultivo de maíz con \$ 0.87.

VI. RECOMENDACIONES

- Se sugiere sembrar el cultivo de camote en camas biointensivas establecidas de dos años con un manejo continuo para permitir el desarrollo de las raíces tuberosas.
- El maíz restringe el crecimiento y la tuberización del camote, se recomienda asociación de maíz con cultivos como frijol, tomate y yuca.
- Se debe de considerar que la época seca para la siembra del cultivo de tomate en zonas del corredor seco no es la mejor decisión, porque la baja disponibilidad de agua limita la productividad.
- Brindar información a los productores sobre técnica del biointensivo para que realicen a través de este método un uso eficiente del recurso suelo.

VII. LITERATURA CITADA

- Altamirano, I., y Gutierrez, D. 2013. Evaluación de tres dosis de fertilizantes en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) del híbrido SHANTY, CNRA-CAPUS Agropecuario UNAN-LEÓN en el período octubre 2010 a junio 2011. (En línea). Tesis Ing. en Agroecología Tropical. 69 p. Consultado el 02 de Abr de 2020. Disponible en <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6411/1/225216.pdf>
- Andrades,C, Loáisiga, F. 2015. Evaluación del crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) variedad Shanty en tres distancias de siembra, en condiciones de casa malla, finca las Mercedes, UNA, Managua, 2013. (En línea). Tesis Ing. Agronómica. 85 p. Consultado el 25 de Nov de 2019. Pdf. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01a553.pdf>.
- Arauz Chavarría, A., y Arteta Blandón, J. 2014. Efecto de la fertilización orgánica y mixta en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*) H – INTA 991. Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma – León, Nicaragua, p. 32-34.
- Arvensis Agro S.A. 2014. ¿Qué importancia tienen los grados brix en las frutas? ¿Y que son los grados brix? (en línea). Zaragoza, ES. Consultado 10 Noviembre 2016. Disponible en: <https://www.arvensis.com/blog/que-importancia-tienen-los-grados-brix-en-la-fruta-y-que-son-los-grados-brix/>
- Blandón G., E.J. y Smith M., A.Z. 2001.Efectos de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Tesis UNA. Managua, Nicaragua.50p.
- Bordoli, I. J. 2010. Respuesta vegetal al suministro de nutrientes: (En línea). Consultado el 26 de Nov. de 2019. Disponible en www.fagro.edu.uy/fertilidad/curso/docs/respuestas_fert.pdf

- Cañas, K, González, V., y Martínez, R. 2016. Evaluación de tres tipos de esquejes en la guía principal (apical, intermedia y basal) de tres variedades de camote (*Ipomoea batatas* L.) con la finalidad de determinar la mejor producción. Tesis de grado, Universidad de El Salvador, El salvador, p. 35.
- Carranza, R. 1975. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). Análisis y rendimiento en camote en monocultivo y en asociación con frijol, maíz y yuca. CR. 30 p.
- Carrillo cruz, J, Jiménez, F, Ruiz, J, Díaz, G, Sánchez, P, Perales, C., y Arellanes, A. 2003. Evaluación de densidades de siembra en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero. (En línea). *Revista de Agronomía Mesoamericana* 14(88):85-88. Consultado 06 de nov. 2019. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/437/43714112.pdf>
- Casierra, F., y Cardozo, M. 2009. Análisis básico del crecimiento en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* mil, cv. Quindío) cultivado a campo abierto. (En línea). Tesis Ing. Agr. Medellin, Colombia. Consultado el 06 de nov. 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a09v62n1.pdf>
- CINU (Centro de Información de las Naciones Unidas). 2011. Alimentación. CINU. <http://www.cinu.org.mx/temas.htm>.
- Cuadra Aguilera, F; García Ramos, D; 2016. Evaluación de tres láminas de riego por goteo y tres dosis de biofertilizante, en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) variedad Shanty en condiciones edafoclimáticas de Managua, Universidad Nacional Agraria, Managua. Tesis de Ing. Agrónomo y Agrícola. Managua, NI. UNA, FAGRO.

Dondo, G. (2008), El cultivo de la batata (*Ipomoea batatas* L.); Catedra de cultivos IV, Departamento de producción vegetal, Universidad Nacional de entre Ríos, Buenos Aires, Argentina. (En línea). Material de apoyo didáctico. Consultado el 23 de nov del 2019. Disponible en <http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/horticultura/batata.pdf>

Duarte, HA; Ruiz, M. 2010. Efecto de tres láminas de riego y tres dosis de aplicación de biofertilizantes en el cultivo orgánico de fresa (*Fragaria* spp.) cv, Festival en el Castillito, Las Sabanas, Madriz. Tesis. Ing. Agrícola. Managua, NI. UNA. 59 p.

Dubón, R. 2012. Evaluación de cuatro socios de maíz (*Zea mays* L.) – Frijol (*Phaseolus* sp), utilizando el método biointensivo de producción orgánica, en la Finca Santa Bárbara, San Juan Alotenango, Sacatepéquez, Guatemala, C.A. p. 23.

Escobar, R. 1972. Análisis del crecimiento y rendimiento del camote en monocultivo y en asociación con frijol, maíz y yuca. (En línea). Tesis Ing. Agr. Turrialba, Costa Rica UDCR. Consultado el 08 de nov. 2019. Disponible en http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4461/Analisis_del_crecimiento_y_rendimiento_del_camote.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. Desafíos y propuestas para lograr la seguridad alimentaria hacia el año 2050. (En línea). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 9(15):1-3 <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9n1/2007-0934-remexca-9-01-175.pdf>

Fonseca, M., y Fornos, C. 2017. Efecto de tres laminas de riego por goteo y biofertilizantes en el cultivo de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) Cv. SHANTY, Managua, 2015-2016. (En línea). Tesis In. Agronómica 59 p. Consultado el 02 de abril del 2020. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/3473/1/tnf06f676.pdf>

Flores, E., y Esquivel, G. 2013. Evaluación de fertilización orgánica y mixta en el cultivo maíz (*Zea mays* L.), híbrido H-INTA-991, CNRA, Campus Agropecuario, UNAN-León, 2012. (En línea). Tesis Ing. Agr, León, Nicaragua. Consultado el 23 de nov del 2019. Disponible en <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3131/1/225260.pdf>

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria). 2017. Proyecto cultivo biointensivo para familias rurales del corredor seco. Managua. (En línea). Consultado el 24 de Nov. del 2019. Disponible en <https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/2017/11/Plan-de-Comunicaci%C3%B3n-Proyecto-Biointensivo-EJEMPLO.pdf>

García, L. 2007. Texto básico; Fertilidad del suelo y fertilización de cultivos. (En línea). Libro, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Consultado el 23 de nov del 2019. Disponible en file:///C:/Users/Felix/Downloads/TEXTO_FERTILIDADV4-1.pdf

Gómez, D; Herrera, E. 2014. Comportamiento agronómico de 12 cultivares de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en condiciones de campo en Tisma, Masaya y en casa malla, en el CEVT Las Mercedes, UNA. Tesis Ing. Agronómica. Managua, NI. UNA. p. 53.

Gómez, L. 1994. La política agrícola en el nuevo estilo del desarrollo latinoamericano. FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 140 pág.

Guerrero, M, Chulim, E, Jarquín, S, Jiménez, Leobardo., y Aguirre, L. 2007. Producción de alimentos en huerto familiares con camas biointensivas, en Española, Tlaxcala. (En línea). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 11(2147):2139-2148. Consultado 08 de nov. 2019. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263138103010.pdf>

INTA (El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2004. Manejo Integrado de Plagas: Cultivo de Tomate. (en línea). Managua, NI. Consultado 29 ene. 2015. Disponible en <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/GUIA%20MIP%20tomate%202014.pdf>

- Jeavons, J. 2018. Como cultivar más verdura; (y frutas, nueces, moras, cereales y otros cultivos). Octava edición, Ecology Action. Managua, Nicaragua. 245 p.
- Jugenheimer, R.W. 1981. Maíz, Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semillas. Limusa. México, D.F., México. pp. 357-442.
- Köppen, V. 1900. Adscripción de estaciones meteorológicas “ Clasificaión climas”. (En línea). Revista la guía de geografía. 3(5):1-7. Consultado el 4 de Febr. de 2020. Disponible en <https://geografia.laguia2000.com/climatologia/clasificacion-climatica-koppen>
- Larios., R. C. y Garcia C., M. 1999. Evaluación de tres dosis de gallinaza, compost y un fertilizante mineral en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Tesis UNA. Managua, Nicaragua. 92p.
- Martí, H. 2018. Producción de batata (En línea). Buenos Aires, Argentina 87 p. Consultado 06 de Nov. 2019, Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/libesu0000_inta_asaho_web_batata.pdf
- Montes, A. I; Oropeza, R. A; Romero, C; Rodríguez, E., y Arias, J. J. (2010), Composición mineral y comparación de raíces reservantes de variedades de batatas cultivadas en la isla de La palma, España. *Revista Venezolana de Ciencias y Tecnología de alimentos*, 1(1), 1-19.
- Mora Aguilar, LM. 2002. Cultivo del tomate. UNA. Managua, NI. P 2.
- Olivas, L; Salgado, L. 2013. Evaluación de rendimiento y comportamiento agronómico de siete genotipos de tomate (*Lycopersicum esculentum*, Mill.) bajo sistema de casa malla en el centro experimental Las Mercedes Universidad Nacional Agraria. Tesis Ing. Agronómica. Managua, NI. UNA. p 35.
- Parrales, H. 2018. Historia del huerto biointensivo Telpochcallí. Material de apoyo, Instituto de Promoción Humana, (INPRHU), Totogalpa, Madriz, Nicaragua. 25 p.

- Pavón, J., y Zapata, O. 2012. Comparación de tres fertilizantes orgánicos y un combinado en el cultivo de maíz (*Zea mays*), en el campus Agropecuario UNAN-LEON.. León, Nicaragua. 25 p.
- Peñarrieta, C. 2001. Evaluación de dos sistemas de producción de camote bajo condiciones de El Zamorano. Tesis Ing. Agr. El Zamorano.HN. 36 p.
- Rey, G. 1996. Análisis de crecimiento en un ensayo sobre densidad de siembra en el cultivo de camote. Tesis Ing. AGRON. UNAS. La Molina. Lima-Perú 43 p.
- Rodríguez, L y Guevara, F, Ovando, J, Marto, J., y Ortíz, R. 2016. Crecimiento e índice de cosecha de variedades locales de maíz (*Zea mays* L.) en comunidades de la región Frailesca de Chiapas Mexico (En línea) *Revista Instituto Nacional de Ciencias Agrarias Cuba* 37(144):137-145. Consultado en <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193246976015.pdf>
- Romero, G, Vilchez, E, Sandino, C, Centeno, P.,y Pachón, H. 2011. Evaluación sensorial de tortas de camote (*Ipomoea batatas*), elaboradas con o sin hojas de camote, con niños en edad escolar en
- Rostran, j; Bárcenas, M; Prado, A. 2016. Manual de producción biointensivas con principios agroecológicos, como herramienta de seguridad alimentaria, UNAN León, Nicaragua. 30 pág. Consultado 9 dic. 2019. Disponible en <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5505/1/CNRA0004.pdf>
- Ruíz, T.J. Evaluación de Proyectos Agropecuarios.. Durango: Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma de Chapingo, p.152. 1996.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1994, Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. S.A., México. 759 p.

Sampieri, R. 2014. Metodología de la investigación; sexta edición. (En línea). Libro, Edificio Punta Santa Fe, México. Consultado el 23 de nov del 2019. Disponible en <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, GT). 2009. El huerto familiar biointensivo: introducción al método de cultivo biointensivo. México. 39 p.

Serrano, A, Vílchez, E, Sandino, C, Carrillo, P., y Pachón, H. 2011. Evaluación sensorial de tortas de camote (*Ipomoea batatas*), elaboradas con o sin hojas de camote, con niños en edad escolar en Nocaragua. (En línea). Revista Perspect Nutr Humana. 13(92-93):191-202. Consultado en <http://www.scielo.org.co/pdf/penh/v13n2/v13n2a7.pdf>

Silva, Y. 2009. Determinación del momento óptimo de la cosecha de tres clones de camote (*Ipomoea batatas* L.) en época de menor precipitación pluvial en Tingo María. (En línea). Tesis ing. Agr. Tingo María, Perú, UNASFA. Consultado el 08 de nov. 2019. Disponible en <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/86/AGR-529.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torres M., C. 1993. Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno y densidades sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del Maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNA-Managua, Nicaragua 30p.

Villafuerte, A, Vínces, J, Santana, F, Pico, J, Trueba, M., y Bravo, R. 2018. Crecimiento y producción del maíz (*Zea mays* L.), en huertos biointensivos y convencionales en Lodana, Manabí, Ecuador. (En línea). Revista Ciencia e Investigación.3(6):3-7. Consultado en <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/604/429>

Willey, R. W. 1979. Intercropping. Its importance and research needs part I. Competition and yield advantages. Field Crops Abstr. 32(1): 1-1

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Establecimiento de semillero en los cultivos maíz criollo y tomate, delimitación del área de estudio Tototalpa, Matriz, 2018



Anexo 2. Doble excavado (aflojamiento del suelo 60 cm), y siembra al tresbolillo en camas de estudio, Tototalpa, Madriz, 2018



Anexo 3. Pesaje y aplicación de enmiendas minerales (Compost y Harina de pescado), Tototalpa, Matriz, 2018



Anexo 4. Pesaje y aplicación de hongos entomopatógeno (*Trichoderma spp* y *Beauveria bassiana*), Tototalpa, Madriz, 2018



Anexo 5. Costo inicial de los implementos utilizados en el establecimiento de nueve camas biointensivas, INPRHU, Totogalpa - Madriz, 2018

Herramientas	Cantidad	Costo/unidad U\$	Costo total U\$
Pala	2	14	28
Machete	6	4	24
Coba	4	22	88
Piocha	1	18	18
Rastrillo	1	14	14
Azadon	1	17	17
Martillo	3	4.5	13.5
Caja de semillero	2	9	18
Cajas de doble trasplante	2	9	18
Zaranda	3	9	27
Bomba de mochila	1	100	100
Valdes	2	6	12
Cajillas	3	12	36
Vieldo	2	16	32
Espatula	2	9	18
		263.5	463.5

Tasa de cambio*T/C: 1U\$ = C\$ 33.72.

Los costos variables están determinados por la cantidad de herramientas, insumos, MOC*mano de obra contratada y MOF** mano de obra familiar para en el establecimiento de las nueve camas biointensivas. El manejo de los costos variables hace que el estudio sea mucho más adaptable a las circunstancias cambiantes del mercado.