



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Evaluación del crecimiento y rendimiento de los cultivos asociados maíz (*Zea mays* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y camote (*Ipomoea batatas* L.) en la producción biointensivo bajo riego complementario, finca El Plantel, 2019

Autores

Br. Ángel de Jesús Martínez Fornos

Br. Uriel Josué Sandoval Rizo

Asesores

Ing.MSc. Henry Alberto Duarte Canales

Ing. Javier Ignacio Silva Rivera

Managua, Nicaragua

Marzo, 2020



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Evaluación del crecimiento y rendimiento de los cultivos asociados maíz (*Zea mays* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y camote (*Ipomoea batatas* L.) en la producción biointensivo bajo riego complementario, finca El Plantel, 2019

Autores

Br. Ángel de Jesús Martínez Fornos
Br. Uriel Josué Sandoval Rizo

Asesores

Ing. MSc. Henry Alberto Duarte Canales
Ing. Javier Ignacio Silva Rivera

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

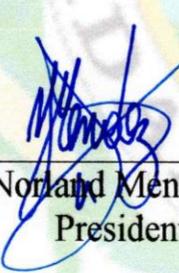
Managua, Nicaragua
Marzo, 2020

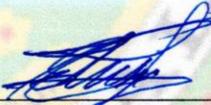
Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

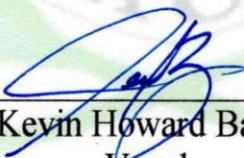
Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Tribunal Examinador


Ing. Norland Mendez Zelaya
Presidente


Ing. Elvin Lagos Pineda
Secretario


Ing. Kevin Howard Barberena
Vocal

Lugar y Fecha: Facultad de agronomía, lunes 30 de marzo de 2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios todo poderoso, por haberme dado la vida, voluntad, salud, paciencia y sabiduría para realizar mis estudios día a día durante toda mi vida y poder culminar con mi carrera profesional.

A mi mamá Marcelina del Socorro Fornos Reyes, porque gracias a su apoyo, sacrificio y educación he alcanzado uno de mis más grandes sueños en la vida, lo que constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir.

A mi tío Ing. Digno Marvin Fornos Reyes por brindarme su apoyo cuando más lo necesité, por sus consejos y por ser parte de mi formación.

A mi abuelo Tomás de Jesús Fornos Carrión, por haberme respaldado en momentos difíciles de mi vida, darme confianza, brindarme atención y ese amor de padre que un día hizo falta.

A mis hermanos Josué Osmar, María Marcela y Andrea Regina, por contribuir de una u otra manera durante mi formación profesional.

A mi novia Césil Karelia Martínez Juárez, por estar siempre a mi lado y brindarme su ayuda en todo momento.

A Mario Antonio Argeñal Lezama, amigo y compañero de clases durante la carrera, quien fue incondicional en todo momento de estudio y que por distracciones de la vida no le fue posible culminar la profesión.

A todos ellos por estar en este trayecto de mi vida y compartir conmigo el sueño de obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

Br. Ángel de Jesús Martínez Fornos

DEDICATORIA

A Dios sobre todas las cosas por concederme la vida, brindarme salud, sabiduría, perseverancia y entre muchas cosas buenas que han servido de guía para no desviarme del camino y lograr culminar mi carrera profesional con éxito.

A mi madre Carmen Sandoval Rizo, principalmente por ser una excelente madre, el amor que me brinda, su apoyo incondicional, el sacrificio que realiza día a día para apoyarme en mis estudios, la confianza y certeza de saber que lo lograría.

A mis tías Celina Sandoval Rizo y María Eugenia Sandoval Rizo, por brindarme cariño en todo momento como si fuera uno de sus hijos y estar siempre apoyándome en las buenas y en las malas durante mis estudios, le agradezco a Dios por tener en mi vida tan bellos seres humanos.

A mis abuelitos Asisclo Sandoval Ponce y Virginia Rizo Rivera, aunque no están presente en vida, fueron las personas que me apoyaron, me inculcaron principios, valores, así como el ejemplo del esfuerzo, dedicación y a no temer ante las adversidades que se presenten porque Dios está siempre conmigo.

A mis primos Brando Gutiérrez Sandoval, Santos Nixael Alfaro Sandoval, Digna del Carmen Alfaro Sandoval, Auda Alfaro Sandoval, Meybi Alfaro Sandoval y Yuri Alfaro Sandoval, por brindarme su apoyo cuando más lo necesitaba, por abrirme las puertas y extenderme su mano en los momentos más difíciles.

A mi novia Ana María Trejos García, por brindarme su apoyo en todo momento y luchar a mi lado en todas las adversidades que se presentan.

Br. Uriel Josué Sandoval Rizo

AGRADECIMIENTOS

A Dios sobre todas las cosas por haberme dado la oportunidad de elegir esta profesión, por todo lo que me ha concedido, por la inspiración para terminar mis estudios universitarios.

A la Universidad Nacional Agraria y en particular a la Facultad de Agronomía por haberme proporcionado los medios necesarios para llevar a cabo mi trabajo de investigación.

A mis profesores que me regalaron una buena formación a través de sus conocimientos y me brindaron su apoyo durante esta etapa académica de mi vida.

A mi compañero de Tesis por haber compartido esta bonita experiencia y poner a prueba todo el conocimiento que adquirimos en este trabajo.

A mi tío Ing. M.sc Marvin Fornos Reyes por depositar su confianza en mí y ayudarme a ser lo que ahora soy.

A mi familia que creyeron en mí y me alentaron para poder concluir con esfuerzo este gran logro.

A mis asesores M.Sc. Henry Duarte e Ing. Javier Silva, quienes dedicaron su tiempo en apoyarme, por brindarme sus consejos y depositar su confianza.

A todas aquellas personas que de forma directa e indirecta incidieron para que este proyecto de vida se hiciera realidad.

Br. Ángel de Jesús Martínez Fornos

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios nuestro señor por bendecir, guiar y conceder grandes cosas a lo largo de mi existencia, por el deseo de elegir esta profesión y la inspiración para culminarla.

A mi compañero de Tesis por haber dado la oportunidad de realizar este trabajo investigativo y desarrollarlo con gran dedicación y unidad.

A mi familia que fueron mi soporte ante las adversidades y me apoyaron para poder concluir con esfuerzo este gran logro.

A mis asesores MSc. Henry Duarte e Ing. Javier Silva por depositar su confianza para llevar a cabo esta investigación y dedicar su tiempo en la realización de esta misma.

A todos mis profesores que ayudaron grandemente en mi formación profesional brindando sus conocimientos y experiencia adquirida.

A mis colegas y amistades por haber compartido buenos y malos momentos académicos.

A todas aquellas personas que de forma directa e indirecta incidieron para que este proyecto de vida se hiciera realidad.

A la Universidad Nacional Agraria y en particular a la Facultad de Agronomía por haberme proporcionado los medios necesarios para llevar a cabo mi trabajo de investigación.

Br. Uriel Josué Sandoval Rizo

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Método de cultivo biointensivo	4
3.1.1 Principios del método de cultivo biointensivo	4
3.2 Ventajas y desventajas del método biointensivo	5
3.3 Asocios de cultivos	5
3.4 Generalidades de los cultivos	6
3.4.1 Características de las variedades de los cultivos establecidos	7
3.5 Generalidades e importancia del riego	8
3.6 Estudios realizados con diferentes láminas de riego en maíz, tomate y camote	9
IV MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1 Ubicación del estudio	10
4.1.1 Condiciones climáticas de la zona de estudio	10
4.1.2 Análisis físico-químico del suelo	11
4.2 Diseño metodológico	12
4.2.1 Descripción de los tratamientos	12
4.2.2 Manejo del experimento	13
4.3 Variables evaluadas	16

4.3.1	Variable de crecimiento en maíz	16
4.3.2	Variable de rendimiento en maíz	16
4.3.3	Variable de crecimiento en tomate	18
4.3.4	Variable de rendimiento en tomate	18
4.3.5	Variable de crecimiento en camote	19
4.3.6	Variable de rendimiento en camote	19
4.4	Recolección de datos	20
4.5	Análisis estadístico	20
V	RESULTADOS Y DISCUSION	21
5.1	Variable de crecimiento en maíz	21
5.2	Variable de rendimiento en maíz	23
5.3	Variable de crecimiento en tomate	27
5.4	Variable de rendimiento en tomate	29
5.5	Variable de crecimiento en camote	32
5.6	Variable de rendimiento en camote	33
VI	CONCLUSIONES	34
VII	RECOMENDACIONES	35
VIII	LITERATURA CITADA	36
IX	ANEXOS	41

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Características agronómicas de la variedad NB-6	7
2.	Propiedades químicas del suelo en el centro de capacitación, investigación y demostración del método biointensivo de cultivo en Nicaragua, Inc. Finca El Plantel, Masaya 2019	11
3.	Distancias de siembra y total de plantas por cama en un arreglo de siembra a tres bolillos	12
4.	Dimensiones de parcelas, tratamientos y áreas totales, centro de capacitación, investigación y demostración del método biointensivo de cultivo en Nicaragua, Inc. finca experimental El Plantel, Tipitapa-Masaya 2019	12
5.	Descripción y manejo de los tratamientos, centro de capacitación, investigación y demostración del método biointensivo de cultivo en Nicaragua, Inc. finca experimental El Plantel, Tipitapa-Masaya 2019	13
6.	Duración de plántulas en cajas de germinación y doble trasplante	13
7.	Significación estadística para la variable de crecimiento en el cultivo del maíz, finca El Plantel, Masaya 2019	23
8.	Significación estadística para la variable de rendimiento en el cultivo del maíz, finca El Plantel, Masaya 2019	27
9.	Significación estadística para la variable de crecimiento en el cultivo del tomate finca El Plantel, Masaya 2019	28
10.	Significación estadística para la variable de rendimiento en el cultivo de tomate, finca El Plantel, Masaya 2019	31
11.	Significación estadística para la variable de crecimiento en el cultivo del camote, finca El Plantel, Masaya 2019	32
12.	Significación estadística para la variable de rendimiento en el cultivo de camote, finca El Plantel, Masaya 2019	33

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ubicación geográfica del centro de capacitación, investigación y demostración del método biointensivo de cultivo en Nicaragua, Inc. Finca El Plantel, Masaya 2019	10
2. Precipitaciones (mm), temperatura máxima, media y mínima acumuladas mensuales en la finca El Plantel, Tipitapa-Masaya 2019	11

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Acondicionamiento de camas de siembra: aplicación de compost y roca fosfórica	41
2.	Semilleros de cultivo de maíz y tomate	41
3.	Trasplante de semilleros a camas de siembra biointensivas	43
4.	Plano de campo	44
5.	Relación de precipitaciones y láminas de riego aplicadas en cada mes durante el ciclo de los cultivos	44
6.	Plagas presentes en los cultivos durante su etapa fenológica y su medida de control	45

RESUMEN

El estudio se realizó en el centro de capacitación, investigación y demostración del método biointensivo de cultivo en Nicaragua, Inc., finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria ubicada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa-Masaya, con coordenadas geográficas de 12°07'02'' latitud norte y 86°05'33'' longitud oeste, a una altura de 114 msnm, con temperatura promedio de 29 °C y precipitación anual de 1215 mm. El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar el crecimiento y rendimiento de los cultivos de maíz (*Zea mays* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y camote (*Ipomoea batatas* L.) en asocio en la producción biointensivo bajo riego complementario. Se estableció un diseño completo al azar, en parcelas apareadas, con tres repeticiones y cuatro tratamientos (T₁= 29.42 mm, T₂= 56.36 mm, T₃= 82.31 mm y T₄= 30.8 mm). Los datos fueron analizados a través del paquete estadístico SAS, mediante el test de comparaciones múltiples LSD de Fisher (α 0.05). Los resultados presentaron diferencia estadística en variables de crecimiento y rendimiento en los tres cultivos estudiados. En las variables de crecimiento la altura de la planta, diámetro del tallo y número de hojas en el cultivo de maíz presentaron diferencia estadística significativa obteniendo los mejores promedios en las camas biointensivas con el T₃. La variable de rendimiento no presentó diferencias estadísticas. El mayor rendimiento lo presentó el T₁ con 0.71 kg, seguido por T₂ con 0.68 kg. En el cultivo de camote las camas biointensivas con el T₂ y T₄ presentaron las mejores categorías estadísticas en la variable de crecimiento: longitud de la guía principal, diámetro y número de guía secundaria. La variable de rendimiento biomasa no presentó diferencia estadística, obteniendo el mejor promedio 0.94 kg correspondiente al T₁. En el cultivo de tomate las camas biointensivas con el T₃ presentaron las mayores medias las variables de crecimiento: altura de la planta, diámetro del tallo y número de ramas. El rendimiento por cama no presentó diferencia estadística, obteniendo el mejor promedio (0.50 kg) las camas biointensivas con el T₃.

Palabras clave: Biointensivo, láminas de riego, asocio, crecimiento, rendimiento.

ABSTRACT

The study was carried out at the training, research and demonstration center of the biointensive cultivation method in Nicaragua, Inc., El Plantel farm, property of the National Agrarian University located at kilometer 30 of the Tipitapa-Masaya highway, with geographic coordinates of 12 ° 07'02 " north latitude and 86 ° 05'33 " west longitude, at an altitude of 114 masl, with an average temperature of 29 ° C and annual precipitation of 1215 mm. The objective of the research work was to evaluate the growth and yield of the crops of corn (*Zea mays* L.), tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) in association in biointensive production under complementary irrigation. A complete randomized design was established, in paired plots, with three replications and four treatments ($T_1 = 29.42$ mm, $T_2 = 56.36$ mm, $T_3 = 82.31$ mm and $T_4 = 30.8$ mm). The data were analyzed through the SAS statistical package, using Fisher's LSD multiple comparison test ($\alpha 0.05$). The results presented statistical difference in growth and yield variables in the three crops studied. In the growth variables, the height of the plant, stem diameter and number of leaves in the corn crop presented significant statistical difference, obtaining the best averages in biointensive beds with T_3 . The performance variable did not present statistical differences. The highest performance was presented by T_1 with 0.71 kg, followed by T_2 with 0.68 kg. In sweet potato cultivation, biointensive beds with T_2 and T_4 presented the best statistical categories in the growth variable: length of the main guide, diameter and number of secondary guide. The biomass yield variable did not present statistical difference, obtaining the best average 0.94 kg corresponding to T_1 . In tomato cultivation, biointensive beds with T_3 presented the highest growth variables: plant height, stem diameter and number of branches. The yield per bed did not present statistical difference, obtaining the best average (0.50 kg) for biointensive beds with T_3 .

Keywords: Biointensive, irrigation sheets, partnership, growth, yield.

I. INTRODUCCIÓN

El Cultivo Biointensivo es un método de agricultura ecológica sustentable de pequeña escala 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. Utilizando semillas de polinización abierta y unos pocos fertilizantes orgánicos, el método es casi totalmente sustentable (EcoBASE, 2008).

El método brinda una solución a la seguridad alimentaria familiar frente a los grandes problemas que amenazan a los pueblos de todo el mundo: la contaminación y destrucción del medioambiente, el agotamiento de los recursos naturales y el cambio climático. Con este énfasis, el método se ha desarrollado para poder cultivar todos los alimentos para una dieta completa y nutritiva en el espacio más reducido posible (EcoBASE, 2008).

Tiene sus orígenes en la década de los ochenta del siglo pasado, en California, Estados Unidos, con el grupo Ecology Action, de John Jeavons. Este método se basa en 8 principios fundamentales que son: camas de siembra con doble excavación del suelo; el uso de composta; la siembra cercana; la asociación y rotación de cultivos; el uso de semillas de polinización abierta; cultivos para la producción de composta y cultivos para la generación de carbono y calorías; y el cuidado integral (SEMARNAT, 2013).

Estos principios 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 (EcoBASE, 2008).

González (2010), afirma que estos principios están inspirados en cómo las plantas crecen en la naturaleza y se basan en el uso de procesos naturales para crear un sistema de producción de alimentos próspero y sostenible; sin embargo, las camas biointensivas no es una invención moderna. Antes de que hubiese agricultores, la naturaleza mantenía el suelo cubierto con una alta gama de plantas adaptadas a su ambiente particular.

El suelo es uno de los recursos más valiosos de los seres vivos y es el elemento fundamental para que nuestro huerto familiar biointensivo produzca con altos rendimientos por lo que es necesario cuidarlo. El método biointensivo proporciona este cuidado mediante la incorporación de vegetales nutritivos como compostas, la siembra de cultivo especial, el asocio que favorecen al desarrollo biológico potente del suelo (SEMARNAT, 2013).

Willey (1979), menciona que uno de los principios del método biointensivo es el asocio de cultivos, ya 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.

Jeavons (2018), afirma que el asocio de cultivos tiene como fin mejorar la salud de las plantas, mejora la nutrición, complementariedad física y relaciones entre malezas, insectos y animales, además es posible asociar simultáneamente consumidores fuertes, donadores y consumidores ligeros en la misma área de cultivo, lo que es una forma de reciclaje agrícola. La asociación de cultivos sigue siendo un ámbito experimental en el que se necesita llevar a cabo muchas más investigaciones.

Como parte del uso racional del agua, se han desarrollado tecnologías que permiten hacer uso eficiente del agua, el riego por goteo, método de irrigación que permite un óptimo aprovechamiento del agua y fertilizantes tanto orgánicos como químicos. El agua aplicada se infiltra hacia las raíces de las plantas regando directamente la zona de influencia del sistema radicular a través de un sistema de tuberías y emisores (Duarte y Ruiz, 2010).

Con el presente trabajo de investigación se pretende evaluar el crecimiento y rendimiento de los cultivos asociados bajo riego por goteo complementario en los cultivos de maíz, tomate y camote en camas de producción biointensiva el cual contribuye a un mejor uso de los recursos suelo y agua.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el crecimiento y rendimiento de los cultivos asociados maíz (*Zea mays* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y camote (*Ipomoea batatas* L.) en la producción biointensivo bajo riego complementario, finca El Plantel, 2019

2.2 Objetivos específicos

1. Comparar el crecimiento del cultivo de maíz, tomate y camote asociados en las camas biointensivas con tres niveles de humedad.
2. Determinar el efecto de tres niveles de humedad sobre el rendimiento del cultivo de maíz, tomate y biomasa de camote en las camas biointensivas.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Método de cultivo biointensivo

El Método de Cultivo Biointensivo es un método de agricultura ecológica sustentable de pequeña escala 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. Utilizando semillas criollas y solamente unos pocos fertilizantes orgánicos, el método es casi totalmente sustentable (CII-ASDENIC, 2016).

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 no solo produce alimentos nutritivos y orgánicos, sino también reconstruye y mejora la fertilidad del suelo (CII-ASDENIC, 2016).

3.1.1 Principios del método de cultivo biointensivo

- Preparación profunda del suelo: la doble excavación y fertilización.
- Cultivar suelo haciendo abono biointensivo (Composta).
- Siembra cercana y uso de almácigos.
- Asociación y rotación de cultivos.
- Uso de semillas criollas o de polinización abierta.
- Cultivos de calorías y carbono para la composta.
- Cultivos eficientes en el área de calorías para los cultivos.
- Integralidad (SEMARNAT, 2013).

Según Cortez (2010), bajo condiciones de producción orgánica biointensivo se obtuvo un promedio de 7.4 t ha⁻¹ de rendimiento en el cultivo de maíz con el material AN 445, lo que permite afirmar que este sistema de producción puede competir con el convencional, además de traerle beneficios económicos, sociales y ambientales a los productores.

3.2 Ventajas y desventajas del método biointensivo

Chacón y Solís (2011), evidencian que el método de agricultura biointensivo es una técnica sustentable que permite integrar todos recursos y elementos en un sistema, mejora las condiciones del suelo, pero además la variedad de cultivos que se siembran en la huerta permite que la familia tenga una nutrición balanceada por la calidad de los cultivos que se producen, esto reduce los gastos en compra alimentos.

Sin embargo, estos mismos autores señalan que el Método Biointensivo requiere de un plazo más largo para que se evidencien de manera contundente los beneficios del mismo. No obstante, estos beneficios son mayores a los que puede tener cualquier sistema tradicional de agricultura en cuanto a impactos ambientales y sociales (Chacón y Solís, 2011).

3.3 Asocios de cultivos

La asociación de cultivos en el huerto es un arte practicado desde tiempos ancestrales ahora es retomado por el método biointensivo y se incorpora como uno de los 8 principios que sustentan el método.

Reglas que sustentan la asociación de cultivos:

- Buscar asociaciones que propicien mejorar el sabor, tamaño o resistencia de las plantas.
- Aprovechar las propiedades tóxicas o repelentes de algunas plantas, para proteger el huerto de insectos plagas.
- Tener al mismo tiempo dos cultivos en una misma cama y por lo tanto dos cosechas, esto también es un ejemplo de cómo en el método biointensivo al integrar todos los principios podemos tener más alimento en poco espacio (Molina *et al.*, 2016).

3.4 Generalidades de los cultivos

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo de unos 7000 años de antigüedad, que se cultivaba por las zonas de México y América central es uno de los cereales más importante para consumo humano y animal se cosecha para grano y para forrajes, lo cual es de mayor importancia a nivel mundial ocupando el tercer lugar. Se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas edáficas. EEUU es uno de los países que se destaca por su alta concentración en el cultivo de maíz, así como también es materia prima básica del sector agroindustrial. Tapia, (1983). (Citado en Peña, 2011).

El cultivo del tomate es una de las hortalizas más importante, en la actualidad ocupa unos tres millones de hectáreas en todo el mundo que suponen una producción de casi de 85 millones de toneladas. Los principales cultivadores son Europa, América Central y el Sur. Con producciones de 400, 000 y 330,000 t respectivamente en América del sur se obtiene más de 150 t anuales en Argentina, Brasil y Chile a la cabeza de la producción. Ruano y Sánchez, (2002). (Citado en Gutiérrez y González, 2009).

El Tomate es una planta de clima cálido, pero se adapta muy bien a climas templados; por lo que en Nicaragua se puede sembrar en gran parte del territorio, prefiriéndose aquellos ubicados en alturas entre los 100 y 1500 m.s.n.m. En el período de lluvias la incidencia de enfermedades es mayor mientras que durante la época seca las plagas son el mayor problema. Sin embargo, dichos problemas son superables mediante un conjunto de prácticas agrícolas que incluyan métodos de manejo y controles adecuados, los cuales tienen que ser realizados en el momento y la forma precisa en que se indican, ya que de éstas depende el éxito de una buena cosecha. (Chemonics International, Inc., 2008).

La batata o camote es el quinto alimento más importante en los países en desarrollo debido a sus sobresalientes características nutricionales y culinarias. Se cultiva en más de 100 países con un registro de producción mundial anual estimada en 130 millones de toneladas. Esto ubica al cultivo en el quinto lugar en orden de importancia después del arroz, trigo, maíz y mandioca. El aumento de la producción mundial y su utilización como alimento sano, es a menudo considerado como un medio para mejorar los ingresos y la seguridad alimentaria en los segmentos más pobres de la población rural (INTA, 2013).

Las propiedades agronómicas, tales como la rusticidad, que le permite adaptarse a terrenos marginales, su mínimo requerimiento de agroquímicos, el fácil sistema de propagación y su alta producción de energía/hectárea/día, hacen que esta especie se cultive en espacios reducidos, se adapte perfectamente a las rotaciones con los principales cultivos y sea considerada como un producto básico en algunos proyectos internacionales para la producción de energía no convencional (INTA, 2013).

3.4.1 Características de las variedades de los cultivos establecidos

Cultivo de Maíz, Variedad NB-6

La variedad mejorada NB-6 (Santa Rosa 8073) fue desarrollada por el Programa Nacional de Investigación de Maíz, adscrito al Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos (CNIGB) en 1984NB-6 proviene de la población Santa Rosa 8073 (Tropical blanco tardío dentado), cuyo germoplasma fue introducido por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y germoplasma local en convenios de colaboración con Nicaragua (INTA, 2009).

Con la generación de la variedad NB-6 se redujo el área de pérdida en 80 % ocasionada por la enfermedad conocida como achaparramiento, (conocida por los pequeños y medianos productores como lapo rojo y/o amarillo). Esta variedad se debe cosechar cuando el grano posee de 18 a 20 % de humedad. Se debe manejar adecuadamente la humedad del grano, para evitar recalentamiento y daños por gorgojos (INTA, 2009).

Cuadro 1. Características agronómicas de la variedad NB-6

Tipo de variedad	Descripción
Días a flor femenina	54 a 56
Altura planta (cm)	220 a 235
Altura de mazorca (cm)	110 a 115
Color de grano	Blanco
Tipo de grano	Semi-dentado
Textura de grano	Semi-cristalino
Días a cosecha	110 a 115
Madurez relativa	Intermedia
Rendimiento comercial (kg ha ⁻¹)	3 200 – 4 318.18
Cobertura de mazorca	Buena
Densidad poblacional	52 661 a 61 201 planta. ha ⁻¹
Ventajas sobre saliente	Tolerante al Achaparramiento

Cultivo de tomate, variedad INTA L7

Ruiz (como se citó en Gutiérrez y González, 2009) menciona que “Desarrollada por el INTA en el Centro de Desarrollo Tecnológico del Valle de Sébaco (CDT). Fue introducida a Nicaragua en el año 2005 procedente del Centro Mundial de las Hortalizas (AVRDC siglas en inglés) ubicado en Taiwán. Originalmente la línea 7 fue introducida con el nombre de CLN 2762-7-19 presentando características de tolerancia a geminivirus y buenos rendimientos de fruto, esta variedad presenta el gen de tolerancia TY2, y con peso promedio de 0.39 kg por fruto, con una altura intermedia y con un follaje de densidad intermedia, el color externo del fruto no maduro es verde claro. Actualmente esta variedad se está distribuyendo comercialmente con el nombre de INTA valle de Sébaco el cual está siendo distribuido a los diferentes productores del país a través del INTA”.

Cultivo de camote, Clon 199062.1

Fonseca, *et al.*, (2002), Camote amarillo tipo "apichu" de color de piel naranja y pulpa naranja clara, periodo vegetativo de cinco meses, contenido de materia seca 32%, que facilita su comercialización a zonas alejadas, adecuado para consumo fresco y procesamiento (producción de harina y almidón), rendimiento de raíces tuberosas que va de 30 a 35 t ha, resistente al ataque de nematodos. Este clon fue seleccionado en ensayos de observación y avanzados, realizados en los valles de Chincha, Cañete y Huaral; y de cruas realizadas por el Departamento de Genética y Mejoramiento del CIP.

El CIP distribuyó al INTA-Nicaragua plantas in vitro de 27 variedades o clones promisorios el 2002, como complemento al grupo enviado en 1999 como parte del proyecto “Seed of Hope”, para hacer frente a los destrozos del huracán Mitch (FONTAGRO, 2003).

3.5 Generalidades e importancia del riego

Según Mendoza (2013), el riego por goteo es una tecnología útil, adaptable y que, al ser bien aplicada, es sinónimo de mejores rendimientos para nuestras parcelas, tiene la capacidad de hacer producir hortalizas y frutales en casi cualquier superficie cultivable, y que al ser introducida en otros cultivos eleva la productividad de los mismos. El riego por goteo representa

una herramienta sustentable capaz de potenciar la diversificación de las fincas, reducir el consumo de agua y ayudar a garantizar la seguridad alimentaria y nutricional de nuestro país.

Se ha comprobado que la producción bajo condiciones de riego ofrece mejores cosechas que la producción de invierno, esto es debido a que mediante un buen riego se tiene mejor control de la humedad del suelo y del medio ambiente cercano a las plantas por lo que se observa un mejor desarrollo de los cultivos y una reducción de la presencia de hongos y bacterias (Mendoza, 2013).

3.6 Estudios realizados con diferentes láminas de riego en maíz, tomate y camote

Según Rivetti (2006), una adecuada programación del riego, en la cual se tengan en cuenta las necesidades del cultivo en el período crítico, permitiría obtener rendimientos próximos al potencial. La aplicación de una lámina total de 330 mm generó un aumento en la producción de grano del 72 %.

Martínez y Meza (2011), mencionan que las normas de riego en el cultivo de tomate silvestre tuvieron efecto significativo sobre las variables frutos y la norma de riego de 0.7 l planta día, demostró los mayores valores promedio, sin embargo, López y Coleman (2016). Afirman que utilizando una lámina de riego de 1.5 l planta día y una distancia de 0.6m se obtuvo un rendimiento de 13,560.62 kg ha⁻¹ en el cultivo de tomate. Los cuales son altos con relación al promedio de rendimientos sin utilización de riego por goteo.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

El experimento se realizó entre los meses de junio a diciembre del año 2019 en el centro de capacitación, investigación y demostración del método biointensivo de cultivo en Nicaragua, Inc., finca El Plantel propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa – Masaya. Ubicada geográficamente a una altura 114 msnm en las coordenadas 12°07'02" latitud norte y 86°05'33" longitud oeste (INETER, 2019).



Figura 1. Ubicación geográfica del centro de capacitación, investigación y demostración del método biointensivo de cultivo en Nicaragua, Inc., Finca El Plantel, Masaya 2019.

4.1.1 Condiciones climáticas de la zona de estudio

Durante el tiempo de estudio en el lugar del experimento las precipitaciones acumuladas en el año fueron de 1215.6 mm y los meses que presentaron precipitaciones mínimas fueron enero (0 mm) y abril (1.2 mm), los meses con mayor presencia de lluvias fueron mayo (344.2 mm) y octubre (457.4 mm). Cabe recalcar que nuestro estudio se estableció entre los meses de junio a diciembre y por las bajas precipitaciones se manejó un riego complementario. Las temperaturas mínimas fueron de 22.1 °C y temperatura máxima de 36.2 °C, con una humedad relativa promedio de 71 % y viento mínimo de 7.2 km hora y viento máximo de 41.4 km hora (INETER, 2019; Figura 2).

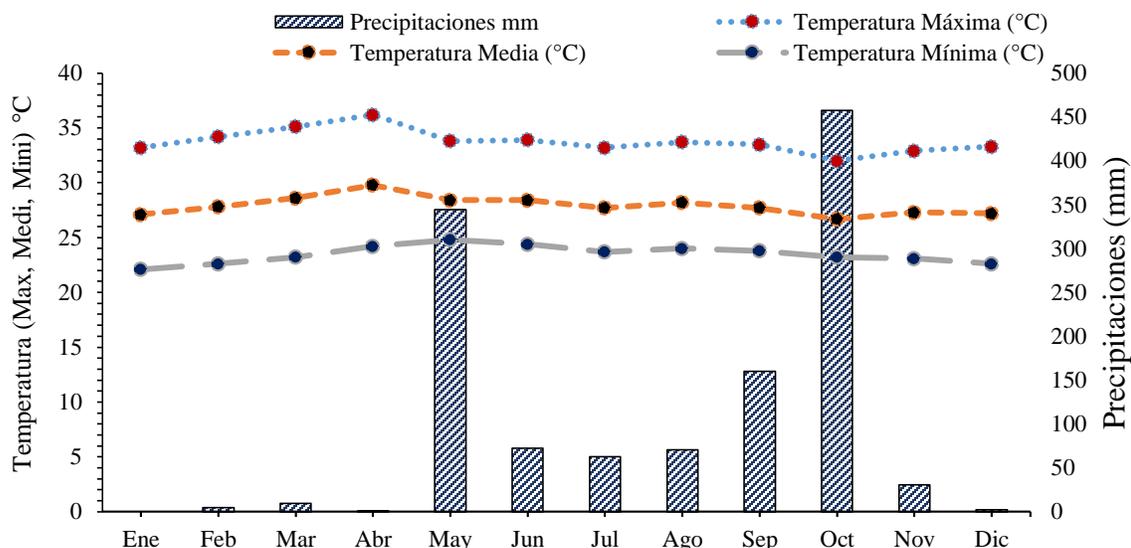


Figura 2. Precipitaciones (mm), temperatura máxima, media y mínima acumuladas mensuales en la finca El Plantel, Tipitapa-Masaya 2019.

4.1.2 Análisis físico-químico del suelo

Se recolectaron muestras de suelo de las 12 camas seleccionada para este estudio. Al azar se tomaron muestras a una profundidad a 20 cm, 30 cm y 40 cm dentro de la cama para formar muestra compuesta en las diferentes profundidades, se homogenizaron y se tomaron 2 kg para determinar las propiedades físicas y propiedades químicas en el laboratorio de Suelos y Agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria. Se tomaron muestras fuera de las camas y se repitió el procedimiento mencionado anteriormente, en total fueron seis muestras de suelo tomadas dentro y fuera de las camas.

Cuadro 2. Propiedades químicas del suelo en el centro de capacitación, investigación y demostración del método biointensivo de cultivo en Nicaragua, Inc. finca El Plantel, Masaya 2019

Profundidad (cm)	pH	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K Ca Mg		
					meq/100 g suelo		
20	7.36	2.59	0.13	2.64	1.30	23.54	6.28
	LA	M	M	B	A	A	A
30	7.18	2.22	0.11	1.90	1.01	23.84	8.06
	N	M	M	B	A	A	A
40	7.21	2.27	0.11	1.78	1.03	39.53	5.26
	N	M	M	B	A	A	A

Fuente. Laboratorio de Suelo y Agua UNA, 2019. Clave. N: Neutro, LA: Ligeramente alcalino, A: Alto, M: Medio, B: Bajo.

4.2 Diseño metodológico

El estudio consistió en evaluar el crecimiento y rendimiento de tres cultivos en asocio (maíz, tomate y camote) bajo riego complementario en la producción biointensiva. Cada una de las camas se encuentra con un arreglo espacial y temporal haciendo uso de la técnica de tres bolillos; los tratamientos se distribuyeron en un diseño DCA en parcelas apareadas, distribuidos en 12 camas cuyas dimensiones fueron de 1.50 m x 6.66 m (10 m²) para un total de 120 m² el experimento se dividió en tres camas por tratamiento incluyendo los testigos (Cuadro 4).

Cuadro 3. Distancias de siembra y total de plantas por cama en un arreglo de siembra a tres bolillos

Cultivo	Distancia entre plantas	Plantas por cama
Maíz	135 cm	6
Tomate	67.5 cm	14
Camote	33.75 cm	16

Las camas fueron hechas con un doble excavado que consiste en romper y mullir el suelo (sin voltearlo) con un biello hasta una profundidad de 30 cm; luego sobre esta excavación, se levanta una cama de 30 cm y así se logra obtener una profundidad de 60 cm para esta actividad se utilizaron pala, azadón biello y rastrillo.

Cuadro 4. Dimensiones de parcelas, bloques y áreas totales, centro de capacitación, investigación biointensivo, Inc. finca experimental El Plantel, Tipitapa-Masaya 2019

	Dimensiones	Áreas
Camas	1.50 m x 6.66 m	10 m ²
Tratamiento	2 m x 21.98 m	43.96 m ²
Unidad Experimental	21.98 x 8 m	175.84 m ²

4.2.1 Descripción de los tratamientos

- El primer nivel de humedad se estableció a los 20 cm de profundidad con una lámina de riego de 29.42 mm.
- El segundo nivel de humedad se estableció a los 30 cm de profundidad con una lámina de riego de 56.36 mm.
- El tercer nivel de humedad se estableció a los 40 cm de profundidad con una lámina de riego de 82.31 mm.

- El testigo se manejó bajo criterio del técnico de campo el cual aplicó una lámina de 30.80 mm.

Cuadro 5. Descripción y manejo de los tratamientos, centro de capacitación, investigación biointensivo, Inc., finca experimental El Plantel, Tipitapa-Masaya 2019

Tratamiento en estudio	
Láminas de riego A	Arreglos B
T ₁ . 29.42 mm	Maíz, tomate, camote
T ₂ . 56.36 mm	Maíz, tomate, camote
T ₃ . 82.31 mm	Maíz, tomate, camote
T ₄ . 30.80 mm	Maíz, tomate, camote

4.2.2 Manejo del experimento

Establecimiento de semilleros

El establecimiento de los semilleros se realizó el 31 de mayo, utilizando cajas de madera (cajas de germinación) que presentan una dimensión de 60 cm largo x 30 cm ancho x 7.5 cm de profundidad. Se utilizó como sustrato compost más suelo en una relación 1:1. El tiempo que duraron las plántulas en el semillero fue en dependencia de la especie (cuadro 6).

El doble trasplante se realizó el 14 de junio y consistió en trasladar las plántulas con las mejores características morfológicas de las cajas de germinación a una más profunda que presenta las siguientes dimensiones 30 cm largo x 30 cm ancho x 15 cm de profundidad. Las especies que requieren doble trasplante, y el tiempo de duración del mismo (cuadro 6).

El Camote se estableció directamente en la cama el 08 de julio, utilizando esquejes de 30 cm de longitud con 4 a 6 yemas, con un espacio de 33.75 cm entre cada esqueje.

Cuadro 6. Duración de plántulas en cajas de germinación y doble trasplante

Especies	Cajas de germinación		Doble trasplante	Cajas doble trasplante	
	Duración (días)	Distancia (cm)		Duración (días)	Distancia (cm)
Maíz	7	2.54			
Tomate	15	2.54	X	15	5

Siembra

Se realizó mediante patrones triangulares que formaron hexágonos. Siguiendo la metodología descrita por Jeavons (1999), se realizó el cálculo matemático para el asocio de las especies en las camas biointensivas.

La siembra se realizó posterior al acondicionamiento de las camas, a partir del 02 de julio y esta se hizo en dos momentos tomando en cuenta las plantas más desarrolladas y vigorosas, primeramente, se trasplanto el maíz a 135 cm entre planta, la siguiente semana se trasplanto el tomate a 67.5 cm entre planta y camote a 33.75 cm entre planta (cuadro 3).

Fertilización

La fertilización se realizó un día antes de la siembra a partir de las necesidades que reflejo el análisis de suelo, Utilizando el compost como fuente de N, P, K se calculó e incorporó a las camas la cantidad de 4.64 kg y en menor cantidad para complementar se aplicó 0.9 kg de roca fosfórica.

Riego

Una vez establecido el ensayo se manejaron las diferentes láminas de riego complementaria con el objetivo de mantener el agua durante los días que las precipitaciones son bajas o de larga frecuencias, los meses que se usaron las láminas complementarias fueron, julio, agosto, septiembre, noviembre y diciembre, el único mes que no se aplicó riego fue en octubre este mes presento una mejor distribución de las precipitaciones (anexo 5).

El cálculo de las láminas de riego fue realizado en función de las tres profundidades de suelo 20, 30 y 40 cm, para la profundidad de 20 cm se aplicó una lámina de 29.42 mm, segundo nivel 30 cm de profundidad 56.36 mm y tercer nivel hasta los 40 cm de profundidad con una lámina de riego de 82.31 mm. El testigo se manejó bajo criterio del técnico de campo el cual aplico una lámina de .30.80 mm durante el tiempo de cuatro horas por día con un intervalo de un día.

Control de malezas

El control de maleza se realizó de forma manual con una frecuencia que dependía de la incidencia nociva que presentaban y su forma de propagación en la unidad experimental. Se utilizó de manera preventiva mulch como cobertura física en el suelo, lo que evitaba q estas emergieran rápidamente.

Aporque

Esta actividad consiste en apilar una cierta cantidad de tierra al pie de las plantas, se realizó un aporque a los 25 días después del trasplante en las camas y un segundo aporque a los 45 ddt. Esto proporciona a la planta las siguientes ventajas; se controlan arvenses, las raíces aéreas del maíz alcanzan fijarse al suelo y contrarresta el efecto de viento.

Control de plagas insectiles

A partir de los 10 días después del trasplante se realizaron muestreos semanalmente para determinar el tipo y poblaciones de insectos plagas presente en la unidad experimental. Los controles que se realizaron fue el control mecánico cuando las poblaciones eran bajas y bioplaguicidas cuando eran altas o aumentaba su incidencia dentro de la parcela (Anexo 6).

Tutoreo

Se inició cuando las plantas tenían aproximadamente 15 a 20 centímetros de altura utilizando el sistema de espaldera; en los extremos de las camas se colocaron estacas de aproximadamente 2 metros de largo y 10 centímetros de diámetro, en el centro de las camas se colocó estacas con la misma altura y diámetro, la distancia entre estaca era de 2 metros, se colocaron tres hilos de cuerdas de nylon a una altura aproximada de 10 centímetros de la superficie del suelo, las otras hileras se colocaron aproximadamente a 15 centímetros una de la otra.

Cosecha

En el cultivo de maíz se realizó a los 109 DDT, En el cultivo de tomate se realizaron cuatro cosechas a partir de los 77 DDT y en el caso de camote se extrajeron todas las plantas sembradas para determinar biomasa a los 160 DDS.

4.3 Variables evaluadas

Para la toma de datos se seleccionaron 10 plantas de tomate, 6 de maíz y 10 de camote dentro de cada cama, fueron señaladas con una cinta plástica color azul, siguiendo un orden lógico, se realizaron mediciones cada 7 días durante el crecimiento y las mediciones debidas al momento de la cosecha de cada cultivo.

4.3.1 Variable de crecimiento en maíz

Altura de la planta (cm)

Con una cinta métrica se midió desde la base del tallo, en el nivel de la superficie del suelo hasta la yema apical del mismo.

Diámetro de tallo (mm)

Se realizó en el entrenudo de la parte media del tallo, mediante el uso de un vernier (pie de rey).

Número de hojas por planta

Se contabilizaron todas las hojas funcionales de la planta.

Longitud de hojas (cm)

Con una cinta métrica se midió desde la lígula hasta el extremo de la misma hoja.

Ancho de hojas (cm)

Con una cinta métrica se midió en la parte más ancha de la hoja de extremo a extremo.

4.3.2 Variable de rendimiento en maíz

Longitud de la mazorca (cm)

Se midió desde la base del pedúnculo hasta su ápice (la punta inicial del olote), la unidad de medida utilizada es el cm y utilizando como herramienta la cinta métrica de 100 centímetros ocupando como unidad de medida el centímetro (cm) para toma de las muestras.

Diámetro de la mazorca (mm)

Se midió la parte media en cada una de las mazorcas cosechadas. La unidad de medida utilizada es el mm, utilizando un vernier.

Peso de la mazorca (kg)

Se realizó con una balanza electrónica, pesando cada una de la mazorca cosechada. La unidad de medida utilizada es en kg.

Número de granos por hilera

Se seleccionaron seis mazorcas y se contabilizó el número total de granos por hilera, seguido del cálculo del valor promedio.

Número de hileras por mazorca

A cada mazorca de las 6 seleccionadas se les contabilizó el número de hileras, posteriormente se determinó el valor promedio por mazorca.

Peso de 1000 semillas (g)

Esta variable se determinó siguiendo las reglas del ISTA donde se tomaron ocho réplicas de 100 semillas de cada parcela útil. Después se pesó cada réplica por separado y se calculó el valor promedio. Dicho promedio se multiplicó por diez para obtener el peso de mil granos.

Rendimiento de grano (kg ha⁻¹)

Esta variable se calculó a nivel de tratamiento. Luego de cosechar, se procedió al desgrane de las mazorcas, para la prueba de humedad se utilizó el aparato Dole 400 (Probador de humedad) en donde la humedad resultante se aplicó una fórmula para ajustar el grano cosechado al 14% de contenido de humedad y el resultado se expresó en kg ha⁻¹.

$$Pf = \frac{Pi (100 - Hi)}{(100 - Hf)}$$

Donde:

Pi: Peso inicial (kg)

Hi: Contenido de humedad inicial de la semilla (%)

Pf: Peso final de la semilla (kg)

Hf: contenido de humedad final de la semilla (%)

4.3.3 Variable de crecimiento en tomate

Altura de la planta (cm)

Se midió desde la base del tallo principal hasta el ápice del mismo.

Diámetro de tallo (mm)

Se realizó mediante un vernier a partir de la parte media del tallo principal.

Número de ramas por planta

Se contaron los números de ramas totales de cada planta.

4.3.4 Variable de rendimiento en tomate

Las mediciones se realizaron en la fase de floración, se contaron todos los frutos observados por planta y en el momento de la cosecha se evaluaron de manera general los frutos cosechados.

Número de frutos por cama

Se contó cada fruto para determinar la cantidad de frutos producidos por cama y el rendimiento convertirlo a número de frutos por hectárea.

Diámetro Polar (mm)

Esta variable se midió en el fruto desde la cicatriz del pedúnculo hasta el ápice. La herramienta de medición empleada fue el vernier y el resultado, por cada medición, se expresó en milímetros (mm).

Diámetro Ecuatorial (mm)

La variable se midió en la parte media del fruto, la unidad de medida utilizada fue en mm, se usó un vernier como herramienta.

Grados brix (%)

Para la toma de los grados brix se utilizó un refractómetro. Se tomó una pequeña muestra de jugo de cada tomate para ser colocada en el prisma de medición del refractómetro y se distribuye uniformemente, la unidad de medida usada fue en %.

Rendimiento de frutos por cama (kg ha⁻¹)

El rendimiento se obtuvo mediante el peso de los frutos obtenidos por cama después de cada cosecha, extrapolarlo el peso de los frutos en base al área de estudio.

4.3.5 Variable de crecimiento en camote

Diámetro del tallo (mm)

Se realizó con el vernier, entre tres a cinco cm partiendo de la superficie del suelo.

Longitud de la guía principal (cm)

Cada siete días con una cinta métrica se midió desde la base del cuello de la planta hasta la yema terminal.

Número de guías secundarias (cm)

Cada siete días se contabilizó el número de guías secundarias.

4.3.6 Variable de rendimiento en camote

Biomasa (kg)

Se procedió a recolectar todas las plantas dentro de las camas, posteriormente se llevaron a laboratorio para registrar el peso fresco, donde se tomó una submuestra de 1 kg y se introdujo al horno a 65 °C durante 72 horas y así determinar la cantidad de materia seca expresada en kg.

4.4 Recolección de datos

Las variables de crecimiento se midieron cada siete días y las variables de rendimiento en dependencia del estado de madurez de los frutos.

Los instrumentos que se utilizaron en la recolección de los datos fueron: Tablas de campo, hojas de registro, vernier, cinta métrica, lápiz, cuaderno, calculadora y en el establecimiento y manejo de los cultivos: azadones, cobas, machetes, tutores y cabuyas.

4.5 Análisis estadístico

El análisis estadístico de las variables en estudio se obtuvo a través del software estadístico SAS, se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) y Least significant difference, test de comparaciones múltiples LSD de Fisher al ($\alpha = 0.05$).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Variable de crecimiento en maíz

Altura de planta (cm)

La altura de planta es una característica fisiológica determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis y puede verse afectada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales: luz, calor, humedad y nutrientes (Somarriba, 1998).

Por medio de la separación de media LSD ($\alpha = 0,05$), mostro diferencias estadísticas. El tratamiento T₃ presento los mayores promedios con 107.12 cm, en segundo lugar, el T₁ con promedio de 106.97 y con los promedios más bajos el T₂ con 106.01 cm y T₄ con 69.66 cm (cuadro 7).

Diámetro del tallo (mm)

Según Vázquez y Ruiz (1993), el grosor del tallo depende de la variedad, las condiciones ambientales y nutricionales del suelo. La resistencia que presenta la planta de maíz al acame depende en gran medida del diámetro del tallo, lo que es afirmado por Torres (1993), considerando que el diámetro del tallo tiende a disminuir cuando se aumenta la densidad de siembra, debido a la competencia entre las plantas, INTA (2001) afirma que la aplicación de nitrógeno es uno de los factores que influye en el diámetro del tallo.

En el cuadro 7 se puede observar que en la variable diámetro de tallo se encontraron diferencias estadísticas en todos los tratamientos evaluados, presentando el mayor promedio el T₃ con 18.70 mm y el menor promedio con 15.86 mm correspondiente al T₄

Número de hojas por planta

Las hojas de la planta de maíz se forman durante los primeros 30 a 37 dds y se desarrollan antes que otros órganos superficiales como el tallo, las hojas se diferencian por tamaño, color y pilosidad, su número está influenciado por la densidad poblacional. Además, esta variación se encuentra relacionada con la variedad, la edad y las condiciones ambientales como luz y humedad (Somarriba, 1998).

A medida que la planta crece se pueden perder de tres a cinco hojas debido a la falta de nutrientes, engrosamiento del tallo, alargamiento de entrenudos y enfermedades foliares; a la vez que más hojas se exponen a la luz solar, la tasa de materia seca aumenta gradualmente (Somarriba, 1998).

El número de hojas por planta puede ser desde 8 a 21, siendo lo más frecuente de 12 a 18, con un promedio de 14. El número de hojas depende del número de nudos del tallo, ya que de cada nudo emerge una hoja (Reyes, 1990).

Los resultados obtenidos por el efecto de los tratamientos sobre la variable número de hojas, reflejados en el cuadro 7, se aprecia diferencia estadística con las mayores medias el T₃ con 12.33 hojas por planta. El T₁ y T₂ presentan promedio de 11.11 y el T₄ promedio 10.50, los cuales son similares estadísticamente.

Ancho de hojas (cm)

Según el ANDEVA realizado al 95 % de confiabilidad no se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos. Presentando el mayor promedio el T₂ con 9.04 cm y el menor promedio con 5.84 cm correspondiente al T₃ (cuadro 7).

Longitud de las hojas (cm)

La hoja es el órgano que surge y envuelve al tallo, la compone la vaina que rodea el entrenudo, lígula que lo protege y la lámina que es la parte verde y que comprende la zona donde se da la mayor actividad fotosintética de la planta (Loáisiga, 2002).

Según Loáisiga (1990), las plantas con mejor porte son aquellas que presentan longitud de hoja entre 85 – 100 cm y un ancho de 7 – 9 cm, ya que sus conclusiones estadísticas demuestran que las accesiones comprendidas en dichos rangos cuentan con buena cobertura de sol respecto al suelo y solidez de la hoja en cuanto al enrollamiento de la misma.

La variable longitud de hoja determinó que los tratamientos mostro diferencias estadísticas entre los tratamientos. Presentando el mayor promedio el T₁ con 56.53 cm y el menor promedio con 52.68 cm correspondiente al T₃ (Cuadro 7).

Cuadro 7. Significación estadística para la variable de crecimiento en el cultivo del maíz, finca El Plantel, Masaya 2019

Tratamiento	Altpla (cm)	Diamtal (mm)	Nhojas	Ahoja (cm)	Lhoja(cm)
T ₁	106.97 a	17.83 ab	11.11 b	6.62 a	56.53 a
T ₂	106.01 a	18.53 ab	11.11 b	9.04 a	54.51 a
T ₃	107.12 a	18.70 a	12.33 a	5.84 a	52.68 a
T ₄	69.66 b	15.86 b	10.50 b	6.53 a	53.35 a
R ²	0.61	0.64	0.60	0.54	0.40
CV (%)	44.30	19.80	18.40	67.00	23.91

Altpla (Altura de planta), Diamtal (Diámetro de planta), Nhojas (Numero de hojas), Ahoja (Ancho de hoja), Lhoja (Longitud de las hojas).
Nota: Promedios con letras iguales en cada columna son similares estadísticamente (LSD P ≤ 0,05).

5.2 Variable de rendimiento en maíz

Número de granos por hilera

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).

Somarriba (1997), explica que, en los estadios más tardíos, las condiciones desfavorables afectan el normal crecimiento del elote, disminuye el número de estilos, dando como resultado una pobre polinización de los óvulos, lo que reduce el número de granos en la mazorca.

Los resultados obtenidos por el efecto de los tratamientos sobre la variable grano por hilera, reflejados en el cuadro 8, se encontró diferencia estadística en los tratamientos en estudio. El mayor valor se presentó en el T₁ obteniendo el mejor promedio con 31.73 granos por hilera,

seguido el T₂ con 27.80 gramos y el menor promedio con 21.73 granos por hilera correspondiente al T₃.

Número de hileras por mazorca

El número de hileras por mazorca depende de la variedad utilizada, así como de la alimentación mineral e hídrica de cada planta, esto también está determinado por la competencia, por la densidad de plantas y las malezas. El número de hileras es un carácter genético que no puede ser afectado por las condiciones del cultivo (Tanaka y Yamaguchi, 1984).

Según Centeno y Castro (1993), el número de hileras por mazorca estará en dependencia de la longitud, diámetro de la mazorca, la variedad y sobre todo un buen suministro de fertilizantes con lo que aumentará la masa relativa de la mazorca, aumentando el número de hileras.

En el cuadro 8 se observa que los tratamientos en estudio no mostraron diferencias estadísticas. Presentando el mayor promedio el T₄ con 17.40 hileras y el menor promedio con 15.07 hileras correspondientes al T₁ (Cuadro 8).

Diámetro de mazorca (mm)

El diámetro de mazorca forma parte de la fase reproductiva, en la que se requiere de actividad fotosintética y gran absorción de agua y nutrientes. Si los eventos mencionados son adversos, se afecta el tamaño de la espiga en formación, y por consiguiente se obtiene menor diámetro de mazorca que al final repercute en bajos rendimientos (López y Morales 2014).

Según el ANDEVA realizado al 95 % de confiabilidad no se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos. Presentando el mayor promedio el T₂ con 40.61 mm y el menor promedio con 38.33 mm correspondiente al T₄ (cuadro 8).

Longitud de mazorca (cm)

Rodríguez y Solís (1997) lograron determinar que esta variable está correlacionada con el diámetro de la mazorca y el peso del olote. La longitud de la mazorca es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del maíz y está influenciada por las condiciones ambientales (clima y suelo), y disponibilidad de nutrientes. La máxima longitud de la mazorca

está en dependencia de la humedad del suelo, nitrógeno y radiación solar (Adetilaye *et al.*, 1984). En numerosos ensayos de fertilización se ha observado que el tamaño promedio de la mazorca aumenta cuando se aplica nitrógeno (Berger, 1985). (Citado en Castro y Garay, 2005).

Los resultados obtenidos por el efecto de los tratamientos sobre la variable longitud de mazorca, reflejados en el cuadro 8, se encontró diferencia estadística en los tratamientos en estudio. El mayor desarrollo se presentó en el T₂ obteniendo el mejor promedio con 17.33 cm, seguido el T₁ con 16.70 cm, el T₄ con 15.50 cm y el menor promedio con 14.54 cm correspondiente al T₃.

Peso de mazorca (kg)

Esta variable es de suma importancia debido a que está relacionada al rendimiento de la cosecha (Loáisiga, 1,990). Por otro parte Castro y Garay (2005) mencionan que se ve influenciada por la longitud de mazorca ya que esta influye en el rendimiento de forma directa, sin embargo, existen otras variables que influyen en el peso de la mazorca, Según Rodríguez y Solís (1997) esta variable se encuentra correlacionada con el diámetro de la mazorca y el peso del olote (Citado por Castro y Garay, 2005).

La variable peso mazorca indica que los tratamientos en estudio son similares estadísticamente. Presentando el mayor promedio el T₂ con 0.12 kg y el menor promedio con 0.08 kg correspondiente al T₃ (cuadro 8).

Peso de 1000 semillas (g)

El peso del grano está determinado por la variedad utilizada, por la materia orgánica fotosintetizada y las condiciones de traslado de materia orgánica a los granos, 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, las condiciones hídricas durante el llenado de granos (Blandón y Smith, 2001).

El peso del grano muestra la capacidad de la planta de trasladar nutrientes acumulados durante su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva, su movilización contribuye al rendimiento en una producción que difiere con las variables y las condiciones del medio ambiente.

Somarriba (1997), afirma que, durante el llenado de grano, el principal efecto de la sequía es reducir el tamaño de estos. Al presentar la planta su período de floración, dos semanas antes o dos semanas después de la emisión de estigmas, el maíz es muy sensible al estrés hídrico, afectado el peso del grano si se produce sequía durante este período.

En el cuadro 8 se presentan los resultados obtenidos para la variable peso de 1000 gr semillas. Se encontró que los tratamientos en estudio son similares estadísticamente. Si se analiza el comportamiento de los tratamientos para el peso de las 1000 semillas se observa que el mayor promedio se encontró en el T₁ con 309.02 gr y el menor promedio con 217.94 gr correspondientes al T₄ (cuadro 8).

Rendimiento de grano (kg ha⁻¹)

El incremento de los rendimientos depende del uso de fertilizantes, de híbridos o variedades mejoradas, que dan a la planta mayor resistencia a plagas y enfermedades. Ponce (1991); citado por Martínez y Pérez (2004), afirma que el rendimiento en el grano de maíz está relacionado con la aplicación de fertilizantes, aporte de humedad, densidad poblacional, y el potencial de rendimiento de la variedad.

El potencial del rendimiento puede definirse como el rendimiento de una variedad en ambientes a los que se ha adaptado, donde no hay limitaciones en cuanto a agua y nutrientes, y donde las plagas, malezas y enfermedades y otros factores negativos se controlan con eficacia (CIMMYT, 1998).

En el cuadro 8 se presentan los resultados obtenidos para la variable rendimiento de grano en kg. Según el ANDEVA realizado al 95 % de confiabilidad no se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos. Presentando el mayor promedio el T₁ con 0.71 kg y el menor promedio con 0.35 kg correspondientes al T₃. En el método biointensivo el rendimiento promedio por cama (10 m²) en el cultivo de maíz es de 7.7 kilogramos en 85 plantas en un nivel de principiante y 10.5 kg a un nivel más avanzado. Al extrapolar nuestros resultados obtenemos 10.05 kg lo que significa que nuestros rendimientos son buenos.

Cuadro 8. Significación estadística para la variable de rendimiento en el cultivo del maíz, finca El Plantel, Masaya 2019

Tratami ento	Longmzr (cm)	Dmzr (mm)	Psomzr (kg)	Grnshil	HilMzr	Pso1000 (g)	Rndcma (kg)
T ₁	16.70 a	38.61 a	0.11 a	31.73 ba	15.07 a	309.02 a	0.71 a
T ₂	17.33 a	40.61 a	0.12 a	27.80 b	16.67 a	276.53 a	0.68 a
T ₃	14.54 b	38.44 a	0.08 a	21.73 a	16.67 a	224.96 a	0.35 a
T ₄	15.50 ba	38.33 a	0.10 a	27.13 ba	17.40 a	217.94 a	0.48 a
R ²	0.53	0.63	0.61	0.54	0.54	0.37	0.49
CV (%)	15.99	8.79	32.78	23.77	15.89	29.29	40.68

Longmar (Longitud de mazorca), **Dmzr** (Diámetro de mazorca), **Psomzr** (Peso mazorca), **Grnshil** (Granos por hilera), **HilMzr** (Hilera por mazorca), **Pso1000** (Peso 1000 semilla), **Rndcma** (rendimiento por cama). **Nota:** Promedios con letras iguales en cada columna son similares estadísticamente (LSD $P \leq 0,05$).

5.3 Variable de crecimiento en tomate

Altura de la planta (cm)

La altura de la planta es uno de los factores de crecimiento que en conjunto con el ahijamiento y otros factores influyen sobre la capacidad fotosintética del cultivo del tomate y hace posible un desarrollo apropiado lo que determinará la productividad de las plantas (Alemán, 1991).

El tomate es una planta de tallo herbáceo, en sus primeros 10 días este se mantiene erecto, posteriormente se vuelve decumbente y angular y ciertamente el tamaño viene condicionado por las características genéticas de las plantas y otros factores como ambiente y nutrición (INTA, 2004).

Por medio de la separación de media LSD ($\alpha = 0,05$), mostro diferencias estadísticas el tratamiento T₃ presentando los mayores promedios con 64.61 cm, en segundo lugar, el T₁ con promedio de 57.41 cm, seguido del T₄ con 52.07 cm y el promedio más bajo corresponde al T₂ con 45.46 cm (cuadro 9).

Diámetro de tallo (mm)

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).

Los resultados obtenidos por el efecto de los tratamientos sobre la variable diámetro en el tallo reflejados en el cuadro 7, presento diferencia estadística con las mayores medias el T₃ con 8.60 mm, seguido el T₄ con 7.90 mm, T₁ 7.30 mm y con el diámetro más bajo corresponde al T₂ con 7.01 mm (cuadro 9). Estos resultados están por debajo de los obtenidos por Germán y Mejía (2012), en donde a los 78 ddt el tratamiento Linea-7 como testigo, alcanzo el mejor crecimiento con 2,25 cm/planta.

Número de ramas por planta

La formación de ramas en las plantas no es sólo de interés estético, sino también económico. Como explica Corral (2011), que las plantas con más ramas también producen más hojas, flores y frutos.

Matamoros y Gaitán (2017), indican que el número de ramas es una característica fisiológica de mucha importancia en el crecimiento y desarrollo de la planta, en ellas, se da la producción de hojas, flores y frutos. Entre mayor número de ramas posea el vegetal mayor será el número de hojas, esto permitirá un mayor proceso fotosintético, mejores reacciones metabólicas y, por consiguiente, un mayor crecimiento.

Según el ANDEVA realizado al 95 % de confiabilidad se encontró que los tratamientos evaluados son similares estadísticamente, respecto al T₁ con promedio de 14.11 ramas, el T₂ con promedio de 13.28 ramas y el testigo con promedio de 13.74 ramas, encontrando únicamente diferencias estadísticas en el T₃, donde se obtuvo un mayor promedio en el T₃ con 16.37 ramas, seguido el T₁ con 14.11 ramas y los promedios más bajos corresponden a los T₄ y T₂ con 13.74 ramas, 13.28 ramas respectivamente (cuadro 9).

Cuadro 9. Significación estadística para la variable de crecimiento en el cultivo del tomate finca El Plantel, Masaya 2019

Tratamiento	Altpla (cm)	Diamtal (mm)	Nramas
T ₁	57.41 b	7.30 b	14.11 b
T ₂	45.46 c	7.01 c	13.28 b
T ₃	64.61 a	8.60 a	16.37 a
T ₄	52.07 b	7.90 bc	13.74 b
R ²	0.64	0.71	0.65
CV (%)	26.04	14.21	21.31

Altpla (Altura de planta), Diamtal (Diámetro de planta), Nramas (Numero de ramas). **Nota:** Promedios con letras iguales en cada columna son similares estadísticamente (LSD P ≤ 0,05).

5.4 Variable de rendimiento tomate

Número de frutos por cama

Ortega *et al.*, (2010), afirman que el número de frutos por planta se asocia a las partes morfológicas de éstas y depende en gran medida del tipo de inflorescencias que posean los cultivares, ya sean simples o compuestas esperándose que racimos compuestos posean un mayor número de flores y consecuentemente un mayor número de frutos; sin embargo, esto está en función del amarre de los frutos.

La cantidad de fruto por planta determinó que los tratamientos en estudio son similares estadísticamente. Presentando el mayor promedio el T₃ con 4.94 tomate por planta, el T₄ con 4.92 tomates, seguido el T₂ con 4.13 y el menor promedio el T₁ con 3.86 (cuadro 10).

Diámetro polar (mm)

El diámetro polar y ecuatorial del fruto son variables que determinan el tamaño y la forma del mismo. El tamaño del fruto es variable según el material genético y alcanza diámetros variables (Gómez y Herrera, 2014).

Por medio de la separación de media LSD ($\alpha = 0,05$), presento diferencias estadísticas el tratamiento T₁ presento los mayores promedios con 55.20 mm, en segundo lugar, el T₂ con promedio de 54.61 mm, seguido el T₃ con 52.49 mm y el promedio más bajo corresponde al T₄ con 51.43 mm (cuadro 9). Estos resultados son inferiores a los reportados por Germán y Mejía (2012), los cuales tuvieron 6,16 cm en su línea 7 como testigo.

Diámetro ecuatorial (mm)

En la variable diámetro ecuatorial del fruto se encontró diferencias estadísticas en todos los tratamientos evaluados. El mayor promedio se encuentra en el T₁ 45.10 mm y el menor promedio con 42.14 correspondiente al T₄ (Cuadro 10).

Estos resultados son inferiores a los reportados por Germán y Mejía (2012), donde presento medias de 5,71 cm a los 92 DDT y similares a los valores obtenidos a los 106 DDT (4.55 cm)

Gómez y Herrera (2014) mencionan que los frutos pueden clasificarse como frutos grandes cuando sus calibres son mayores a 8 cm, medianos entre 8 a 5.7 cm y pequeños los inferiores o iguales a 5.6 cm. De acuerdo a esta información, puede clasificarse como frutos pequeños.

Grados brix (%)

Duarte y Ruiz (2010), mencionan que el contenido nutritivo y grados brix del fruto varían según la variedad, fertilidad de los suelos y condiciones climatológicas principalmente, en base a esta información se considera que el factor riego no afectan el porcentaje de grados brix en el tomate. Los grados brix miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25° brix tiene 25 gramos de azúcar (sacarosa) por 100 gramos de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 gramos de sacarosa y 75 gramos de agua en los 100 gramos de la solución (Arriagada, 2007).

En el cuadro 7 se puede observar que en la variable grados brix presento diferencias estadísticas en todos los tratamientos evaluados. Presentando el mayor porcentaje el T₄ con 6.46% y el menor porcentaje con 5.40 % correspondiente al T₁

Rendimiento de frutos por cama (kg ha⁻¹)

El rendimiento en el cultivo de tomate depende del número de frutos por racimo, peso medio del fruto y de la duración del cultivo (Thicoipe, 2002).

El beneficio que puede aportar un cultivo depende de sus características genéticas de productividad potencial, rusticidad y de las condiciones ambientales (EncuRed, 2017).

Gómez y Herrera (2014), consideran que el rendimiento de un cultivo está determinado por sus características genéticas y las condiciones que prevalecen durante el período de crecimiento, tales como las condiciones climáticas y meteorológicas, fertilidad del suelo, control de plagas y enfermedades, el estrés hídrico y otros factores que afectan el crecimiento del cultivo.

En cuanto al factor rendimiento muestra que todos los tratamientos son similares estadísticamente. El mayor rendimiento obtenido lo presento el T₄ con 0.50 kg y el menor rendimiento con 0.33 kg correspondiente al T₃ (cuadro 10).

Estos rendimientos son bajos a los reportados por Jeavons (2018), el cual obtuvo promedios de 46 kg en 10 m². Cabe destacar que estos promedios se obtuvieron con un número de 53 plantas en 10 m², a una distancia de 45 cm y no se realizó en asocio.

Un factor que interfirió con los rendimientos en este estudio fue el ataque de nematodos *Meloidogyne spp.* Según Abuslin y Vaca (2017), los nematodos fitopatógenos son organismos microscópicos que miden de 0.2 mm a 6 mm de largo; nódulos y agallas típicas en la zona radicular en el tomate son los principales síntomas de daños ocasionados por *Meloidogyne spp.* La reducción en rendimiento puede alcanzar hasta 68% de la producción total en el cultivo de tomate. *Meloidogyne incognita* es una especie polífaga de importancia mundial que produce pérdidas económicas de hasta US\$ 50 billones.

Cuadro 10. Significación estadística para la variable de rendimiento en el cultivo de tomate, finca El Plantel, Masaya 2019

Tratamiento	Nofrutos	Dpolar (mm)	Decuator (mm)	Gradosb (%)	Rndcama (kg)
T ₁	3.86 a	55.20 a	45.10 a	5.40 b	0.37 a
T ₂	4.13 a	54.61 a	44.57 ab	5.66 b	0.43 a
T ₃	4.94 a	52.49 ab	42.52 ab	6.21 a	0.33 a
T ₄	4.92 a	51.43 b	42.14 b	6.46 a	0.50 a
R ²	0.70	0.91	0.91	0.89	0.41
CV (%)	42.43	7.45	7.71	10.95	59.44

Nofrutos (Numero de frutos), Dpolar (Diámetro polar), Decuator (Diámetro ecuatorial), Gradosb (Grados brix), Rndcama (Rendimiento por cama). **Nota:** Promedios con letras iguales en cada columna son similares estadísticamente (LSD P ≤ 0,05).

5.5 Variable de crecimiento en camote

Longitud de la guía principal (cm)

Se determinó que los tratamientos en estudio son similares estadísticamente. Presentando el mayor promedio el T₄ con guías de 56.83 cm y el menor promedio con guías 50.63 cm correspondientes al T₃ (cuadro 11).

Diámetro guía principal (mm)

En el cuadro 11 se presentan los resultados obtenidos para la variable diámetro guía principal en mm. Los tratamientos en estudio son similares estadísticamente. Si se analiza el comportamiento de los tratamientos se observa que el mayor promedio se encontró en el T₄ con 11.87 mm y el menor promedio con 9.87 correspondientes al T₃.

Número de guías secundarias

Los resultados obtenidos por el efecto de los tratamientos sobre la variable número de guía secundaria, reflejados en el cuadro 11, se encontró diferencia estadística en los tratamientos en estudio. El mayor desarrollo se presentó en el T₂ obteniendo el mejor promedio con 7.44 cm y el menor promedio con 7.11 cm correspondiente al T₄.

Cuadro 11. Significación estadística para la variable de crecimiento en el cultivo del camote, finca El Plantel, Masaya 2019

Tratamiento	LonGP (cm)	DiamGP (mm)	NGSec
T ₁	55.37 a	10.80 a	7.43 a
T ₂	55.96 a	11.37 a	7.44 a
T ₃	50.63 a	9.87 a	7.23 ab
T ₄	56.83 a	11.87 a	7.11 b
R ²	0.35	0.55	0.45
CV (%)	25.50	33.28	1.21

LonGP (Longitud de guía principal), DiamGP (Diámetro guía principal), NGSec (Número de guía secundaria). **Nota:** Promedios con letras iguales en cada columna son similares estadísticamente (LSD P ≤ 0,05).

5.6 Variable de rendimiento en camote

Biomasa (kg)

En el cuadro 12 se presentan los resultados obtenidos para la variable de biomasa. Se aprecia que los tratamientos en estudio son similares estadísticamente. Si se analiza el comportamiento de los tratamientos se observa que el mayor promedio se encontró en el T₁ con 0.94 kg y el menor promedio con 0.54 kg correspondientes al T₃.

El factor que interfirió en la tuberización de este estudio fue el asocio de cultivo, por efecto de competencia. Según Jeavons (2018), la asociación de cultivo diferida en el tiempo es la forma más adecuada de cuidar el suelo. Se deben sembrar primero cultivo fuerte (extraen grandes cantidades de nutrientes), luego en el siguiente ciclo cultivo donantes como leguminosas y luego cultivo considerados como consumidores ligeros (todas las raíces comestibles) para dejar que el suelo descansa antes del embate de otro cultivo de alta extracciones de nutrientes. El cultivo de maíz y tomate son cultivo fuerte y el camote es un consumidor ligero, donde se evidencia que la competencia en esta asociación es muy alta al no haber un cultivo donante efectuando cambios negativos en el crecimiento y rendimiento por las grandes extracciones de nutrientes.

Escobar (1975) afirma que el maíz restringe el crecimiento y la tuberización del camote más que la yuca y el frijol en cultivos en asocio. Jeavons (2018), menciona que la asociación de cultivos sigue siendo un ámbito experimental en el que se necesita llevar a cabo mucha más investigación.

Cuadro 12. Significación estadística para la variable de rendimiento en el cultivo de camote, finca El Plantel, Masaya 2019

Tratamiento	Biomasa (kg)	
T ₁	0.94	a
T ₂	0.58	a
T ₃	0.54	a
T ₄	0.61	a
R ²	0.72	
CV (%)	45.22	

Nota: Promedios con letras iguales en cada columna son similares estadísticamente (LSD $P \leq 0,05$).

VI. CONCLUSIONES

La lámina de riego de 82.31 mm (T₃) presento mayor efecto sobre el crecimiento de maíz y tomate con un promedio de 107.12 cm y 64.61 cm respectivamente. No obstante, en camote hubo diferencia significativa en las variables longitud de la guía principal con 56.83 cm, diámetro de la guía principal con 11.87 mm correspondiente al testigo y la lámina de 56.36 mm influyo en número de guía secundaria con 7.44, estos promedios mostraron mayor efecto en relación a las otras laminas.

El mayor rendimiento en el cultivo de maíz fue en láminas de 29.42 mm (T₁) y 56.36 mm (T₂) con 0.71 kg y 0.68 kg respectivamente. En el cultivo de tomate las camas biointensiva con lamina de 30.80 mm y 56.36 obtuvieron los mejores resultados en sus componentes del rendimiento con promedios de 0.50 kg y 0.43 kg. El cultivo de camote no se obtuvo rendimientos de raíces tuberosas por problemas de competencia en el asocio establecido, y por tanto se evaluó biomasa no es utilizada para consumo, pero si para incorporación como composta a las camas.

VII. RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos se recomienda hacer una mejor planificación al momento de seleccionar los cultivos, ya que el asocio entre maíz, tomate y camote se genera competencia y se ve afectada la tuberización en el caso de camote.

Garantizar alternativas (captación de agua de lluvia, tanques etc.) para mantener durante el ciclo de cultivo el abastecimiento constante del recurso hídrico.

Para futuros trabajos se recomienda incrementar los momentos de fertilización y rediseñar las densidades de siembra para obtener resultados satisfactorios.

En el cultivo biointensivo no se recomienda incluir el camote en asocio con maíz y tomate.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abuslin, S., y Vaca, G. (2017). *Control del nematodo nodulador de la raíz Meloidogyne incógnita en el cultivo de tomate utilizando los hongos (Pochonia chlamydosporia, Paecilomyces lilacinus), el extracto botánico (Tagetes patula) y el nematicida oxamil.* (Tesis de pregrado). <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6022/1/CPA-2017-001.pdf>
- Alemán, M. (1991). *Comportamiento agronómico e industrial de cinco variedades de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) en el Valle de Sébaco, Matagalpa* (Tesis de pregrado). ISCA. UNA. Managua, Nicaragua. p 39.
- Arriagada, F. G. (2007). El refractómetro. Universidad de La Frontera Boletín 2.8p.
- Blandón, E. J., y Smith, A. Z. (2001). *Efectos de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) var. NB-6* (Tesis de pregrado). <http://repositorio.una.edu.ni/1787/1/tnf04b642.pdf>
- Castro, C. J., y Garay, M. U. (2005). *Evaluación y adaptación de 10 variedades de maíz (Zea mays L.) en la zona de jalapa.* (Tesis de pregrado). <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30c355e.pdf>
- Centeno, J., y Castro, J. (1993). *Influencia de los cultivos antecesores y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas y crecimiento, desarrollo y rendimiento de cultivos de maíz (Zea mays L.) y sorgo (Sorghum bicolor L. Moench.)* (Tesis de pregrado). <http://repositorio.una.edu.ni/1526/1/tnh60c397.pdf>
- Centro de información e innovación-Asociación para el desarrollo social de Nicaragua (CII - ASDENIC). 2016. Manual de cultivo Biointensivo. Estelí, Nicaragua. http://www.asdenic.org/wp-content/uploads/2016/02/manual_biointensivo.pdf
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (1998). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>
- Chacón, K., y Solís. E. (2011). *Desarrollo de Huerta Biointensiva en San Alberto de Siquirres, Limón, CR. Guía Básica de Campo para su implementación.* (Tesis de maestría). https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/5718/DESARROLO_HUERTA_LI MON_CR.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chemonics International, Inc. (2008). Programa de diversificación hortícola. Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola. Cultivo del Tomate. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01CH517t.pdf>
- Corral, A. M. (2011). Control genético del número de ramas para aumentar la producción agrícola. <http://www.cuantaciencia.com/investigacion/control-genetico-ramas>

- Cortez, A. (2010). Comparación de diferentes variedades de maíz bajo un sistema de producción orgánica biointensiva. Universidad Nacional Agraria. Antonio Narro. Bellavista, México. p 34.
- Duarte, H. A., y 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, Matriz* (Tesis de pregrado). <http://repositorio.una.edu.ni/2137/1/tnf04d812.pdf>
- Educación con Base en la Agricultura Sustentable y Ecológica (EcoBASE). (2008). Manual de campo del método de cultivo biointensivo Hidalgo. <http://bionica.org/cbn/wp-content/uploads/2013/01/El-M%C3%A9todo-Manual-de-Campo.pdf>
- EncuRed. (2017). Tomate. Artículo 166756. La Habana, CU. <https://www.ecured.cu/Tomate>
- Fonseca, C., Zuger, R., Walker, T., y Molina, J. (2002). Estudio de impacto de la adopción de las nuevas variedades de camote liberadas por el INIA, en la costa central, Perú. Caso del valle de Cañete. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP). <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/SW63967.pdf>
- FONTAGRO. (2003). Informe Técnico Final del Proyecto de FONTAGRO “Desarrollo de Productos de Camote en América Latina”. https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/1998/01/final_infotec_98_22_0.pdf
- Ganchozo, R. J., y Rosado, E. S. (2015). *Estudio de tres frecuencias de riego por goteo sobre la producción de camote (Ipomoea batatas L.) en el valle del río carrizal*. (Tesis de pregrado). <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/455/1/TA49.pdf>
- Germán, B., y Mejía, J. (2012). *Evaluación de tres cultivares de tomate (Solanum Lycopersicum L.) en la productividad y tolerancia a virosis transmitido por mosca blanca (Bemisia tabaci), en el CNRA-Campus Agropecuario, UNAN-León, en el período marzo-julio, 2012*. (Tesis de pregrado). <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6177/1/224130.pdf>
- Gómez, D., Y 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 de pregrado). <http://repositorio.una.edu.ni/2209/1/tnf30g633c.pdf>
- González, G. (2010). Cultivo biointensivo. Permacultura. www.permacultura.mx/reporte/cultivo-biointensivo
- Gutiérrez, W. A., y González, C. A. (2009). *Evaluación De Cuatro Variedades De Tomate Industrial (Lycopersicum Esculentum, Mill) En El Rendimiento Y Tolerancia Al Complejo Mosca Blanca (Bemisia Tabaci Gennadius) – Geminivirus* (Tesis de pregrado). <http://repositorio.una.edu.ni/2092/1/tnf30g984c.pdf>

- Instituto Nacional de tecnología agropecuaria (INTA). (2013). Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato) en la provincia de Tucumán, Argentina. 1a. ed. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_batata.pdf
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). 2019. Promedios de Temperatura (°C), Precipitación (mm) y Humedad relativa (HR %) en El Centro Experimental El Plantel, Tipitapa, Managua, NI.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2001). Programa Nacional de Maíz (*Zea mays* L.) proyecto de investigación y desarrollo. p 11.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2002). Cultivando tomate con menos riesgos. <http://es.scribd.com/doc/73793591/TOMATE-INTA#scribd>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2004). Manejo Integrado de Plagas: Cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Managua, Nicaragua. <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/GUIA%20MIP%20tomate%202014.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2009). Guía tecnológica cultivo del maíz. Managua, Nicaragua. https://issuu.com/inta_tecnologia_agropecuaria/docs/name455714
- Jeavons, J. (2018). Como cultivar más verdura; (y frutas, nueces, moras, cereales y otros cultivos). Octava edición, Ecology Action. Managua, Nicaragua. p 245.
- Loáisiga, C. H. (1990). *Caracterización y evaluación preliminar de 30 cultivares de maíz (Zea mays L.) Universidad Nacional Agraria* (Tesis de pregrado). <http://repositorio.una.edu.ni/2187/1/tnf30m539c.pdf>
- Loáisiga, J. L. (2002). Texto básico: Maíz (*Zea Mays* L.). Managua, NI: UNA. <http://repositorio.una.edu.ni/2187/1/tnf30m539c.pdf>
- López, J. C., y Morales, M. M. (2014). *Efecto de la aplicación de tres láminas de riego en dos técnicas de riego sobre el cultivo del maíz (Zea mays L.) en la microcuenca El Espinal, Pueblo Nuevo, 2013.* (Tesis de pregrado). <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf061864e.pdf>
- López, P y Coleman, E. (2016). Efecto de tres láminas de riego por goteo y tres distancias de siembra en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L), Cv. UC-82, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Pág. 29.
- Martínez, A y Meza, N. (2011). Evaluación de riego y biofertilizantes sobre seis poblaciones de tomate silvestre (*Lycopersicon spp*), colectado en la reserva de recursos genéticos de Apacunca (RRGA), Chinandega. Managua, Nicaragua. p 32.

- Martínez, M., y Pérez, M. (2004). *Efecto de tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización nitrogenada sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.) híbrido H-Inta-991, Masatepe, Masaya* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA). <http://repositorio.una.edu.ni/1919/1/tnf01m385e.pdf>
- Matamoros, D., y Gaitán, D. (2017). *Evaluación de cuatro alternativas de producción en huertos urbanos sobre el crecimiento, rendimiento y fluctuación poblacional de insectos plagas en el cultivo de la chiltoma (Capsicum annum L.) C.V. Nathalie Managua, 2016.* (Tesis de pregrado). <http://repositorio.una.edu.ni/3518/1/tnh10m425.pdf>
- Mendoza, A. (2013). Riego por Goteo. (En línea). ES, consultado el 29 de oct. 2018. Disponible en <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/riego/Riego/goteo.pdf>
- Molina, M., Chávez, J., Gil, A., López, P., Hernández, E., y Ortiz, E. (22 de diciembre 2016). Eficiencias productivas de asociaciones de maíz, frijol y calabaza (*Cucúrbita pepo* L.), intercaladas con árboles frutales. *Python*. https://www.researchgate.net/publication/311804939_Eficiencias_productivas_de_asociaciones_de_maiz_frijol_y_calabaza_Cucurbita_pepo_L_intercaladas_con_arboles_frutales/link/585b295908ae6eb8719ab0f2/download
- Mora Aguilar, L. M. (2002). Cultivo del tomate. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. p 2.
- Ortega, L.; Olarte, J., Ocampo, J; Sandoval, E.; Salcido, B., y Ramos, F. (2010). Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. El Fuerte, México. <http://www.redalyc.org/pdf/461/46116015002.pdf>
- Peña, J. L. (2011). *Evaluación de la producción de chilote en el cultivo de Maíz (Zea mays L.) variedad HS-5G utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes “Kc” y “Ky”, bajo riego. Finca Las Mercedes, Managua, 2009.* (Tesis de pregrado). <http://repositorio.una.edu.ni/2145/1/tnf01p397e.pdf>
- Reyes Castañeda, P. (1990). El maíz y su Cultivo (3rd ed., pp. 320-350). México D.F: AGT
- Rivetti, A. R. (2006). Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Rendimiento en grano de maíz y sus componentes. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo*. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/1309/rivettiagrarias2-06.pdf
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, GT (SEMARNAT). (2013). El huerto familiar biointensivo: introducción al método de cultivo biointensivo. <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001599.pdf>
- Somarriba R., C. (1997). Texto granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Somarriba R., C. (1998). Texto granos básicos. UNA-Managua, Nicaragua 57p.

- Tanaka A. J y Yamaguchi J. (1984). Producción de materia seca. Componentes del maíz. Colegio Post grado. Chapingo, México 37p.
- Thicoipe P J. (2002). Algunas repercusiones de las prácticas culturales en: Tecnología de las hortalizas. Ed. ACRIBIA. ES. 21p.
- 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 pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Vásquez G. J., y Ruíz G. (1993). *Influencia de cultivos antecesores y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (Zea mays L.), Sorgo (Sorghum bicolor L.), Moench y Pepino (Cucumis sativus L.)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua-Nicaragua.
- Willey, R. W. (1979). Intercropping. Its importance and research needs part 1. Competition and yield advantages. *Field Crops Abstr.* 32(1): 1-1
- Zelaya, W. (2001). Agronomía del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). UNA. Managua, NI. p 5.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Acondicionamiento de camas de siembra: aplicación de compost y roca fosfórica



Anexo 2. Semilleros de los cultivo de maíz y tomate

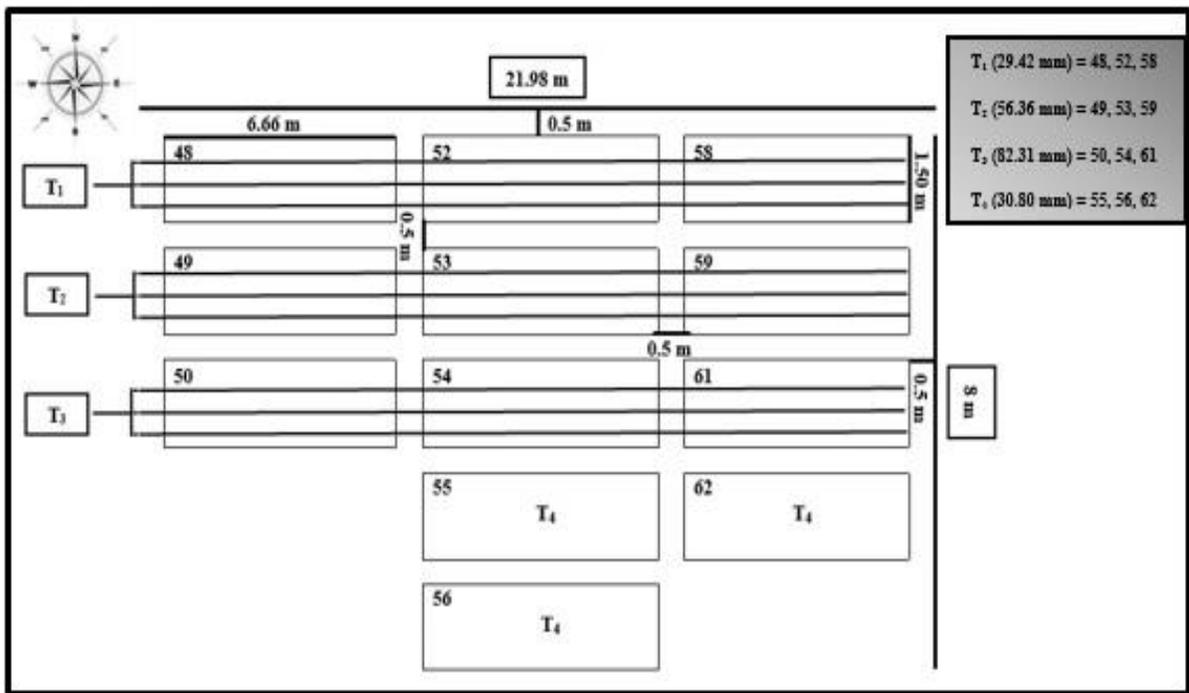




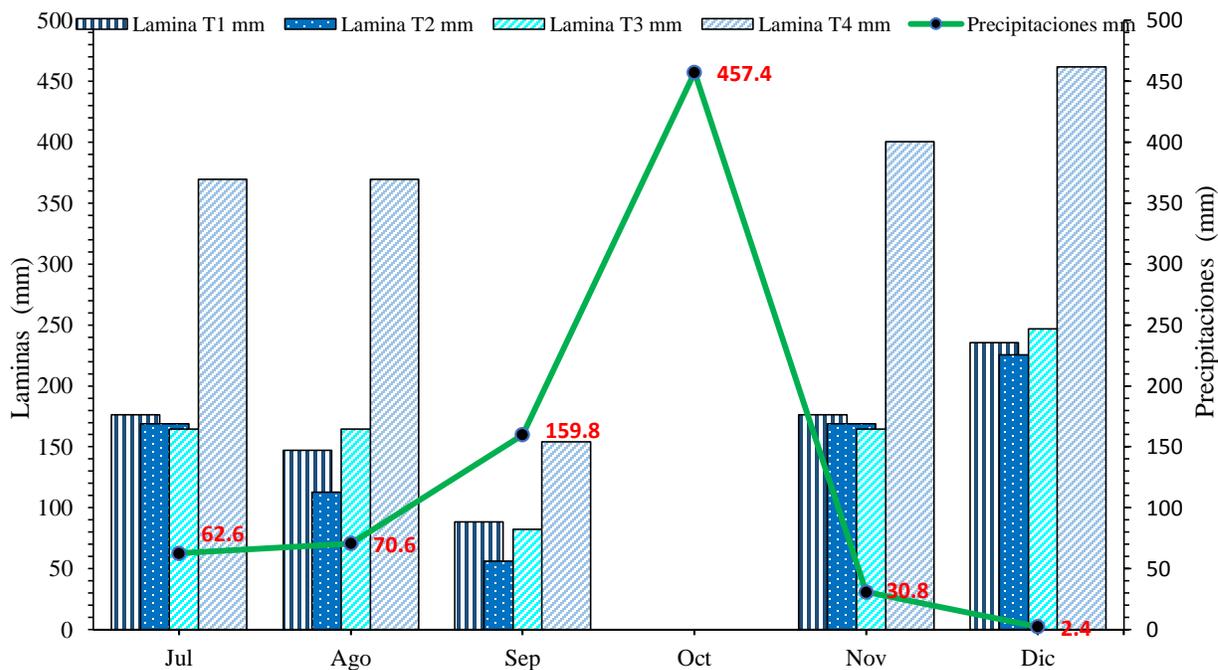
Anexo 3. Transplante de semilleros a camas de siembra biointensivas



Anexo 4. Plano de campo



Anexo 5. Relacion de precipitaciones y laminas de riego aplicadas en cada mes durante el ciclo de los cultivos



Anexo 6. Plagas presentes en los cultivos durante su etapa fenológica y su medida de control

CULTIVO	PLAGAS	MEDIDA DE CONTROL
Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	Cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Mecánico: Aplicación de tierra en el cogollo o apretar el cogollo de la planta afectada y destruir la larva.
	Gallina ciega (<i>Phyllophaga spp.</i>)	No se aplicó control
Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	Minador de la hoja (<i>Liriomyza sativae Blanchard</i>)	Insecticida botánico a base de hojas de eucalipto. (<i>Eucalyptus globulus</i>)
	Nematodo agallador (<i>Meloidogyne spp</i>)	Insecticida botánico a base de hojas de papaya (<i>Carica papaya</i>)
	Gusano cachón (<i>Manduca sexta</i>)	Mecánico: colecta manual y destrucción de plagas
	Chinche pata de hoja (<i>Leptoglossus zonatus</i>)	Mecánico
	<i>Spodoptera sunia</i> (Guen)	Mecánico
	<i>Spodoptera dolichos</i>	Mecánico
	Camote (<i>Ipomoea batatas</i> L.)	Crisomélidos (<i>Diabrotica balteata</i>)