Universidad Nacional de Ingeniería

Área de Conocimiento de Agricultura

“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN EL CULTIVO DE PEPINO (*CUCUMIS SATIVUS L.*) BAJO LA APLICACIÓN DE FERTILIZACIÓN QUIMICA Y BIOLOGICOS EN ÁREAS EXPERIMENTALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, 2025”

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Agrícola

Elaborado por:

Br. Alexander Antonio Flores Mora
Carnet: 2021-0396U

Br. Laura Alejandra López Cortez
Carnet: 2021-0437U

Tutor:

Ing. Rigoberto José Rodríguez Castellón

12 de agosto de 2026
Managua Nicaragua

Miércoles, 12 de agosto de 2026

Managua, Nicaragua

Universidad Nacional de Ingeniería

Ing. Silvano Enrique Cruz Sánchez

Director de área de Conocimiento de Agricultura

Su despacho

Estimado Maestro Cruz:

He revisado el documento de proyecto de graduación titulado **"EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN EL CULTIVO DE PEPINO (*CUCUMIS SATIVUS L.)* BAJO LA APLICACIÓN DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y BIOLÓGICOS EN ÁREAS EXPERIMENTALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, MANAGUA, 2025"** realizado por los bachilleres Alexander Antonio Flores Mora y Laura Alejandra López Cortez por lo que doy mi visto bueno para que dicho proyecto sea defendido según lo establecido en la normativa de culminación de estudio de la Universidad Nacional de Ingeniería – UNI.

Sin más a que hacer referencia, lo saludo.

Atentamente,

_____

Ing. Rigoberto José Rodríguez Castellón

Tutor

Agradecimientos

Agradezco primeramente a **JESUCRISTO** por permitirme realizar esta investigación, obteniendo resultados satisfactorios tanto para mí, como para la comunidad en general.

A **Mi Familia** por todo el apoyo económico y de amor a lo largo de mi vida.

A la señora **Martha Rosa Cabrera Vanegas**, por haberme apoyado durante toda mi formacion como Ingeniero Agrícola.

A la **Universidad Nacional de Ingeniería** (UNI), por haberme facilitado las áreas experimentales y herramientas indispensables para culminar con éxito esta etapa de mi formación profesional.

A mi tutor **Ingenierio Rigoberto José Castellon** por su invaluable guía, paciencia y por compartir conmigo los conocimientos necesarios para el desarrollo de esta investigación. Su rigor académico y dirección metodológica fueron fundamentales para llevar a cabo con éxito la investigación.

Br. Alexander Antonio Flores Mora

Dedicatoria

Dedico esta investigación con mucho amor a **Dios** nuestro Señor Jesús, que me ha dado la vida, sabiduría, fortalezas y me guía por el mejor camino para poder culminar mis estudios.

Br. Alexander Antonio Flores Mora

Agradecimiento

Primeramente, a gradecer a **Dios** por ser mi guía, darme sabiduría y fortaleza en cada etapa de mi vida y durante este proceso investigativo, por la salud y perseverancia para alcanzar mis objetivos.

En segundo lugar, agradecer de la manera más sincera **a mi familia**, por darme su amor y apoyo incondicional, durante cada momento importante de mi vida y como lo es ahora la culminación de mis estudios superiores.

Agradecer **a mi tutor Ing. Rigoberto José Castellón**, por su paciencia y valiosos conocimientos compartidos, mismos que fueron esenciales para el desarrollo de esta investigación.

A todas aquellas personas que, aunque no mencionadas individualmente me han proporcionado su apoyo incondicional, a manera directa o indirecta durante el proceso de realización de esta monografía.

Finalmente, **a mi misma** por la dedicación, esfuerzo y constancia demostrado a lo largo de este proceso, haciendo posible la culminación de este logro académico.

"Para que vean y conozcan, y adviertan

y entiendan todos, que la mano de Dios ha hecho esto".

Isaías 41:20.

Br. Laura Alejandra López Cortez

Dedicatoria

Dedico este trabajo monográfico en primer lugar a **Dios**, por ser mi guía, por darme fortaleza, sabiduría y paz, lo que me permitió llegar hasta este momento tan importante en mi vida.

A mis padres **Manuel López** y **Adelaida Cortez**, por su amor incondicional, sus esfuerzos, sacrificios y apoyo constante han sido un pilar fundamental durante mi formación personal y profesional.

A mi hermana **Mercedes Cortez**, por su cariño, comprensión y fuente de motivación en cada etapa de mi formación.

También a quien me brindó su apoyo, consejos y palabras de aliento en momentos importantes de este proceso, contribuyendo de manera significativa a mi crecimiento personal y profesional.

Br. Laura Alejandra López Cortez

RESUMEN

La presente investigación tuvo como proposito evaluar el rendimiento productivo del cultivo de pepino (***Cucumis Sativus L.***), variedad Poinsett, a través de la comparación de diferentes métodos de fertilización tales como los microorganismos de montaña en estado sólido y líquido, así mismo, la fertilización química. Esta investigación surgió ante la necesidad de identificar alternativas de manejo nutricional que favorezcan el rendimiento del cultivo considerando a su vez el crecimiento y desarrollo productivo. Por lo tanto, se consideró en analizar las características edáficas del suelo y los costos de producción asociados a cada tratamiento, con la finalidad de generar información suficiente que permita tomar una decisión fundamentada en la producción hortícola y fortalecer las practicas agrícolas sostenibles.

La metodología implementada en esta investigación comprende la caracterización del área destinada a la captura de microorganimos de montaña considerando condiciones ambientales favorables para su desarrollo. Posteriormente, se realizó la caracterización fisicoquímica del suelo dentro del área experimental. Para la evaluación de los tratamientos se estableció un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA), conformado por microorganimos de montaña líquido, microorganimos de montaña sólidos, fertilización química y un testigo absoluto. Los datos obtenidos durante la etapa de desarrollo y cosecha del cultivo fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación múltiple de Tukey haciendo uso del software IBM SPSS Statistics. Finalmente se efectuó una evaluación económica que permite identificar los costos de producción asociados al tratamiento biológico y químico.

Los resultados evidenciaron una captura exitosa de microorganimos de montaña y su aplicación, lo que permitió la comparación del comportamiento productivo de los tratamientos, el análisis estadístico presentó diferencias significativas entre las variables evaluadas, destacando la fertilización química que presenta mayores valores de rendimiento y eficiencia productiva. A su vez, el análisis de suelo evidencio variación en la conductividad eléctrica asociada a la disponibilidad de

nutrientes. La evaluación económica reflejo diferencias en los costos de producción entre tratamientos. En función de los resultados obtenidos, se acepto la hipótesis alternativa, con lo cual concluye que la fertilización química correctamente aplicada favorece una mayor eficiencia productiva en el cultivo de pepino en comparación a los microorganimos de montaña.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN 1

II. ANTECEDENTES 2

III. JUSTIFICACIÓN 3

IV. OBJETIVOS 4

4.1 Objetivo General 4

4.2 Objetivos Específicos 4

V. MARCO TEÓRICO 5

5.1 Generalidades del cultivo de pepino (***Cucumis Sativus L.***) variedad Poinsett 5

5.1.1 Origen 5

5.1.2 Importancia económica 5

5.1.3 Valor nutricional 5

5.2 Taxonomía y Morfología del cultivo de Pepino *(**Cucumis Sativus L.**)* ... 6

5.2.1 Taxonomía del pepino 6

5.2.2 Morfología del pepino 6

5.3 Características de la variedad Poinsett 10

5.4 Requerimientos climáticos 10

5.4.1 Temperatura 10

5.4.2 Humedad Relativa y precipitación 11

5.4.3 Viento 11

5.5 Requerimientos edáficos 11

5.5.1 Tipo de suelo 11

5.5.2 pH 11

5.5.3 Conductividad eléctrica 11

5.6 Nutrición mineral del cultivo 12

5.6.1 Macronutrientes 12
5.6.2 Micronutrientes 13
5.7 Desarrollo fenológico del cultivo de pepino 13
5.8 Métodos de fertilización del cultivo 14
5.8.1 Fertilización química 14
5.8.2 Fertilización Biológica 15
5.9 Microorganismos 16
5.10 Bloques de experimentación BCA 16
5.11 Análisis estadístico 16
5.11.1 Herramienta de análisis estadístico 16
5.11.2 SPSS 16
5.11.3 Metodología Tuky 17
5.12 Costo 17
VI. HIPÓTESIS 18
6.1 Hipótesis de Investigación 18
6.2 Hipótesis Alternativa 18
6.3 Hipótesis Nula 18
VII. DISEÑO METODOLÓGICO 19
7.1 Tipo de Investigación 19
7.1.1 Según el enfoque de la investigación 19
7.1.2 Según el alcance de la investigación 19
7.1.3 Según el tiempo de ocurrencia 20
7.2 Ubicación del estudio 20
7.2.1 Macro Localización 20
7.2.2 Micro Localización 20

7.3 Captura de microorganimos de Montañana bajo la técnica de trampa de hojarasca 21
7.3.1 Caracterización del área de recolección 21
7.3.2 Proceso de recolección 22
7.4 Estudio de suelo 22
7.4.1 Levantamiento de muestras de suelo 22
7.4.2 Determinación de propiedades fisicoquímicas 23
7.5 Análisis del comportamiento fenológico y productiva en función de la aplicación de fertilizantes 24
7.5.1 Diseño experimental 24
7.5.2 Variable de respuesta 23
7.6 Costo de producción del cultivo establecido 29
VIII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 30
8.1 Captura de microorganimos de Montañana bajo la técnica de trampa de hojarasca 30
8.1.1 Caracterización del área de recolección 30
8.1.2 Proceso de recolección 32
8.2 Estudio de suelo 33
8.2.1 Levantamiento de muestras de suelo 33
8.2.2 Determinación de propiedades fisicoquímicas 34
8.3 Análisis del comportamiento fenológico y productiva en función de la aplicación de fertilizantes 37
8.3.1 Diseño experimental 37
8.3.2 Variable de respuesta 37
8.4 Costos de producción del cultivo establecido 81
IX. CONCLUSIONES 83

X. RECOMENDACIONES 85
XI. BIBLIOGRAFÍA 86
XII. ANEXOS i

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Taxonomía del cultivo de pepino (***Cucumis Sativus L.***) 6
Tabla 2 Características de la variedad Poinsett 10
Tabla 3 Dosificaciones experimentales 21
Tabla 4 Resultados de las variables agroclimáticas del área de estudio..... 31
Tabla 5 Parámetros fisicoquímicos previo al establecimiento del cultivo y aplicación de fertilizantes. 34
Tabla 6 Conductividad Eléctrica posterior a la aplicación de fertilizantes 36
Tabla 7 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de diámetro de tallo durante la primera evaluación 41
Tabla 8 Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de diámetro de tallo durante la primera evaluación 41
Tabla 9 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable ancho de hoja durante la primera evaluación 43
Tabla 10 Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de ancho de hoja durante la primera evaluación 44
Tabla 11 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de diámetro de tallo durante la segunda evaluación..... 46
Tabla 12 Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de diámetro de tallo durante la segunda evaluación 46
Tabla 13 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de ancho de hoja durante la segunda evaluación..... 48
Tabla 14 Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de ancho de hoja durante la segunda evaluación 49
Tabla 15 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de diámetro de tallo durante la tercera evaluación 51
Tabla 16 Comparación de medias, a través de la prueba Tukey para la variable de diámetro de tallo durante la tercera evaluación..... 51
Tabla 17 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de ancho de hoja durante la tercera evaluación 53

Tabla 18 Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de diámetro de hoja durante la tercera evaluación 54
Tabla 19 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable Longitud de fruto durante la tercera evaluación 55
Tabla 20 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de diámetro de fruto durante la tercera evaluación 57
Tabla 21 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable diámetro de tallo durante la cuarta evaluación 59
Tabla 22 Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de diámetro de tallo durante la cuarta evaluación 60
Tabla 23 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de ancho de hoja durante la cuarta evaluación 62
Tabla 24 Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de ancho de hoja durante la cuarta evaluación 62
Tabla 25 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable longitud de fruto durante la cuarta evaluación 64
Tabla 26 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable diámetro de fruto durante la cuarta evaluación 66
Tabla 27 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable diámetro de tallo durante la quinta evaluación 68
Tabla 28 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable ancho de hoja durante la quinta evaluación 70
Tabla 29 Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de ancho de hoja durante la quinta evaluación 71
Tabla 30 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable longitud de fruto durante la quinta evaluación* 73
Tabla 31 Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de diámetro de fruto durante la quinta variable de evaluación 75
Tabla 32 Resumen del análisis estadístico establecido durante el desarrollo del cultivo de pepino (***Cucumis Sativus L.***) 78

Tabla 33 Resultados correspondientes a las variables de cosecha para el cultivo de pepino (***Cucumis Sativus L.***) 80
Tabla 34 Costos totales correspondientes a la fertilización química 81
Tabla 35 Costos totales correspondientes a fertilización biológica 81

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Raiz del cultivo de pepino 7
Figura 2 Tallo del cultivo de pepino 7
Figura 3 Hoja del cultivo de pepino 8
Figura 4 Flor del cultivo de pepino 9
Figura 5 Fruto del cultivo de pepino 9
Figura 6 Desarrollo fenológico del cultivo de pepino. 14
Figura 7 Desarrollo de microorganimos de montaña en estado solido 22
Figura 8 Desarrollo de microorganimos de montaña en estado liquido 22
Figura 9 Muestreo de parámetros de desarrollo (Ancho de tallo) 25
Figura 10 Muestreo de parámetros de desarrollo (Ancho de hoja) 26
Figura 11 Muestreo de parámetros de cosecha (Longitud de fruto) 28
Figura 12 Muestreo de parámetros de cosecha (Peso del fruto) 29
Figura 13 *Hojarasca en proceso de descomposición* 31
Figura 14 Envase lleno de hojarasca en descomposición 32
Figura 15 *Muestras de suelo recolectadas post aplicación de fertilizantes* 33
Figura 16 Evidencia de afectación registradas en planta de pepino (Daño foliar mixto por plagas) 38
Figura 17 Evidencia de afectación registrada en planta de pepino (Afectación simultánea por estrés hídrico, patógenos fúngicos y presencia de pulgones). 38
Figura 18 Evidencia de afectación registrada en planta de pepino (Aborto de fruto en etapa inicial) 39
Figura 19 Evidencia de afectación registrada en planta de pepino (Pudrición de fruto) 39
Figura 20 Diagrama de caja para la variable diámetro de tallo durante la primera evaluación 42
Figura 21 Diagrama de caja para la variable de ancho de hoja durante la primera evaluación 44
Figura 22 Diagrama de caja para la variable diámetro de tallo durante la segunda evaluación 47

Figura 23 Diagrama de caja para la variable de ancho de hoja durante la segunda evaluación 49
Figura 24 Diagrama de caja para la variable diámetro de tallo durante la tercera evaluación 52
Figura 25 Diagrama de comparación para la variable de ancho de hoja durante la tercera evaluación 54
Figura 26 Diagrama de caja para la variable de longitud de fruto durante la tercera evaluación 56
Figura 27 Diagrama de caja para la variable diámetro de fruto durante la tercera evaluación 58
Figura 28 Diagrama de caja para la variable de diámetro de tallo durante la cuarta evaluación 60
Figura 29 Diagrama de caja para la variable ancho de hoja durante la cuarta evaluación 63
Figura 30 Diagrama de caja para la variable de longitud de fruto durante la cuarta evaluación 65
Figura 31 Diagrama de caja para la variable diámetro de fruto durante la cuarta evaluación 67
Figura 32 Diagrama de caja para la variable de diámetro de tallo durante la quinta evaluación 69
Figura 33 Diagrama de caja para la variable de ancho de hoja durante la quinta evaluación 71
Figura 34 Diagrama de caja para la variable de longitud de fruto durante la quinta evaluación 74
Figura 35 Diagrama de caja para la variable de diámetro de fruto durante la quinta evaluación 76

ÍNICE DE ANEXOS

Anexo 1 Macro localización i
Anexo 2 Micro localización ii
Anexo 3 Ubicación del sitio de recolección.....iii
Anexo 4 Temperatura media anual en área de recolección.....iv
Anexo 5 Precipitación media anual en área de recolección v
Anexo 6 Porcentaje de humedad relativa en área de recolección.....vi
Anexo 7 Uso y cobertura de suelo en área de recolección.....vii
Anexo 8 Distribución de bloques BCA.....viii
Anexo 9 Costos de producción para tratamiento químico y biológico.....ix
Anexo 10 Costos de producción para tratamiento químico y biológico..... x

I. INTRODUCCIÓN

Según el Ministerio Agropecuario (2025) El pepino (***Cucumis Sativus L.***) es un cultivo que se destaca principalmente por su ciclo corto, además de permitir el desarrollo económico y la seguridad alimentaria para las familias nicaragüenses. En Nicaragua, este cultivo está en manos de pequeños y medianos productores dada su alta demanda en el mercado nacional.

En Nicaragua se registró para Julio del año (2025) según el ministerio agropecuario (MAG) una producción de pepino de 4.3 millones de unidades, sin embargo, en enero del presente año (2026) la producción de este descendió a la cifra de 1.8 millones de unidades. La producción del cultivo de pepino en Nicaragua pudo haber sido afectada por diversos factores como: el manejo de los suelos, fertilización, clima o altos costos de producción. Por ello, se ve necesario considerar información que contribuya a optimizar los factores antes mencionados mediante estrategias que favorezcan a una producción eficiente y sostenible.

Por ello esta investigación propone evaluar el rendimiento productivo del cultivo de pepino bajó métodos de fertilización química y biológica con la finalidad de identificar cual de estos presenta resultados más favorecedores en relación con la sostenibilidad y producción del pepino en áreas experimentales de la Universidad Nacional de Ingeniería, además de fortalecer el manejo agronómico del cultivo y generar información que contribuya al cumplimento de los objetivos del **Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano**, al promover prácticas agrícolas orientadas al incremento en la productividad, el uso eficiente de los recursos y el fortalecimiento de la seguridad alimentaria en Nicaragua.

II. ANTECEDENTES

Blandón Chavarría, Blandón Rivera, & Fernández Blandón (**2014**) evaluaron el impacto de diferentes fertilizantes en el cultivo de pepino en la universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León; analizando variables como número de hojas, longitud de guías, número y características de frutos. Los tratamientos incluyeron fertilizantes orgánicos (lombriz-humus y pulpa de café con ceniza) y químicos. Los resultados mostraron que el tratamiento químico superó al orgánico en casi todas las variables, destacando longitudes y números de guías y frutos. Sin embargo, el costo de producción fue mayor para el lombriz-humus.

Cajina Acevedo & Velásquez Meneses (**2017**) analizaron el efecto de dos tipos de fertilizantes edáfica y foliar en el centro de Experimentación y validación tecnológica (CEVT) de la Universidad Nacional Agraria con el fin de evaluar el efecto de los biofertilizantes y humus de lombriz en el crecimiento y rendimiento del cultivo. Utilizando un diseño de bloques completos al azar, analizaron 12 variables, donde la mayoría no mostró significancia. Sin embargo, destacó que el uso de humus de lombriz resultó en un diámetro de fruto promedio de 5.40 cm y un mayor número de plantas cosechadas (4,166 plantas/ha). Además, este tratamiento generó mayores ganancias (US$8,222.33 ha) con una inversión menor (US$1,013.76 ha), resultando en un beneficio costo de US$9.11 por dólar invertido.

Medina Saavedra, et al. (**2023**) realizaron una investigación en la Universidad de Guanajuato, México la cual se centró en evaluar el efecto de microorganismos de montaña sobre la germinación y desarrollo de plántulas de pepino (***Cucumis Sativus L.)***. Se recolectaron los microorganismos del cerro de Culiacán, estos microorganimos se reactivaron en fases sólida y líquida, de donde se prepararon concentraciones del 10% y 20% para el riego. Se aplicaron seis tratamientos en el semillero, combinando arena, musgo de turba y microorganismos. Los resultados mostraron que no hubo diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de germinación entre los tratamientos, indicando que la aplicación de microorganismos no afectó esta variable en el cultivo de pepino.

III. JUSTIFICACIÓN

La producción de pepino (***Cucumis Sativus L.***) representa una actividad de gran importancia para el desarrollo económico del país. Sin embargo, para alcanzar altos rendimientos productivos los productores dependen principalmente del uso de fertilizantes químicos; no obstante, el uso excesivo de estos fertilizantes puede generar a corto y largo plazo efectos negativos sobre la salud de los suelos, biodiversidad y un alto costo de inversión.

El realizar una evaluación productiva en el cultivo pepino (***Cucumis Sativus L.***) que compare el uso de fertilización química y microorganismos de montaña es de gran importancia debido a que permite tener una base sólida respecto a la toma de decisiones según la viabilidad, sostenibilidad, costos de producción y el enriquecimiento de los suelos en los que se establezca.

La investigación no solo contribuye al conocimiento científico sobre el cultivo de pepino, también proporciona información que permite optimizar las técnicas de fertilización para el rendimiento productivo del cultivo. Asimismo, favorece la identificación de alternativas que mejoran la rentabilidad del cultivo. De esta manera, se busca fortalecer la producción agrícola en Nicaragua y al desarrollo económico del país.

El principal beneficio de esta investigación es el sistema suelos dado el mejoramiento edáfico mediante el aporte microbiano, garantizando una alta productividad e inocuidad del producto final lo que conlleva a una propia seguridad alimentaria para quienes lo consuman; finalmente se pretende obtener una alta rentabilidad para los productores en la venta y comercialización del cultivo de pepino.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

- Evaluar del rendimiento productivo en el cultivo de pepino (***Cucumis Sativus L.***) bajo métodos de fertilización química y biológicos en áreas experimentales de la Universidad Nacional De Ingeniería.

4.2 Objetivos Específicos

- Ejecutar la captura de microorganismos de montaña considerando zonas boscosas primarias próximas al área de estudio bajo la técnica de trampa de hojarasca.
- Realizar diagnósticos en las características edáficas de las áreas experimentales pre y post aplicación de los fertilizantes a través de un análisis de suelo.
- Analizar el comportamiento fenológico y productivo del cultivo de pepino bajo los métodos y dosificaciones de aplicaciones de fertilizantes químicos y de microorganismos de montaña latifoliados, en estados sólidos y líquidos.
- Determinar el costo de los métodos de producción convencional y biológico desde la fase vegetativa, reproductiva y cosecha en el cultivo de pepino.

V. MARCO TEÓRICO

5.1 Generalidades del cultivo de pepino (*Cucumis Sativus L.*) variedad Poinsett

5.1.1 Origen

Diversos estudios señalan que el pepino es originario de Asia, siendo la India el principal centro de origen, debido a la frecuente ocurrencia de especies silvestres de Cucumis con número cromosómico n=7, además de la existencia de vestigios del cultivo de hace 3000-4000 años, y aunque algunos autores señalan que el centro de origen es África tropical, la mayoría de los trabajos señalan un origen totalmente asiático (CONABIO, 2002).

5.1.2 Importancia económica

Este cultivo es importante, por su elevado índice de consumo y sirve como alimento fresco e industrializado. Esta hortaliza tiene una superficie, con un incremento de la producción y exportación. El cultivo de pepino tiene significativa importancia, siendo un cultivo cuyo valor agronómico se destaca en su producción (Viligua Viligua, 2015).

En Nicaragua el pepino y el pipián son cultivos de relevancia económica por su alta demanda de consumo, al ser cultivos de ciclo corto se presentan como una alternativa productiva y rentable, ya que permiten diversificar las unidades de producción y dinamizar la economía familiar (MAG, 2025).

5.1.3 Valor nutricional

El pepino (***Cucumis Sativus L.***) es una hortaliza con un bajo contenido calórico y alto en contenido de agua. Nutricionalmente se destaca por aportar vitamina C y, en menor proporción, de folatos, tiamina y niacina. Dentro de los minerales presentes en este cultivo se encuentran el potasio, fósforo, magnesio y hierro (FEN, 2009).

5.2 Taxonomía y Morfología del cultivo de Pepino *(Cucumis Sativus L.)*

5.2.1 Taxonomía del pepino

Mediante la siguiente tabla se muestra la taxonomía correspondiente al cultivo de pepino *(**Cucumis Sativus L.**),* (Ver Tabla No.1).

Tabla 1 *Taxonomía del cultivo de pepino (**Cucumis Sativus L.**)*

Taxonomía	
Nombre científico	***Cucumis Sativus L.***
División	Embriophyta, Asiphonagrama, Criptógramas vasculares.
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledáneas, Simpétalas, tetracíclicas
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitácea
Género	Cucumis
Especie	***Sativus L.***

Nota: (CENTA, 2003)

5.2.2 Morfología del pepino

- Raíz

Consta de raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco (Masaquiza Chimbolema, 2016), lo anteriormente descrito se muestra en la siguiente figura, (Ver Figura No.1).

Figura 1 *Raiz del cultivo de pepino*



Nota: Elaboración propia

- Tallo

Anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador (Masaquiza Chimbolema, 2016), lo anteriormente descrito se muestra en la siguiente figura, (Ver Figura No.2).

Figura 2 *Tallo del cultivo de pepino*



Nota: Elaboración propia

- Hojas

De largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados, de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino (Masaquiza Chimbolema, 2016), lo anteriormente descrito se muestra en la siguiente figura, (Ver Figura No.3).

Figura 3 *Hoja del cultivo de pepino*



Nota: Elaboración propia

- Flores

De corto pedúnculo y pétalos amarillos. Las flores aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales (Masaquiza Chimbolema, 2016), lo anteriormente descrito se muestra en la siguiente figura, (Ver Figura No.4).

Figura 4 *Flor del cultivo de pepino*



Nota: Elaboración propia

- Fruto

Pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, color verde claro a verde oscuro. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto (Masaquiza Chimbolema, 2016), lo anteriormente descrito se muestra en la siguiente figura, (Ver Figura No.5).

Figura 5 *Fruto del cultivo de pepino*



Nota: Elaboración propia

- Semillas

Las semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento (Masaquiza Chimbolema, 2016).

5.3 Características de la variedad Poinsett

Mediante la siguiente tabla se muestran las características correspondientes a la variedad Poinsett del cultivo de pepino, (Ver Tabla No.2).

Tabla 2 *Características de la variedad Poinsett*

Características correspondientes a la variedad Poinsett	
Nombre común	Pepino Poinsett
Nombre científico	***Cucumis Sativus L.***
Adaptabilidad	600 – 1700 msnm
Temperatura	18 – 28° C
Suelos	Suelos francos, a franco arenosos
pH	6 - 7
Días de Germinación	8
Días de cosecha	70
Rendimiento productivo	2.5 – 5.0 kg/m^2

Nota: (Agrosemval, S.f)

5.4 Requerimientos climáticos

5.4.1 Temperatura

El pepino, por ser una especie de origen tropical, exige temperaturas elevadas y una humedad relativa, también alta. Sin embargo, el pepino se adapta a climas cálidos y templados y se cultiva desde las zonas costeras hasta los 1,200 msnm. Temperaturas de 40°C el crecimiento se detiene, inferiores a 14°C, el crecimiento cesa y en caso de prolongarse esta temperatura, se caen las flores femeninas. La planta muere cuando la temperatura desciende a menos de 1°C, comenzando con un marchitamiento general de muy difícil la recuperación (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 2005).

5.4.2 Humedad Relativa y precipitación

Respecto a la humedad relativa del aire, el cultivo es muy exigente, a excepción del período de recolección, período en que las planta se hace más susceptible a algunas enfermedades fungosas. La precipitación, así como la humedad deben ser relativamente bajas de manera que se reduzca la incidencia de enfermedades. La calidad de los frutos en áreas húmedas es más baja que la de zonas secas (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 2005).

5.4.3 Viento

El rendimiento de este cultivo es afectado por la intensidad del viento de más de 30 km/h de velocidad por un período de 4 a 6 horas en adelante, produce una reducción significativa en la producción (CENTA, 2003).

5.5 Requerimientos edáficos

5.5.1 Tipo de suelo

Los suelos deben ser fértiles y bien drenados; desde los arenosos hasta los franco-arcillosos debido a que poseen abundante materia orgánica siendo ideales para su desarrollo. Se debe contar con una profundidad efectiva mayor de 60 cm que facilite la retención del agua y el crecimiento del sistema radicular para lograr un buen desarrollo y excelentes rendimientos (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 2005).

5.5.2 pH

La planta de pepino es medianamente tolerante a la salinidad y tolerante a la acidez, creciendo adecuadamente con niveles de pH entre 5,5 y 7 (HEROGRA, 2023).

5.5.3 Conductividad eléctrica

La planta de pepino tolera conductividad eléctrica de 1.25 a 1.75 dS/m en agua de riego y de 2.25 a 2.75 dS/m en el suelo (El Field, 2019).

5.6 Nutrición mineral del cultivo

5.6.1 Macronutrientes

- Nitrógeno (N)

Estimula el vigoroso crecimiento vegetativo de longitud de guía y número de hojas, aspecto en el cual la variedad Poinsett sobresale frente a otros cultivares. Una deficiencia reduce drásticamente el área foliar (Héctor Casilimas, 2012).

- Potasio (K)

Es el elemento de mayor demanda. Regula la presión osmótica celular y es el motor principal para el llenado, firmeza y calidad del fruto del pepino, transportando los azúcares sintetizados en las hojas directamente hacia los frutos en desarrollo (Héctor Casilimas, 2012).

- Fósforo (P)

Crucial en las etapas iniciales para el desarrollo de un sistema radicular fuerte y ramificado. Interviene directamente en los procesos de transferencia de energía celular promoviendo una floración uniforme (Héctor Casilimas, 2012).

- Calcio (Ca)

Es un componente estructural de las paredes celulares. Su correcta asimilación previene malformaciones en los frutos y brotes apicales, manteniendo la firmeza del tejido epidérmico del pepino (Héctor Casilimas, 2012).

- Magnesio (Mg)

Átomo central de la molécula de clorofila. Su presencia es vital para mantener la tasa fotosintética activa en las hojas adultas y evitar la clorosis prematura (Héctor Casilimas, 2012).

5.6.2 Micronutrientes

- Zinc (Zn)

Esencial para la síntesis de auxinas (hormonas de crecimiento). Estudios específicos en la variedad Poinsett demuestran que una nutrición optimizada con zinc mejora la estructura del follaje, el diámetro del tallo y activa los sistemas enzimáticos de defensa antioxidante de la planta (Gonzáles, 2007).

- Boro (B)

Trabaja en sinergia con el calcio. Es indispensable para la germinación del grano de polen y el crecimiento del tubo polínico, lo que impacta directamente en el porcentaje de amarre de frutos y evita malformaciones por polinización deficiente (Gonzáles, 2007).

- Hierro (Fe) y Manganeso (Mn)

Actúan como catalizadores en la síntesis de clorofila y en los sistemas de transferencia de electrones durante la fotosíntesis. Una asimilación balanceada evita la pérdida de vigor del ápice de crecimiento (Gonzáles, 2007).

5.7 Desarrollo fenológico del cultivo de pepino

El cultivo de pepino es una hortaliza de ciclo corto y su duración fenológica puede variar según las condiciones edafoclimáticas del lugar de establecimiento (Mejía Rojas & Corea Espino, 2025), Mediante la siguiente figura se presenta el desarrollo fenológico del cultivo de pepino (Ver Figura No.6).

Figura 6 *Desarrollo fenológico del cultivo de pepino.*



FASE	FASE VEGETATIVA			FASE PRODUCTIVA		
DDS	4-7	20-45	30-45	33-48	40-50	50-70
ETAPA	Germinación	Desarrollo vegetativo	Floración	Polinización	Crecimiento del fruto	Maduración
DESCRIPCIÓN	En esta etapa, la semilla comienza a germinar y a desarrollar su raíz primaria.	En esta fase, la planta empieza a desarrollar su sistema de raíces y a producir hojas.	En esta etapa, la planta produce flores que eventualmente se convertirán en frutos.	En esta fase, el polen de las flores se transfiere a los estigmas para fertilizarlos y comenzar el proceso de producción de frutos.	En esta etapa, el fruto comienza a crecer y desarrollarse, aumentando en tamaño y peso.	En la última etapa, los frutos alcanzan su tamaño y óptimos, óptimos, estando listos para ser cosechados y consumidos.

Nota: (Mejía Rojas & Corea Espino, 2025)

5.8 Métodos de fertilización del cultivo

La fertilización es un factor determinante para un adecuado desarrollo de los árboles durante su fase de formación y posteriormente durante su etapa productiva. depende del nivel de disponibilidad de nutrientes en el suelo (Ellena, Montenegro, Sandoval, González, & Azócar, S.f).

5.8.1 Fertilización química

Hay tres sustancias principales en la composición de los fertilizantes, el nitrógeno, el fósforo y el potasio, estas sustancias son las más importantes en el crecimiento vigoroso de las plantas. Estos fertilizantes pueden ser:

- Solubles

Cuando el fertilizante se disuelve totalmente en el agua de riego y penetra con ella al suelo, son de rápida acción.

- De acción lenta

En general son granulados, las sustancias activas están retenidas en gránulos duros no solubles, pero que permiten al sistema radicular de la planta extraerlas de ahí.

- Quelados

En este caso los componentes nutricionales forman parte de una molécula compleja que impide que el elemento reaccione libremente con los componentes del suelo, pero a su vez pueda ser utilizado por las plantas. En la gran mayoría de los casos se usan quelados los llamados microelementos (Portela García, S.f).

5.8.2 Fertilización Biológica

La fertilización biológica se basa en la utilización de insumos naturales (abonos, restos de descomposición de materia orgánica, excesos de cosechas, aguas residuales domésticas, estiércol animal y microorganismos como hongos, bacterias) para mejorar la fijación de nutrientes en la rizosfera, producir estimulantes de crecimiento para las plantas, mejorar la estabilidad del suelo, facilitar el control biológico, biodegradar sustancias, reciclar nutrientes, favorecer la simbiosis micorrizal, desarrollar procesos de biorremediación en suelos contaminados con sustancias tóxicas, xenobióticos, recalcitrantes.

El uso de biofertilizantes permite mejorar la productividad por área cultivada en corto tiempo, consumir menores cantidades de energía, mitigar la contaminación del suelo y el agua, incrementar la fertilidad del suelo y favorecer el antagonismo y control biológico de organismos fitopatógenos (Carvajal Muñoz & Mera Benavides, 2010).

5.9 Microorganismos

Los microorganismos de montaña (MM) son inóculos microbianos con altas poblaciones principalmente de hongos, bacterias y actinomicetos, que se encuentran naturalmente en el suelo, principalmente en áreas donde no haya incidencia o actividad humana (INIFAP, 2022).

5.10 Bloques de experimentación BCA

Un bloque de experimentación BCA (Bloques Completos al Azar) en plantas es un diseño estadístico utilizado para agrupar unidades experimentales (como macetas o parcelas de campo) en grupos homogéneos llamados bloques. Se usa para reducir la variabilidad ambiental (luz, suelo, pendiente), aplicando todos los tratamientos aleatoriamente dentro de cada bloque (PlanetaAgronomico, 2019).

5.11 Análisis estadístico

El análisis estadístico es el proceso de analizar datos para descubrir patrones y realizar predicciones. Apoya la toma de decisiones mediante pasos como la planificación, el análisis y la extracción de conclusiones, con aplicaciones en campos como la atención médica, el marketing y el desarrollo de productos (Hassan, 2025).

5.11.1 Herramienta de análisis estadístico

Las herramientas de análisis estadístico son procesos de recopilación, análisis, interpretación y presentación de datos para descubrir patrones, tendencias y relaciones. Implica la aplicación de técnicas y metodologías estadísticas para comprender conjuntos de datos complejos y extraer conclusiones relevantes (APPINIO, 2024).

5.11.2 SPSS

El paquete estadístico para las ciencias sociales (SPSS) de IBM es un software estadístico intuitivo que se utiliza para generar estadísticas descriptivas e inferenciales (Guelph, 2016).

5.11.3 Metodología Tuky

La metodología de Tuky fue diseñada para comparar medidas de diferentes grupos, lo cual permite identificar si son estadísticamente diferentes entre sí. Esta prueba es particularmente útil cuando se trata de comparaciones múltiples, ya que controla una taza de error tipo 1, que es la probabilidad de rechazar incorrectamente una hipótesis nula verdadera.

La prueba de Tukey radica en su capacidad para controlar los valores atípicos proporcionando un rango de valores, conocido como Diferencia Significativa Honesta (HSD) de Tukey, dentro del cual las diferencias en las medias grupales no se consideran significativas. Este rango se calcula en función de la variabilidad de los datos y el número de comparaciones que se realizan. Al hacerlo, se garantiza que los hallazgos no se deban simplemente al azar (FasterCapital, 2025).

5.12 Costo

En economía, el costo es el valor monetario de los consumos de elementos que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien, servicio o actividad. Todo proceso de producción de un bien supone el consumo o desgaste de una serie de factores productivos, por lo que el concepto de costo está íntimamente ligado al esfuerzo en que se incurre para producir tal bien (Alimentos para aprender, S.f).

VI. HIPÓTESIS

6.1 Hipótesis de Investigación

El uso de Microorganismos de Montaña (MM) en el cultivo de pepino (***Cucumis Sativus L.***) mejora la productividad y calidad del fruto, en comparación a la fertilización química.

6.2 Hipótesis Alternativa

La fertilización química correctamente aplicada en el cultivo de pepino (***Cucumis Sativus L.***) resulta en una mayor productividad y calidad de fruto, en comparación con la aplicación de microorganismos de montaña.

6.3 Hipótesis Nula

El uso de Microorganimos de montaña (MM) en el cultivo de pepino (***Cucumis Sativus L.***) No aumenta la productividad y calidad del fruto, en comparación de la fertilización química.

VII. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1 Tipo de Investigación

7.1.1 Según el enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación será mixto ya que predomina el componente cuantitativo debido a la evaluación del rendimiento productivo del cultivo de pepino pues se fundamenta principalmente por la recolección y análisis estadístico de valores numéricos, correspondientes a las variables de crecimiento dentro de las cuales se encuentra: longitud de fruto, diámetro de fruto, ancho de hoja, diámetro de tallo; Así mismo variables de cosecha, dentro de las cuales se encuentran: ancho de hoja

número de fruto, peso de fruto, longitud y diámetro de fruto, finalmente el rendimiento productivo. Con la finalidad de determinar diferencias significativas entre la fertilización química y biológica.

El componente cualitativo complementa el análisis cuantitativo mediante la interpretación y discusión de los resultados a través de las variables evaluadas. La discusión de los datos permite evaluar el comportamiento de las variables evaluadas y diferencias observadas entre los tratamientos, proporcionando una comprensión integral del rendimiento productivo.

7.1.2 Según el alcance de la investigación

La investigación presenta un alcance experimental descriptivo dado que describe el comportamiento productivo del cultivo de pepino (***Cucumis Sativus L.***) bajo los métodos de fertilización, esto, mediante la evaluación de las variables de desarrollo y producción, permitiendo comparar los resultados obtenidos entre ambos tratamientos con la finalidad de identificar las diferencias respecto al rendimiento productivo.

Finalmente, el carácter experimental se fundamenta en la manipulación de la variable dependiente, que corresponde al tipo de fertilización aplicada, además de

mantener las condiciones agronómicas controladas del experimento, lo que permitió generar información confiable para su análisis e interpretación.

7.1.3 Según el tiempo de ocurrencia

El diseño es prospectivo ya que se da la recolección de datos a partir del momento de establecimiento. Los datos sobre el crecimiento y rendimiento del pepino serán recolectados conforme el cultivo se desarrolle en los bloques experimentales desde la siembra hasta la cosecha. La temporalidad Implicará el seguimiento de las plantas a lo largo del ciclo de vida completo del cultivo para observar las diferencias de las variables y registrar el resultado final del rendimiento, garantizando que no se utilicen datos preexistentes para la variable dependiente.

7.2 Ubicación del estudio

Esta investigación se centra en el departamento de Managua, específicamente en áreas experimentales de la Universidad Nacional de Ingeniería que corresponden al recinto universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP).

7.2.1 Macro Localización

El departamento de Managua se encuentra aproximadamente en una latitud de 12.14° y una longitud de 86.25°, este colinda al norte con Matagalpa, al Sur con el océano pacífico y Carazo, al este con Boaco y al Oeste con León; Además, cuenta con una elevación media de 121 msnm. La presente investigación se centra en este departamento; lo anteriormente descrito se puede observar en el apartado de Anexos (Ver Anexo No. 1).

7.2.2 Micro Localización

La Micro localización corresponde a una de las áreas de investigación establecida dentro del recinto universitario Pedro Arauz Palacios, la cual se le otorgó el nombre de Bloque Experimental Sandino para su identificación. Esta se encuentra ubicada al costado oeste del taller de carpintería, con coordenadas UTM 584318.562 E, 1341678.254N y con una elevación de 106 msnm, se caracteriza principalmente por su fácil acceso y disponibilidad del recurso hídrico necesarios

para el establecimiento del proyecto de investigación; lo anteriormente descrito se puede observar en el apartado de Anexos (Ver Anexo No. 2).

7.3 Captura de microorganimos de Montaña bajo la técnica de trampa de hojarasca

En este apartado se describe la metodología utilizada en el proceso de captura de microorganimos de montaña bajo la técnica de trampa de hojarasca el cual comprende la selección del área hasta la ejecución del proceso de almacenaje.

7.3.1 Caracterización del área de recolección

En este apartado se presentan las características correspondientes al área de extracción, como su ubicación y principales condiciones ambientales que justifican su selección para el desarrollo de la investigación.

- Ubicación

La recolección de hojarasca se efectuó en una finca Las Brucias ubicada en el departamento de Managua, municipio del Crucero y comunidad Las Nubes, con coordenadas UTM 577419.234 E 1327336.95N y con una elevación de 927.92 msnm; lo anteriormente descrito se puede observar en el apartado de Anexos (Ver Anexo No. 3).

- Criterios de selección del área

Para seleccionar el área donde se recolectaría la hojarasca se tomaron en consideración factores tales como: Su proximidad al área de estudio, elevación, temperatura, precipitación, uso y cobertura de suelo. La selección de estas variables se fundamenta con el articulo científico ***Factores bióticos y abióticos que influyen en la descomposición de la hojarasca en pastizales*** escrito por Sánchez & Hernández (2008), en el cual, se menciona que la descomposición de la materia orgánica se observa en temperaturas moderadas alrededor de 30°C y con un contenido de humedad alrededor del 60% – 80%, así mismo, se destacan factores químicos y biológicos en el suelo que favorecen el proceso de descomposición.

Estos factores benefician a la descomposición de la hojarasca y la reproducción de microorganimos de montaña; según cada uno de estos valores se identificaron mediante el uso de mapas proporcionados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) y la herramienta de sistemas de información geográfica ArcGis con la cual se ubicó el punto de recolección; lo anteriormente descrito se puede observar en el apartado de Anexos (Ver Anexo No. 4,5,6 y 7).

7.3.2 Proceso de recolección

Se tomaron muestras a 5 cm de la capa principal, considerando únicamente aquellas hojas que presentaron un alto grado de descomposición; o presencia de levaduras o mantillos. Estas se depositaron dentro de un envase que posee una capacidad de almacenaje de 20 litros y cuenta con protección lumínica, estos fueron previamente esterilizados con agua caliente a una temperatura aproximada de 80°C, donde fueron compactadas hasta alcanzar la capacidad máxima de almacenamiento de este. Consecuente a ello fueron trasladadas a un área donde se garantizó la poca incidencia de radiación solar.

7.4 Estudio de suelo

El estudio de suelo se realizó con la finalidad de identificar las principales características físicas y químicas del suelo dentro del área de estudio. No obstante, se enfatizó principalmente en la conductividad eléctrica como una variable comparativa durante la pre y post aplicación de biofertilizantes elaborados a base de microorganimos de montaña y fertilizantes químicos debido que permite medir de forma indirecta la concentración de sales minerales eh identificar si el cultivo absorbe de manera adecuada los nutrientes presentes en el suelo.

7.4.1 Levantamiento de muestras de suelo

En este apartado se describen los procedimientos y materiales empleados durante el desarrollo de levantamiento de muestras de suelo, pre y post a la aplicación de los fertilizantes químicos y microorganismos de montaña en fase sólida y liquida.

- Proceso de recolección

A continuación, se describe el proceso realizado durante la recolección de muestras de suelo en el área de estudio.

- Muestras alteradas

Previo a la aplicación de fertilizantes se identificaron las secciones a muestrear consecuente a ello se procedió a su levantamiento, haciendo uso de un machete, se realizó limpieza en el área y con una pala colocada aproximadamente a 45° y con una profundidad de 20 cm se extrajo la muestra alterada estas se colocaron dentro de un envase con la finalidad de homogenizar cada una de las muestras que se extrajeron dentro del área. Sin embargo, posterior a la aplicación de los fertilizantes se realizó la extracción de una muestra alterada por cada unidad experimental.

- Muestras Inalteradas

Considerando una sección céntrica del área de estudio, se limpió el área a muestrear y por consiguiente se introdujo un cilindro con apoyo de un mazo lo que permitió que no haya desbordamiento de las paredes de este. Se extrajo y se colocó en una bolsa con su respectiva etiquita. Habiendo realizado de forma adecuada la extracción de la muestra de suelo dentro del área experimental, estas fueron trasladada directamente al laboratorio de edafología para realizar el análisis correspondiente a esta muestra.

7.4.2 Determinación de propiedades fisicoquímicas

Con la finalidad de caracterizar las condiciones edáficas del área experimental previo al establecimiento del cultivo y evaluar los efectos generados por los tratamientos sobre las propiedades del suelo, se realizaron estudios previos y posteriores a la aplicación de los fertilizantes. Con anterioridad al establecimiento del cultivo, se efectuó una caracterización fisicoquímica del suelo, considerando parámetros como: pH, textura, densidad real, densidad aparente y conductividad eléctrica. Posteriormente, tras la aplicación de los tratamientos, se realizó un segundo muestreo enfocado en la evaluación de conductividad eléctrica, debido a su relación con la disponibilidad y absorción de nutrientes.

7.5 Análisis del comportamiento fenológico y productiva en función de la aplicación de fertilizantes

En este apartado se detalla la metodología utilizada en la evaluación productiva del cultivo de pepino (***Cucumis Sativus L.***) en función de la aplicación de fertilizantes biológicos, químicos y un testigo absoluto. Durante el desarrollo de esta investigación se consideraron ciertos aspectos como: un diseño experimental y una variable de respuesta la cual considera parámetros de desarrollo y cosecha del cultivo de pepino.

7.5.1 Diseño experimental

En este apartado se presenta el diseño experimental que se estableció en el área de estudio con la finalidad de recopilar datos reales y eficientes en el cultivo de pepino (***Cucumis Sativus L.***) de la variedad Poinsett.

- Establecimiento de bloques BCA

Se empleó un diseño experimental que consiste en la implementación de Bloques Completos al Azar (BCA) en un área de 133.2 m^2. El área experimental contó con 8 surcos de 15 m de longitud y 0.50 m de ancho, un espaciamiento entre cada uno de 1.11 m. La distribución experimental se realizó en bloques, cada uno con un área de 8.325 m^2 destinada a la evaluación de los tratamientos, siendo estos: microorganimos de montaña sólidos (MMS), microorganimos de montaña líquidos (MML), fertilización química (FS) y un testigo absoluto (TA). Lo antes mencionado se muestra en el apartado de Anexos, (Ver Anexo No.8).

- Dosificaciones y nomenclaturas aplicadas en bloques experimentales

Como parte del proceso experimental, se establecieron dosificaciones correspondientes a cada tratamiento de fertilización. Mediante la siguiente tabla se muestran las cantidades aplicadas durante el ciclo del cultivo, las cuales se aplicaron a manera foliar y edáfica según se vea necesario; lo anteriormente descrito se observa en la siguiente tabla (Ver Tabla No. 3).

Tabla 3 *Dosificaciones experimentales*

Dosificaciones establecidas en el bloque experimental Sandino			
Tratamiento	**Nomenclatura**	**Dosis Und**	**Nombre**
1	TA	Sin Dosificación	Testigo Absoluto
2	MML	0.5 lt/bombada	Microorganimos de montaña Liquido
3	MMS	15 gr/planta	Microorganimos de montaña solido
4	FS	15 gr/planta	Fertilización sintética

Nota: Testigo absoluto (TA), Microorganimos de montaña en estado liquido (MML), Microorganismo de montaña en estado sólido (MMS), Fertilización sintética (FS).

No obstante, dadas las previamente establecidas, se presenta la aplicación de los microorganimos de montaña en estado sólido y líquido, la preparación de ambas fases se realizó siguiendo la metodología propuesta por (CENTA, 2012); sin embargo, estas fueron aplicadas únicamente cuando se presentó el desarrollo microbiano para ambas fases, tal y como se presenta en las siguientes figuras (Ver figura No.7 y 8)

Figura 7 *Desarrollo de microorganimos de montaña en estado solido*



Nota: Elaboración propia

Figura 8 *Desarrollo de microorganimos de montaña en estado liquido*



Nota: Elaboración propia

7.5.2 Variable de respuesta

Durante el desarrollo de las variables de respuesta se consideraron 10 plantas por unidad experimental, dejando un tamaño de muestra representativa de 160 plantas utilizadas en la investigación; no obstante, durante el proceso de selección de muestras no se consideraron aquellas plantas que presentaron mortalidad durante el ciclo de desarrollo y cosecha del cultivo por factores biológicos o climáticos, lo cual atribuye a una disminución en la cantidad de muestras en evaluación.

Los registros de datos correspondientes a cada parámetro de desarrollo se realizaron cada semana, empezando luego de la primera aplicación de fertilizantes y manteniendo una frecuencia a cada quince días durante las diferentes etapas del cultivo. La recopilación de datos se efectuó a partir de las 16:00 horas, con la finalidad de evitar las altas horas de radiación solar, y un mayor índice nutricional permitiendo la absorción de las plantas respecto a la aplicación de los Microorganimos y/o fertilización química y reducir el impacto en polinizadores (Insectos beneficiosos para el cultivo).

Consecuente a la selección de muestras y recolección de datos durante los ciclos de desarrollo y cosecha del cultivo, se realizó una evaluación estadística mediante la herramienta de análisis estadístico IBM SPSS Statistics, donde los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de 0.05, con el propósito de identificar diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Para la realización de esta evaluación se tomaron en consideración criterios metodológicos descritos por (Pedroza & Dicovskyi, 2006), considerando como variables los parámetros de desarrollo y cosecha del cultivo, mientras que se consideró como un factor dependiente los cuatro tratamientos en evaluación.

En caso de que el análisis de varianza (ANOVA) evidenciara diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, se ejecutara la prueba de Tukey para identificar los subconjuntos homogéneos y establecer diferencias existentes entre los tratamientos; cada formación de subconjuntos

puede variar en función a la variable evaluada. No obstante, esta prueba no se realizará de no identificar diferencias estadísticas significativas.

- Parámetros de desarrollo

De acuerdo con lo antes mencionado se evaluaron los siguientes parámetros en las plantas de pepino seleccionadas como muestra durante el desarrollo del cultivo. Para ello, se realizaron cinco tomas de datos a lo largo del ciclo, con el propósito de monitorear su crecimiento, desarrollo y comportamiento de las variables de evaluación.

    - Ancho de tallo (cm)

El tallo se midió colocando suavemente las puntas del vernier alrededor del tallo, evitando aplicar demasiada presión para no dañarlo. Una vez ajustado, se procedió a leer la medida directamente en centímetros, lo que permitió obtener un valor exacto del diámetro, mediante la siguiente figura se muestra lo antes mencionado (Ver Figura No.9).

Figura 9 *Muestreo de parámetros de desarrollo (Ancho de tallo)*



Nota: Elaboración propia

- Ancho de hojas (cm)

El ancho de hojas por planta se obtuvo mediante el uso de un vernier o pie de rey considerando únicamente aquellas hojas completamente desarrolladas, mediante la siguiente figura se muestra lo antes mencionado (Ver Figura No.10).

Figura 10 *Muestreo de parámetros de desarrollo (Ancho de hoja)*



Nota: Elaboración propia

- Longitud del fruto (cm)

Se midió la longitud del fruto (de forma longitudinal, del pedúnculo al ápice) utilizando una cinta métrica. La medición se expresará en centímetros (cm) para clasificar el fruto.

- Diámetro ecuatorial del fruto (cm)

La medición se realizó en la parte media del fruto (de forma transversal), utilizando un vernier o pie de rey. Este valor es fundamental para determinar el calibre del pepino y se expresará en milímetros (cm).

- Parámetros de cosecha

Al igual que en los parámetros de desarrollo, durante el ciclo de cosecha del cultivo de pepino se evaluaron los siguientes parámetros en las plantas de pepino seleccionadas como muestra, una vez alcanzado el estado óptimo de cosecha.

Sin embargo, a diferencia de la variable de desarrollo, la variable de cosecha se registró mediante una única toma de datos, realizada en el momento de la recolección de los frutos.

- Numero de fruto

Se contabilizaron los frutos correspondientes por cada planta, previamente seleccionadas a muestrear.

- Longitud del fruto (cm)

Se midió la longitud del fruto (de forma longitudinal, del pedúnculo al ápice) utilizando una cinta métrica de precisión. La medición se expresará en centímetros (cm) para clasificar el fruto, mediante la siguiente figura se muestra lo antes mencionado (Ver Figura No.11).

Figura 11 *Muestreo de parámetros de cosecha (Longitud de fruto)*



Nota: Elaboración propia

- Diámetro ecuatorial del fruto (cm)

La medición se realizó en la parte media del fruto (de forma transversal), utilizando un vernier o pie de rey. Este valor es fundamental para determinar el calibre del pepino y se expresará en milímetros (cm).

- Peso del fruto (gr)

Se pesaron individualmente todos los frutos cosechados de cada planta (o una muestra representativa de cada cosecha), utilizando una balanza de precisión. El resultado se expresará en gramos (gr) por planta, mediante la siguiente figura se muestra lo antes mencionado (Ver Figura No.12).

Figura 12 *Muestreo de parámetros de cosecha (Peso del fruto)*



Nota: Elaboración propia

- Rendimiento productivo (Kg/m²):

El rendimiento se calculó tomando en cuenta el peso total de frutos obtenidos por planta dentro de una unidad de superficie m^2.

7.6 Costo de producción del cultivo establecido

Los costos de producción se basan en el precio de los insumos e implementos utilizados en cada una de las etapas del cultivo, también se tomó en consideración la mano de obra utilizada antes, durante y después del establecimiento; Dicho esto, se elaboró un registro detallado con cada uno de los gastos en los que se incurrió y finalmente se determinó un costo total con la sumatoria de los gastos por insumos, implementos, mano de obra y lo que corresponda.

VIII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este apartado se muestra el análisis y discusión de resultados obtenidos en base a los objetivos establecidos en la investigación y a su vez fortalecer la coherencia.

8.1 Captura de microorganimos de Montañana bajo la técnica de trampa de hojarasca

En este apartado se muestran los resultados obtenidos durante mediante la captura de microorganimos de montaña los cuales se presentan a partir desde la selección de área hasta el proceso de almacenamiento de los microorganimos.

8.1.1 Caracterización del área de recolección

En esta sección se presentan los resultados obtenidos respecto a las principales condiciones ambientales establecidas en el área de recolección.

- Ubicación y criterios de selección de área

Dadas las características presentadas mediante el uso de mapas proporcionados por el Instituto nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) y la herramienta de sistemas de información geográfica ArcGis; La finca Las Brucias ubicada en el departamento de Managua, municipio del Crucero y comunidad Las Nubes, cuenta con características adecuadas para la recolección de hojarasca, debido a la poca incidencia de actividades humanas y a la numerosa cantidad de árboles lo que conlleva a una acumulación de materia foliar; a su vez, las condiciones climáticas establecidas en el área favorecen las actividades biológicas del suelo, permitiendo la descomposición de la hojarasca; Lo anteriormente descrito se puede observar en la siguiente figura (Ver Figura No. 13).

Los resultados obtenidos a partir del análisis de los mapas se muestran en la siguiente tabla, la cual presenta las principales variables agroclimáticas evaluadas. (Ver Tabla No.4).

Tabla 4 *Resultados de las variables agroclimáticas del área de estudio*

Condiciones agroclimáticas	
Condición	**Resultados obtenidos**
Elevación	800 – 1000 msnm
Temperatura	22 – 24 °C
Precipitación	1400 - 1800 mm
Humedad relativa	75 – 80 %
Uso y cobertura de suelo	Bosques

Nota: Elaboración propia

La siguiente figura presenta la hojarasca recolectada en el sitio previamente seleccionado, en ella se evidencia el grado de descomposición de la materia orgánica acumulada en el área con acompañamiento de mantillos presente en el medio, (Ver Figura No.13).

Figura 13 *Hojarasca en proceso de descomposición*



Nota: Elaboración Propia

8.1.2 Proceso de recolección

En base a la selección del área de recolección, se realizó de manera adecuada la selección de hojarascas con un alto grado de descomposición, consecuente a ello se almacenaron dentro de envases hasta alcanzar su capacidad máxima; lo anteriormente descrito se puede observar en la siguiente figura (Ver Figura No.14), estos envases fueron previamente esterilizados con agua caliente; finalmente se trasladaron al taller de maquinaria agrícola ubicado en el recinto universitario Pedro Arauz Palacios, con el objetivo de evitar el contacto directo de la luz solar y mantener una cercanía con el área de investigación.

Figura 14 *Envase lleno de hojarasca en descomposición*



Nota: Elaboración Propia

8.2 Estudio de suelo

En este apartado se muestran los resultados obtenidos durante el estudio físico y químico del suelo, realizados antes y después de la aplicación de fertilizantes, donde se hizo énfasis en la evaluación de Conductividad Eléctrica como un indicador de disponibilidad de nutrientes.

8.2.1 Levantamiento de muestras de suelo

Como resultado de la metodología establecida en el presente documento previo a la aplicación de fertilizantes en el área de estudio, se obtuvo un total de dos muestras, una alterada y una inalterada, las cuales fueron utilizadas para el análisis físico químico; posterior a la aplicación de fertilizantes, se tomaron en consideración 16 muestras, una por cada bloque experimental, para un segundo análisis químico con el objetivo de evaluar la conductividad eléctrica del suelo; mediante la siguiente figura se presenta lo antes descrito (Ver Figura No.15).

Figura 15 *Muestras de suelo recolectadas post aplicación de fertilizantes*



Nota: Elaboración propia

8.2.2 Determinación de propiedades fisicoquímicas

Con la finalidad e identificar las características fisicoquímicas presentes en el área de estudio previo al establecimiento del cultivo y aplicación de los fertilizantes en evaluación, se realizó un análisis el cual proporcionó los siguientes resultados; mediante la siguiente tabla se presenta lo antes descrito (Ver Tabla No.5).

Tabla 5 *Parámetros fisicoquímicos previo al establecimiento del cultivo y aplicación de fertilizantes.*

Parámetros fisicoquímicos previo al establecimiento del cultivo y aplicación de fertilizantes		
Parámetro	**Unidad**	**Resultado**
pH	-	8.1
Textura	-	Franco Arenoso
Conductividad eléctrica	Ms/cm	0.40
Densidad Real	g/cm^{-3}	2.56
Densidad aparente	g/cm^{-3}	1.57

Nota: Elaboración propia

Mediante los resultados obtenidos a través del análisis físico químico se obtuvo que el pH encontrado en el área de investigación previo a el establecimiento del cultivo obtuvo un valor de 8.1, sin embargo, según la (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 2005) el cultivo de pepino se adapta a un rango entre 5.5 – 6.8, incluso soportando valores de 7.5. Por tanto, el valor encontrado en el suelo se considera moderadamente alcalino, superando el rango optimo requerido para el cultivo, afectando directamente la disponibilidad de nutrientes.

Bajo las condiciones de pH encontradas en el área de estudio, la disponibilidad de nutrientes en el suelo se ve afectada, dado el valor de 8.1 registrado en el área de estudio, el cual indica una reducción significativa de nutrientes como el fósforo (P), zinc (Zn),manganeso (Mn), cobre (Cu) y boro (B); En consecuencia, se forman compuestos menos solubles lo que limita la absorción de las raíces y provocando

que el cultivo se vea afectado durante su desarrollo vegetativo, lo antes descrito guarda relación con lo expuesto por (INTAGRI, 2018).

En el estudio de suelo, este se clasifica con una textura Franco Arenosa. De acuerdo con la guía técnica del cultivo del pepino proporcionada por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA, 2003), el cultivo de pepino requiere de suelos bien drenados desde arenosos hasta los francos arcillosos. Por lo tanto, la textura encontrada en el área experimental se considera adecuada para el establecimiento y desarrollo del cultivo.

Existe una estrecha relación entre la textura obtenida a través del análisis fisicoquímico y los valores de densidad aparente y densidad real. La densidad aparente presento un valor de 1.57 g/cm^{-3} lo que sugiere una menor porosidad en comparación a texturas finas. Por su parte, el valor de densidad real obtenido es de 2.56 g/cm^{-3}, el cual indica una matriz solida compuesta por partículas de origen silicato propios de las arenas. En conjunto, estos resultados son consistentes respecto a la textura franco-arenosa identificada, misma que favorece el drenaje, aireación del suelo y representa una menor capacidad de retención de nutrientes.

La conductividad eléctrica del suelo presentó un valor de 0.40 mS/cm, clasificándose como un suelo no salino. Lo cual indica una baja concentración de sales solubles, condición que no representa una limitante para el establecimiento y desarrollo del cultivo de pepino.

La siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos a través del análisis de conductividad eléctrica estos fueron obtenidos posterior al establecimiento del cultivo y aplicación de los fertilizantes. Estos resultados permiten identificar la concentración de sales solubles presentes en el suelo, (Ver Tabla No.6).

Tabla 6 *Conductividad Eléctrica posterior a la aplicación de fertilizantes*

Conductividad eléctrica posterior al establecimiento del cultivo y aplicación de fertilizantes	
Tratamiento	**Conductividad eléctrica (mS/cm)**
FS	1.509
TA	1.498
MML	1.316
MMS	1.508

Nota: Fertilización sintética (FS), Testigo absoluto (TA), Microorganimos de montaña en estado liquido (MML), Microorganimos de montaña en estado sólido (MMS).

Posterior a la aplicación de los fertilizantes, se obtuvo un incremento significativo en la conductividad eléctrica del suelo respecto al valor inicial el cual tuvo un valor de 0.40 mS/cm. A como se observa en la tabla anterior, los valores obtenidos oscilan entre 1.316 y 1.509 mS/cm, siendo el tratamiento de fertilización sintética o química (FS) el que presentó una mayor conductividad eléctrica, seguido por el tratamiento de Microrganismos de montaña Solidos (MMS) y testigo absoluto (TA), mientras que el tratamiento de Microorganimos líquidos (MML) registro un valor menor. No obstante, de acuerdo con el Ingeniero Ángel Laguna Linazo (2017) en su informe de investigación titulado ***Diferentes dosis de Trichoderma asperellum en el desarrollo y control de enfermedades fitopatógenas del cultivo de pepino (Cucumis Sativus) Sébaco, Matagalpa segundo semestre del 2016,*** el cultivo de pepino no tolera la salinidad.

Por tanto, los niveles de conductividad eléctrica encontrados luego de la aplicación de los fertilizantes generaron condiciones desfavorables para el desarrollo y crecimiento del cultivo de pepino, debido a que este factor influye directamente con la disponibilidad de agua y nutrientes para la planta.

8.3 Análisis del comportamiento fenológico y productiva en función de la aplicación de fertilizantes

En este apartado se muestran los resultados obtenidos durante el proceso de análisis del comportamiento fenológico y productivo del cultivo de Pepino (***Cucumis Sativus L.***) desde su fase experimental hasta su fase de resultado, donde se evaluó estadísticamente la viabilidad de cada uno de los tratamientos implementados durante el ciclo del cultivo.

8.3.1 Diseño experimental

En esta sección se muestran los resultados obtenidos a partir de la implementación del diseño experimental en el área de investigación la cual lleva por nombre Sandino, esta considera el establecimiento de los bloques completos al azar y las dosificaciones aplicadas durante el ciclo del cultivo.

8.3.2 Variable de respuesta

Si bien inicialmente se estableció una muestra total de las 160 plantas de pepino distribuidas en los 16 bloques experimentales, durante el desarrollo fenológico del cultivo se registraron pérdidas asociadas a factores biológicos y climáticos; en consecuencia, de lo antes mencionado, la cantidad de muestras evaluadas fue menor a la considerada inicialmente en metodología. Con la finalidad de evidenciar las pérdidas registradas durante el ciclo de desarrollo y cosecha del cultivo, se presentan a continuación imágenes de algunas plantas y frutos afectados por los factores antes mencionados, (Ver Figura No.16,17,18 y 19).

Figura 16 *Evidencia de afectación registradas en planta de pepino (Daño foliar mixto por plagas)*



Nota: Elaboración propia

Figura 17 *Evidencia de afectación registrada en planta de pepino (Afectación simultánea por estrés hídrico, patógenos fúngicos y presencia de pulgones).*



Nota: Elaboración propia

Figura 18 Evidencia de afectación registrada en planta de pepino (Aborto de fruto en etapa inicial)



Nota: Elaboración propia

Figura 19 *Evidencia de afectación registrada en planta de pepino (Pudrición de fruto)*



Nota: Elaboración propia

Una vez finalizado el proceso de selección de muestras y recolección de datos, se realizó el análisis estadístico de las variables de desarrollo y cosecha del cultivo de pepino mediante el Software IBM SPSS Statistics. Donde, se desarrolló el análisis de varianza (ANOVA) con el propósito de identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Asimismo, se ejecutó la prueba de comparación múltiple de Tukey, la cual, permite identificar las diferencias entre las medias de los tratamientos. Los resultados obtenidos se presentan a continuación mediante las respectivas tablas de análisis de varianza y comparación de medias para cada una de las variables, así mismo, las gráficas correspondientes al análisis.

- Parámetros de desarrollo

Conforme a la metodología establecida en el presente documento se consideraron cinco tomas de datos a lo largo del desarrollo del cultivo en su fase vegetativa, lo que permitió realizar el análisis estadístico correspondiente a cada variable en evaluación.

  - Primera evaluación de las variables de desarrollo
    - diámetro de tallo

Mediante la siguiente tabla se presenta el primer análisis de varianza (ANOVA) de diámetro de tallo, considerada como la primera variable de desarrollo evaluada en el cultivo de pepino. Este análisis permitió identificar la posible existencia o ausencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Ver Tabla No.7).

Tabla 7 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de diámetro de tallo durante la primera evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos Variable dependiente: **Diámetro de tallo**					
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	.965[a]	6	0.161	3.111	0.007
Intersección	50.636	1	50.636	979.511	0.000
Tratamiento	.884	3	0.295	5.699	0.001
Bloque	.112	3	0.037	0.722	0.540
Error	6.979	135	0.052		
Total	64.480	142			
Total corregido	7.944	141			

Nota: Elaboración propia

La presente tabla muestra los resultados obtenidos a través de la prueba Tukey, permitiendo conocer las medias obtenidas por tratamiento y conocer las diferencias estadísticas entre ellos (Ver Tabla No.8).

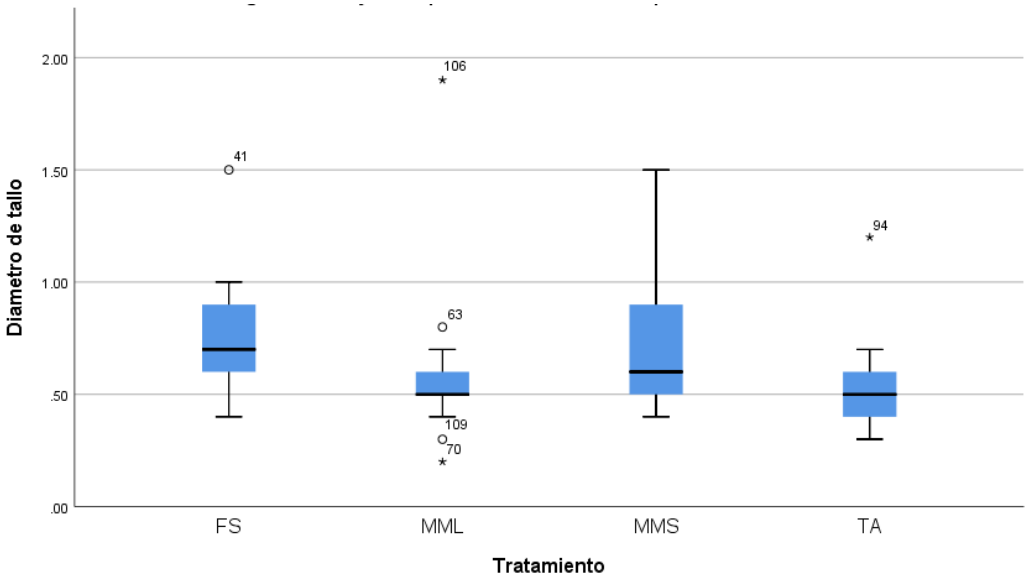
Tabla 8 Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de diámetro de tallo durante la primera evaluación

Subconjuntos homogéneos Variable dependiente: **Diámetro de tallo**				
Tratamiento	**N**	**Subconjunto**		
		1	**2**	**3**
TA	38	0.5368		
MML	29	0.5690	0.5690	
MMS	37		0.6865	0.6865
FS	38			0.7184
Sig.		0.935	0.139	0.936

Nota: Elaboración propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de los tratamientos correspondientes a la variable de tallo respecto a los tratamientos evaluados. El diagrama de caja permite observar el comportamiento de los datos y la diferencia numérica existente entre los tratamientos (Ver Figura No.20).

Figura 20 Diagrama de caja para la variable diámetro de tallo durante la primera evaluación



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No.7** presenta los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la variable **diámetro de tallo**. En ella se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados **(P=0.001; p<0.05.)** lo que indica que al menos uno de los tratamientos influyo sobre el comportamiento de la variable; Consecuente a lo antes mencionado la **Tabla No.8** presentan los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey, en ella se muestra la formación de tres subconjuntos lo que evidencia la similitud estadística entre algunos tratamientos.

No obstante, dado el posicionamiento de los subgrupos, los tratamientos FS y MMS, presentarían una mayor media de diámetro de tallo indicando que cualquiera de los dos fertilizantes beneficiaria el desarrollo del tallo en su etapa

inicial. Finalmente, la **Figura No. 20** muestra la distribución de datos para la variable en evaluación, evidenciando que el tratamiento FS presenta la mayor mediana superior, seguido por el tratamiento MMS en el cual se observa una mayor variabilidad.

- Ancho de hoja

Mediante la siguiente tabla se presenta el primer análisis de varianza (ANOVA) de ancho de hoja, considerada como la primera variable de desarrollo evaluada en el cultivo de pepino (Ver Tabla No.9).

Tabla 9 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable ancho de hoja durante la primera evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: **Ancho de hoja**					
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	48.140[a]	6	8.023	3.575	0.003
Intersección	7501.040	1	7501.040	3342.605	0.000
Tratamiento	35.471	3	11.824	5.269	0.002
Bloque	9.067	3	3.022	1.347	0.262
Error	302.949	135	2.244		
Total	8474.160	142			
Total corregido	351.090	141			

Nota: Elaboración propia

La presente tabla muestra los resultados obtenidos a través de la prueba Tukey, permitiendo conocer las medias obtenidas por tratamiento y conocer las diferencias estadísticas entre ellos (Ver Tabla No.10).

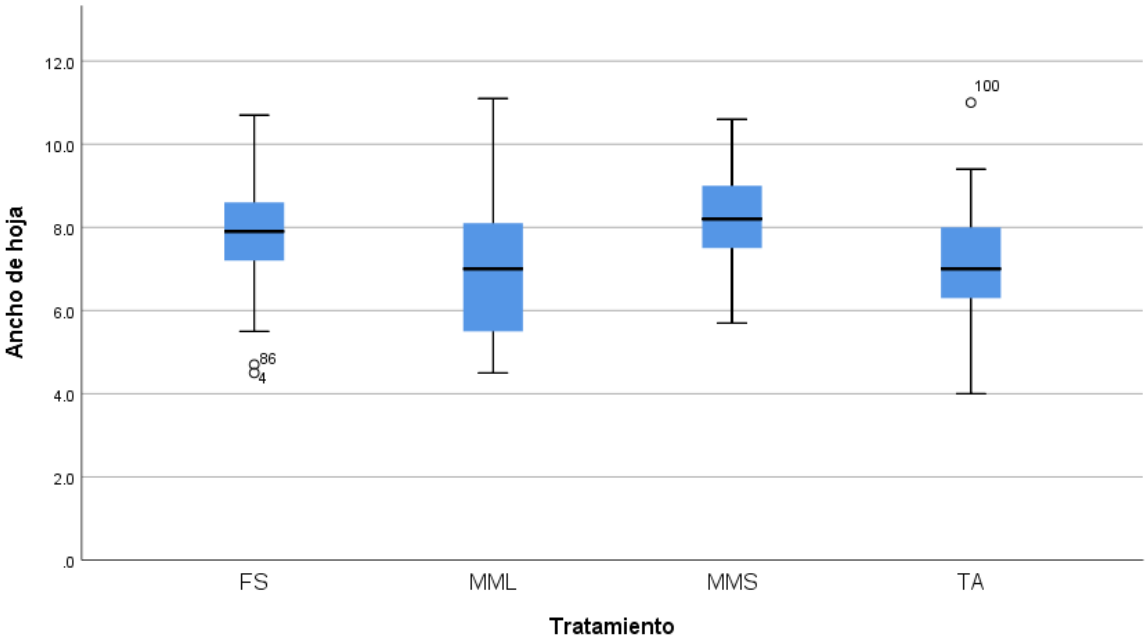
Tabla 10 Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de ancho de hoja durante la primera evaluación

Subconjuntos homogéneos Variable dependiente: **Ancho de hoja**			
Tratamiento	**N**	**Subconjunto**	
		1	**2**
MML	29	6.9172	
TA	38	7.1526	
FS	38	7.7711	7.7711
MMS	37		8.2784
Sig.		0.085	0.491

Nota: Elaboración propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de los tratamientos correspondientes a la variable de ancho de hoja respecto a los tratamientos evaluados. El diagrama de caja permite observar el comportamiento de los datos y la diferencia numérica existente entre los tratamientos (Ver Figura No.21).

Figura 21 Diagrama de caja para la variable de ancho de hoja durante la primera evaluación



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No.9** presenta los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la variable **ancho de hoja**. En ella se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados **(P=0.002; p<0.05.)** lo que indica que al menos uno de los tratamientos influyo sobre el comportamiento de la variable; Consecuente a lo antes mencionado la **Tabla No.10** presentan los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey, en ella se muestra la formación de dos subconjuntos lo que evidencia la similitud o diferencia estadística entre algunos tratamientos.

No obstante, dado el posicionamiento de los subgrupos, los tratamientos FS y MMS, presentarían una mayor media de diámetro de tallo indicando que cualquiera de los dos fertilizantes beneficiaria el desarrollo del tallo en su etapa inicial. Finalmente, la **Figura No. 21** muestra la distribución de datos para la variable en evaluación, evidenciando que el tratamiento MMS presenta la mayor mediana superior, seguido por el tratamiento FS, sin embargo todos los tratamientos en evaluación presentan variabilidad respecto a sus valores.

Finalmente, dado que los tratamientos MMS y FS durante la primera evaluación de desarrollo presentaron similitudes estadísticamente comprobables para las variables de diámetro de tallo y ancho de hoja, ambos pueden considerarse como alternativas viables durante la primera etapa de desarrollo del cultivo de pepino.

- Segunda evaluación de variables de desarrollo

- diámetro de tallo

Mediante la siguiente tabla se presenta el segundo análisis de varianza (ANOVA) de diámetro de tallo, considerada como la segunda variable de desarrollo evaluada en el cultivo de pepino (Ver Tabla No.11)

Tabla 11 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de diámetro de tallo durante la segunda evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos Variable dependiente: Diámetro de tallo					
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	2.184[a]	6	.364	4.804	0.000
Intersección	41.919	1	41.919	553.111	0.000
Tratamiento	2.159	3	0.720	9.496	0.000
Bloque	.118	3	0.039	0.518	0.671
Error	8.337	110	.076		
Total	113.940	117			
Total corregido	10.521	116			

Nota: Elaboración propia

La presente tabla muestra los resultados obtenidos a través de la prueba Tukey, permitiendo conocer las medias obtenidas por tratamiento y conocer las diferencias estadísticas entre ellos (Ver Tabla No.12).

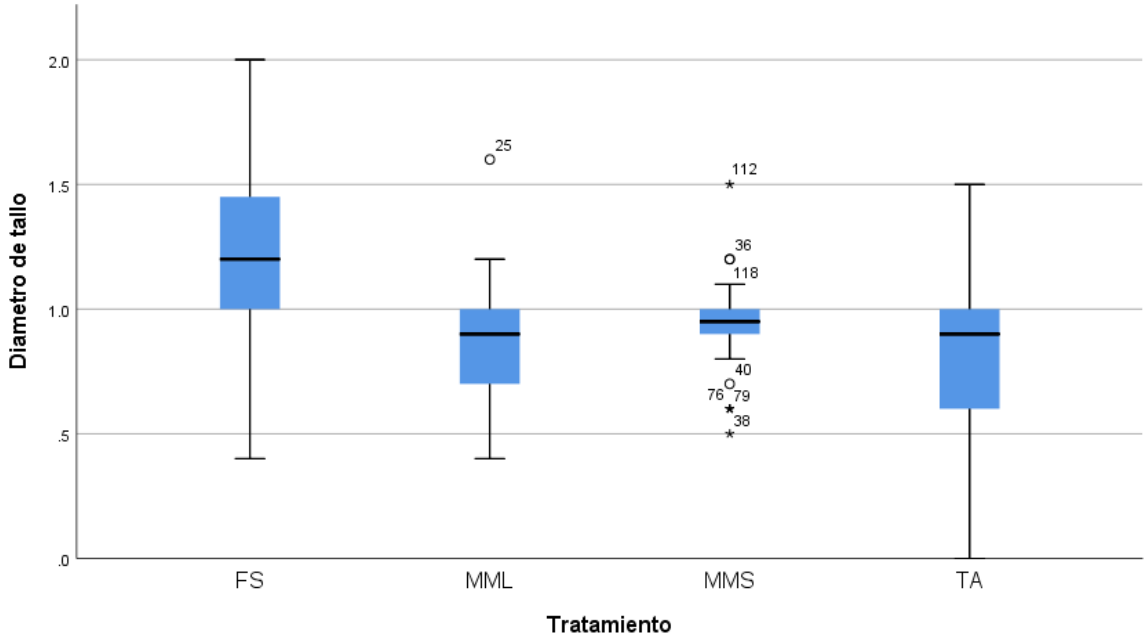
Tabla 12 *Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de diámetro de tallo durante la segunda evaluación*

Subconjuntos homogéneos Variable dependiente: **Diámetro de tallo**			
Tratamiento	**N**	**Subconjunto**	
		1	**2**
TA	30	.837	
MML	30	.850	
MMS	34	.938	
FS	23		1.196
Sig.		.504	1.000

Nota: Elaboración propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de los tratamientos correspondientes a la variable de diámetro de tallo respecto a los tratamientos evaluados (Ver Figura No.22).

Figura 22 *Diagrama de caja para la variable diámetro de tallo durante la segunda evaluación*



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No.11** presenta los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la variable **diámetro de tallo**. En ella se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados **(P=0.000; p<0.05.)** lo que indica que al menos uno de los tratamientos influyo sobre el comportamiento de la variable; consecuente a lo antes mencionado la **Tabla No.12** presentan los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey, en ella se muestra la formación de dos subgrupos, sin embargo, tres de los tratamientos evaluados presentaron similitudes entre sus valores siendo estos menores respecto a la variable, caso contrario el tratamiento que posee mayores diámetros es el tratamiento FS.

Finalmente, la **Figura No. 22** muestra la distribución de datos para la variable en evaluación, evidenciando que el tratamiento FS presenta la mayor mediana

respecto a los demás, a su vez cada uno de los tratamientos evaluados presenta variabilidad en sus datos, es especial para el tratamiento MMS; lo que indicaría que el tratamiento FS en su segunda evaluación aún permanece contribuyendo significativamente sobre el desarrollo del tallo del cultivo de pepino.

- ancho de hoja

Mediante la siguiente tabla se presenta el primer análisis de varianza (ANOVA) de ancho de hoja, considerada como la segunda variable de desarrollo evaluada en el cultivo de pepino (Ver Tabla No.13).

Tabla 13 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de ancho de hoja durante la segunda evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente:	**Ancho de hoja**				
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	319.620[a]	6	53.270	12.797	0.000
Intersección	4466.415	1	4466.415	1072.985	0.000
Tratamiento	311.708	3	103.903	24.961	0.000
Bloque	7.129	3	2.376	0.571	0.635
Error	457.887	110	4.163		
Total	11464.440	117			
Total corregido	777.506	116			

Nota: Elaboración propia

La presente tabla muestra los resultados obtenidos a través de la prueba Tukey, permitiendo conocer las medias obtenidas por tratamiento y conocer las diferencias estadísticas entre ellos (Ver Tabla No.14).

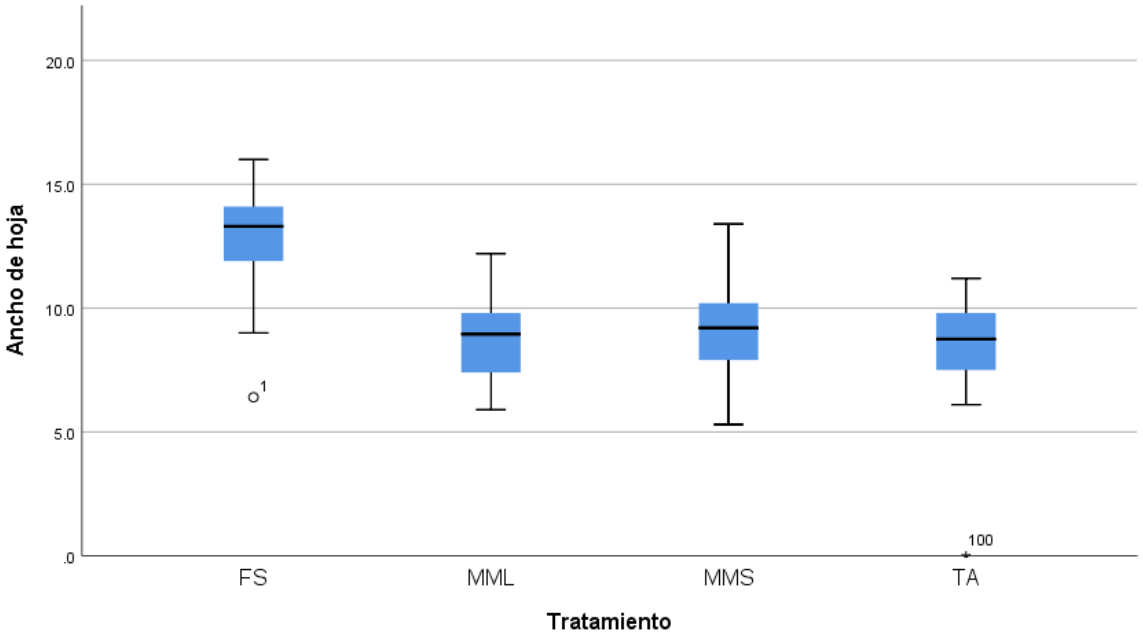
Tabla 14 *Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de ancho de hoja durante la segunda evaluación*

Subconjuntos homogéneos Variable dependiente: **Ancho de hoja**			
Tratamiento	**N**	**Subconjunto**	
		1	**2**
TA	30	8.467	
MML	30	8.700	
MMS	34	9.062	
FS	23		12.830
Sig.		.688	1.000

Nota: Elaboración propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de los tratamientos correspondientes a la variable de ancho de hoja respecto a los tratamientos evaluados (Ver Figura No.25).

Figura 23 *Diagrama de caja para la variable de ancho de hoja durante la segunda evaluación*



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No.13** presenta los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la variable **ancho de hoja**. En ella se observan diferencias

estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados **(P=0.000; p<0.05.)** lo que indica que al menos uno de los tratamientos influyo sobre el comportamiento de la variable; consecuente a lo antes mencionado la **Tabla No.14** presentan los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey, en ella se muestra la formación de dos subconjuntos; dada la formación de los subconjuntos el tratamiento FS presenta mejores resultados respecto a la variable en evaluación.

Como resultado de la evaluación estadística, la **Figura No. 23** muestra la distribución de datos respecto a la variable ancho de hoja, demostrando una influencia favorable del tratamiento FS sobre esta, este método de fertilización presentó una mayor, mediana respecto a los demás. Finalmente, dado que el tratamiento FS presenta mejores resultados durante la segunda evaluación de desarrollo estadísticamente comprobables para las variables de diámetro de tallo y ancho de hoja, puede considerarse como una alternativa viable durante la segunda etapa de desarrollo del cultivo de pepino.

- Tercera evaluación de variable de desarrollo
  - diámetro de tallo

Mediante la siguiente tabla se presenta el tercer análisis de varianza (ANOVA) de diámetro de tallo, considerada como la tercera variable de desarrollo evaluada en el cultivo de pepino (Ver Tabla No.15).

Tabla 15 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de diámetro de tallo durante la tercera evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos Variable dependiente: **Diámetro de tallo**					
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	7.855[a]	6	1.309	2.162	.052
Intersección	86.409	1	86.409	142.696	.000
Tratamiento	4.677	3	1.559	2.574	.058
Bloque	2.392	3	.797	1.317	.273
Error	65.399	108	.606		
Total	220.890	115			
Total corregido	73.254	114			

Nota: Elaboración propia

La presente tabla muestra los resultados obtenidos a través de la prueba Tukey, permitiendo conocer las medias obtenidas por tratamiento y conocer las diferencias estadísticas entre ellos (Ver Tabla No.16).

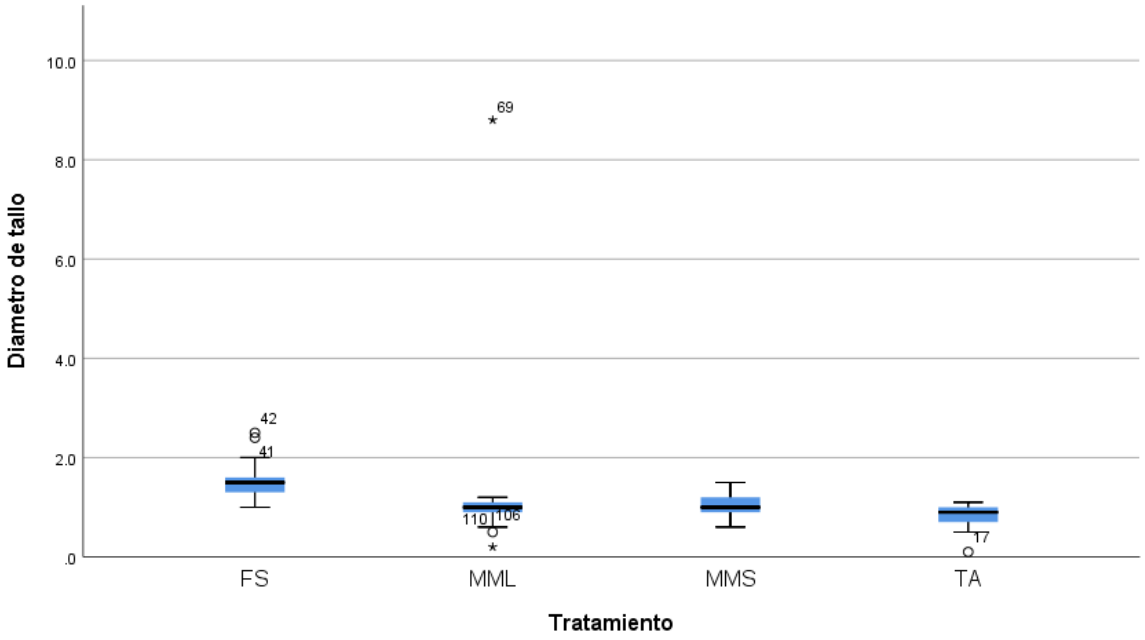
Tabla 16 *Comparación de medias, a través de la prueba Tukey para la variable de diámetro de tallo durante la tercera evaluación*

Subconjuntos homogéneos Variable dependiente: **Diámetro de tallo**			
Tratamiento	**N**	**Subconjunto**	
		1	**2**
TA	26	.858	
MMS	36	1.058	1.058
MML	32	1.184	1.184
FS	21		1.524
Sig.		0.407	0.124

Nota: Elaboración propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de los tratamientos correspondientes a la variable de diámetro de tallo respecto a los tratamientos evaluados (Ver Figura No.24).

Figura 24 *Diagrama de caja para la variable diámetro de tallo durante la tercera evaluación*



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No.15** presenta los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la variable **diámetro de tallo**. En ella se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados **(P=0.058; p<0.05.)** lo que indica que, pudiese existir o no diferencias estadísticas significativas sobre el comportamiento de la variable; Consecuente a lo antes mencionado la **Tabla No.16** presentan los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey, en ella se muestra la formación de dos subgrupos, sin embargo, los tratamientos evaluados presentaron similitudes entre sus valores, no obstante, el tratamiento FS presenta una diferencia numérica entre los valores mínima, lo que lo posiciona como el tratamiento con un mejor resultado estadísticamente significativo, seguido por el tratamiento MMS respecto al diámetro de tallo.

Finalmente, la **Figura No. 24** muestra la distribución de datos para la variable en evaluación, evidenciando que el tratamiento FS presenta la mayor mediana respecto a los demás. No obstante, aunque la diferencia resulta estadísticamente significativa, su magnitud es relativamente pequeña.

- ancho de hoja

Mediante la siguiente tabla se presenta el tercer análisis de varianza (ANOVA) de ancho de hoja, considerada como la tercera variable de desarrollo evaluada en el cultivo de pepino (Ver Tabla No.17)

Tabla 17 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de ancho de hoja durante la tercera evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente:	**Ancho de hoja**				
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	451.418[a]	6	75.236	11.767	.000
Intersección	10112.923	1	10112.923	1581.700	.000
Tratamiento	355.378	3	118.459	18.528	.000
Bloque	49.588	3	16.529	2.585	.057
Error	690.520	108	6.394		
Total	17925.890	115			
Total corregido	1141.938	114			

Nota: Elaboración propia

La presente tabla muestra los resultados obtenidos a través de la prueba Tukey, permitiendo conocer las medias obtenidas por tratamiento y conocer las diferencias estadísticas entre ellos (Ver Tabla No.18).

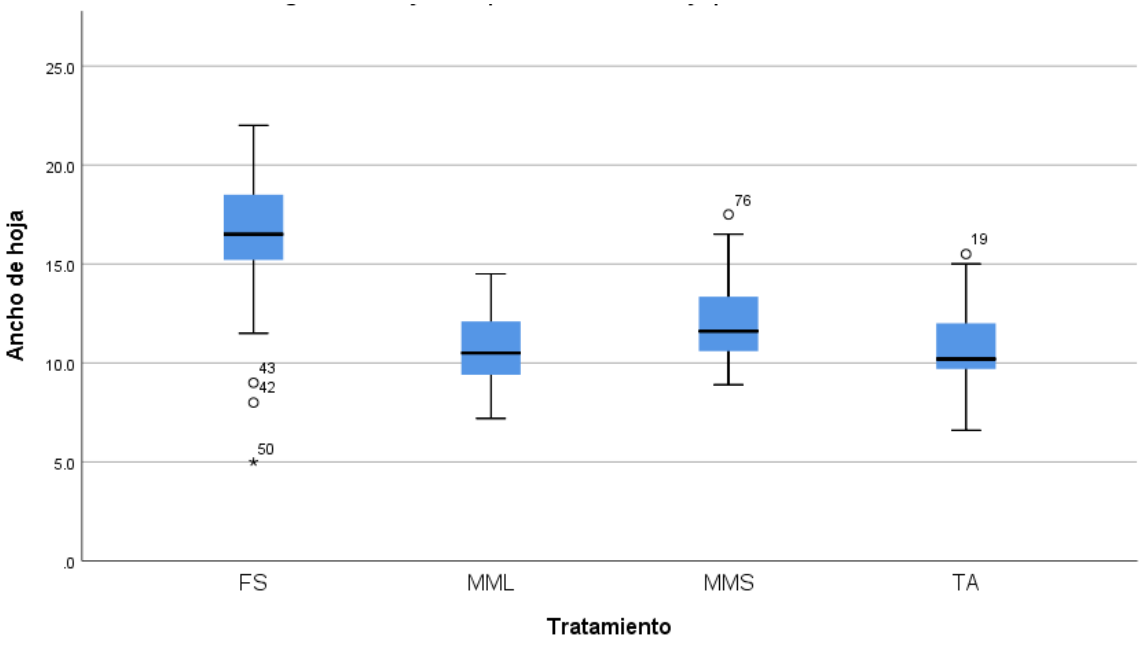
Tabla 18 *Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de diámetro de hoja durante la tercera evaluación*

Subconjuntos homogéneos Variable dependiente: **Diámetro de hoja**			
Tratamiento	**N**	**Subconjunto**	
		1	**2**
TA	26	10.754	
MML	32	10.762	
MMS	36	12.006	
FS	21		15.862
Sig.		.261	1.000

Nota: Elaboración propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de los tratamientos correspondientes a la variable de diámetro de hoja respecto a los tratamientos evaluados (Ver Figura No.25).

Figura 25 *Diagrama de comparación para la variable de ancho de hoja durante la tercera evaluación*



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No.17** presenta los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la variable **ancho de hoja**. En ella se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados **(P=0.000; p<0.05.)** lo que indica que al menos uno de los tratamientos influyo sobre el comportamiento de la variable; consecuente a lo antes mencionado la **Tabla No.18** presentan los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey, en ella se muestra la formación de dos subconjuntos; dada la formación de los subconjuntos el tratamiento FS muestra mejores resultados estadisticamente significativos, seguido por el tratamiento MMS, estos en compración a los restantes deacuerdo a la variable ancho de hoja.Como resultado de la evaluación estadística, la **Figura No. 25** presenta la distribución de valores respecto a la variable ancho de hoja, demostrando una influencia favorable del tratamiento FS sobre esta.

- Longitud de fruto

Mediante la siguiente tabla se presenta el primer análisis de varianza (ANOVA) de longitud de fruto considerada como la tercera variable de desarrollo evaluada (Ver Tabla No.19).

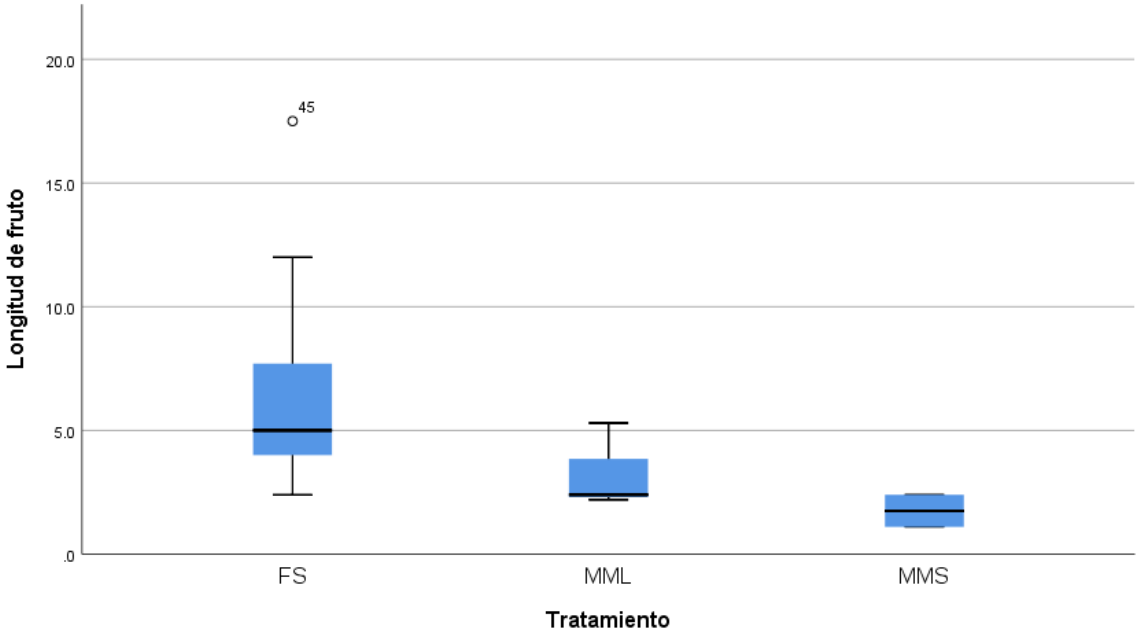
Tabla 19 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable Longitud de fruto durante la tercera evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos Variable dependiente: **Longitud de fruto**					
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	71.577[a]	4	17.894	0.866	0.520
Intersección	96.427	1	96.427	4.669	0.059
Tratamiento	40.250	2	20.125	0.974	0.414
Bloque	7.779	2	3.889	0.188	0.832
Error	185.866	9	20.652		
Total	677.650	14			
Total corregido	257.444	13			

Nota: Elaboración Propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de tratamientos los correspondientes a la variable de longitud de fruto respecto a los tratamientos evaluados (Ver Figura No.26).

Figura 26 *Diagrama de caja para la variable de longitud de fruto durante la tercera evaluación*



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No.19** presenta los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la variable **longitud de fruto**; sin embargo, este análisis no identifico diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados **(P=0.414; p<0.05.)** sobre el comportamiento de la variable; en consecuencia de lo antes mencionado, no se vio necesario realizar una comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

Finalmente, la **Figura No. 26** muestra la distribución de datos para la variable en evaluación, donde el tratamiento FS presentó una mayor mediana; Sin embargo, al no existir diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, esta tendencia se considera favorable. No obstante, dada la ausencia de los datos

correspondientes al tratamiento TA indica que no presentó desarrollo para la variable evaluada durante la tercera evaluación de desarrollo del cultivo de pepino.

- diámetro de fruto

Mediante la siguiente tabla se presenta el primer análisis de varianza (ANOVA) de diámetro de fruto y considerada como la tercera variable de desarrollo evaluada en el cultivo de pepino (**Ver Tabla No.20**).

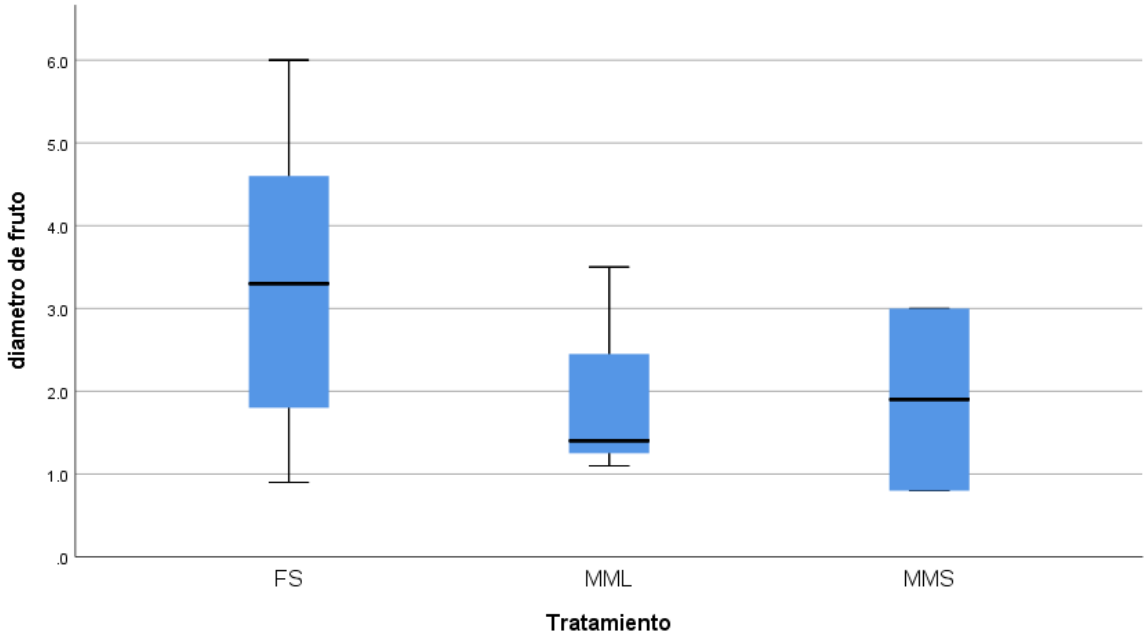
Tabla 20 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de diámetro de fruto durante la tercera evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente:	**Diámetro de fruto**				
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	8.310[a]	4	2.077	0.662	0.634
Intersección	47.260	1	47.260	15.068	0.004
Tratamiento	7.565	2	3.783	1.206	0.344
Bloque	2.622	2	1.311	0.418	0.671
Error	28.227	9	3.136		
Total	147.420	14			
Total corregido	36.537	13			

Nota: Elaboración propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de los correspondientes a la variable de longitud de fruto respecto a los tratamientos evaluados (Ver Figura No.27).

Figura 27 *Diagrama de caja para la variable diámetro de fruto durante la tercera evaluación*



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No.20** presenta los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la variable **diámetro de fruto**; Sin embargo este análisis no identifico diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados **(P=0.344; p<0.05.)** sobre el comportamiento de la variable; en consecuencia de lo antes mencionado, no se vio necesario realizar una comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

Como resultado de la evaluacíón estadistica, la **Figura No. 27** muestra la distribución de datos para la variable en evaluación, donde el tratamiento FS presentó una mayor mediana, seguido por el tratamiento MMS; Sin embargo, al no existir diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, estas tendencias se consideran como una favorables. No obstante, la ausencia de los registros correspondientes al tratamiento TA indica que no presentó desarrollo para la variable evaluada durante la tercera evaluación de desarrollo del cultivo de pepino.

Finalmente, dado que el tratamiento FS presenta mejores resultados durante la tercera evaluación de desarrollo estadísticamente comprobables para las variables de diámetro de tallo, ancho de hoja, longitud de fruto y diámetro de fruto, podría considerarse como una alternativa favorable durante la tercera etapa de desarrollo del cultivo de pepino. No osbtane, el tratamiento MMS al igual que el tratamiento FS, presentó resultados favorables en las variables diámetro de tallo, hoja y fruto, lo que tambien hace que este tratamiento sea considerado como una alternativa para el desarrollo del cultivo.

- Cuarta evaluación de variable de desarrollo

- diámetro de tallo

Mediante la siguiente tabla se presenta el cuarto análisis de varianza (ANOVA) de diámetro de tallo, considerada como la cuarta variable de desarrollo evaluada en el cultivo de pepino (Ver Tabla No.21)

Tabla 21 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable diámetro de tallo durante la cuarta evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: **Diámetro de tallo**					
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	8.683[a]	6	1.447	20.304	0.000
Intersección	60.199	1	60.199	844.600	0.000
Tratamiento	8.162	3	2.721	38.173	0.000
Bloque	.464	3	0.155	2.168	0.097
Error	7.056	99	0.071		
Total	128.030	106			
Total corregido	15.739	105			

Nota: Elaboración propia

La presente tabla muestra los resultados obtenidos a través de la prueba Tukey, permitiendo conocer las medias obtenidas por tratamiento y conocer las diferencias estadísticas entre ellos (Ver Tabla No.22).

Tabla 22 *Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de diámetro de tallo durante la cuarta evaluación*

Subconjuntos homogéneos

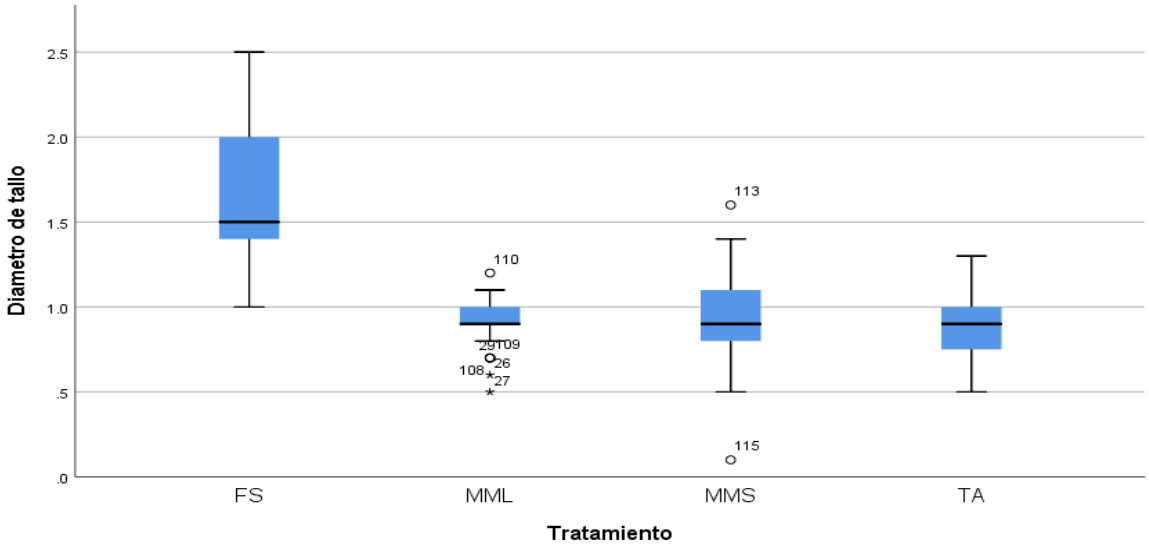
Variable dependiente: **Diámetro de tallo**

Tratamiento	N	Subconjunto 1	Subconjunto 2
TA	23	0.883	
MML	32	0.909	
MMS	33	0.912	
FS	18		1.644
Sig.		.980	1.000

Nota: Elaboración propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de los correspondientes a la variable de diámetro de tallo respecto a los tratamientos evaluados (Ver Figura No.28).

Figura 28 Diagrama de caja para la variable de diámetro de tallo durante la cuarta evaluación



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No.21** presenta los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la variable **diámetro de tallo**. En ella se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados **(P=0.000; p<0.05.)** lo que indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas sobre el comportamiento de la variable; consecuente a lo antes mencionado la **Tabla No.22** presentan los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey, en ella se muestra la formación de dos subgrupos, sin embargo, los tratamientos evaluados presentaron similitudes entre sus valores, no obstante, el tratamiento FS presenta una diferencia numérica entre los valores mínima, lo que lo posiciona como el tratamiento con un mejor resultado estadísticamente significativo, seguido por el tratamiento MMS respecto al diámetro de tallo.

Finalmente, la **Figura No. 28** muestra la distribución de datos para la variable en evaluación, evidenciando que el tratamiento FS presenta la mayor mediana, seguido por el tratamiento MMS, lo que sugiere una respuesta favorable para la variable analizada.

- ancho de hoja

Mediante la siguiente tabla se presenta el cuarto análisis de varianza (ANOVA) de ancho de hoja, considerada como la cuarta variable de desarrollo evaluada en el cultivo de pepino (Ver Tabla No.23)

Tabla 23 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de ancho de hoja durante la cuarta evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos Variable dependiente: **Ancho de hoja**					
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	612.714[a]	6	102.119	21.092	.000
Intersección	7666.244	1	7666.244	1583.403	.000
Tratamiento	491.406	3	163.802	33.832	.000
Bloque	26.894	3	8.965	1.852	.143
Error	479.321	99	4.842		
Total	17832.510	106			
Total corregido	1092.034	105			

Nota: Elaboración propia

La presente tabla muestra los resultados obtenidos a través de la prueba Tukey, permitiendo conocer las medias obtenidas por tratamiento y conocer las diferencias estadísticas entre ellos (Ver Tabla No.24).

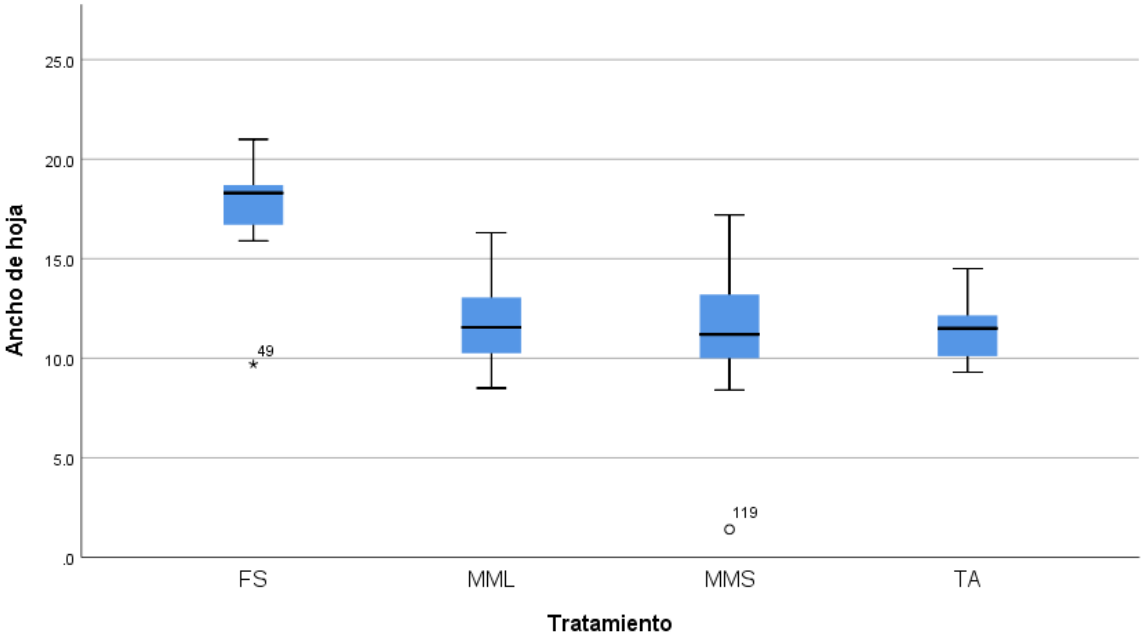
Tabla 24 Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de ancho de hoja durante la cuarta evaluación

Subconjuntos homogéneos Variable dependiente: **Ancho de hoja**			
Tratamiento	**N**	**Subconjunto**	
		1	**2**
TA	23	11.348	
MMS	33	11.521	
MML	32	11.600	
FS	18		17.761
Sig.		.978	1.000

Nota: Elaboración Propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de los correspondientes a la variable de ancho de hoja respecto a los tratamientos evaluados (Ver Figura No.29).

Figura 29 *Diagrama de caja para la variable ancho de hoja durante la cuarta evaluación*



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No.23** presenta los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la variable **ancho de hoja**. En ella se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados **(P=0.000; p<0.05.)** lo que indicando que al menos uno de los tratamientos influyo sobre el comportamiento de la variable; por consiguiente la **Tabla No.24** presentan los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey, en ella se muestra la formación de dos subconjuntos; Dada la formación de los subconjuntos el tratamiento FS muestra mejores resultados estadísticamente significativos, seguido por el tratamiento MML, respecto a la variable.

Como resultado de la evaluación estadística, la **Figura No. 29** presenta la distribución de valores respecto a la variable ancho de hoja, demostrando una influencia favorable del tratamiento FS sobre esta.

- Longitud de fruto

Mediante la siguiente tabla se presenta el segundo análisis de varianza (ANOVA) de longitud de fruto, considerada como la cuarta variable de desarrollo evaluada en el cultivo de pepino (Ver Tabla No.25).

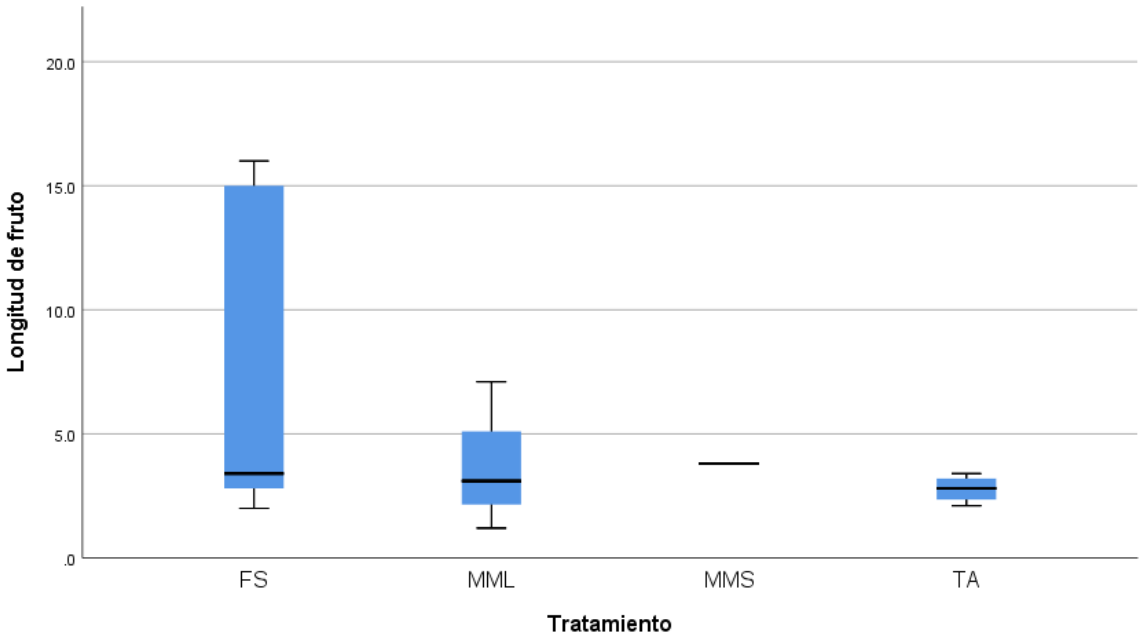
Tabla 25 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable longitud de fruto durante la cuarta evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos Variable dependiente: **Longitud de fruto**					
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	83.157[a]	5	16.631	.585	.713
Intersección	122.808	1	122.808	4.323	.076
Tratamiento	19.072	2	9.536	.336	.726
Bloque	17.286	2	8.643	.304	.747
Error	198.853	7	28.408		
Total	612.030	13			
Total corregido	282.011	12			

Nota: Elaboración propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de los correspondientes a la variable de longitud de fruto respecto a los tratamientos evaluados (Ver Figura No.32).

Figura 30 Diagrama de caja para la variable de longitud de fruto durante la cuarta evaluación



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No.26** presenta los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la variable **longitud de fruto**; sin embargo este análisis no identifico diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados **(P=0.726; p<0.05.)** sobre el comportamiento de la variable; En consecuencia de lo antes mencionado, no se requirió presentar la comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

Finalmente, la **Figura No. 30** muestra la distribución de datos para la variable longitud de fruto durante la cuarta evaluación de desarrollo, donde evidencia que el tratamiento FS presentó una mayor mediana respecto a los demás tratamientos. Así mismo este tratamiento presento la mayor variabilidad de datos, mientras que los tratamientos MML y TA presentaron una distribución más homogénea.

- diámetro de fruto

Mediante la siguiente tabla se presenta el segundo análisis de varianza (ANOVA) de diámetro de fruto, considerada como la cuarta variable de desarrollo evaluada en el cultivo de pepino (Ver Tabla No.26).

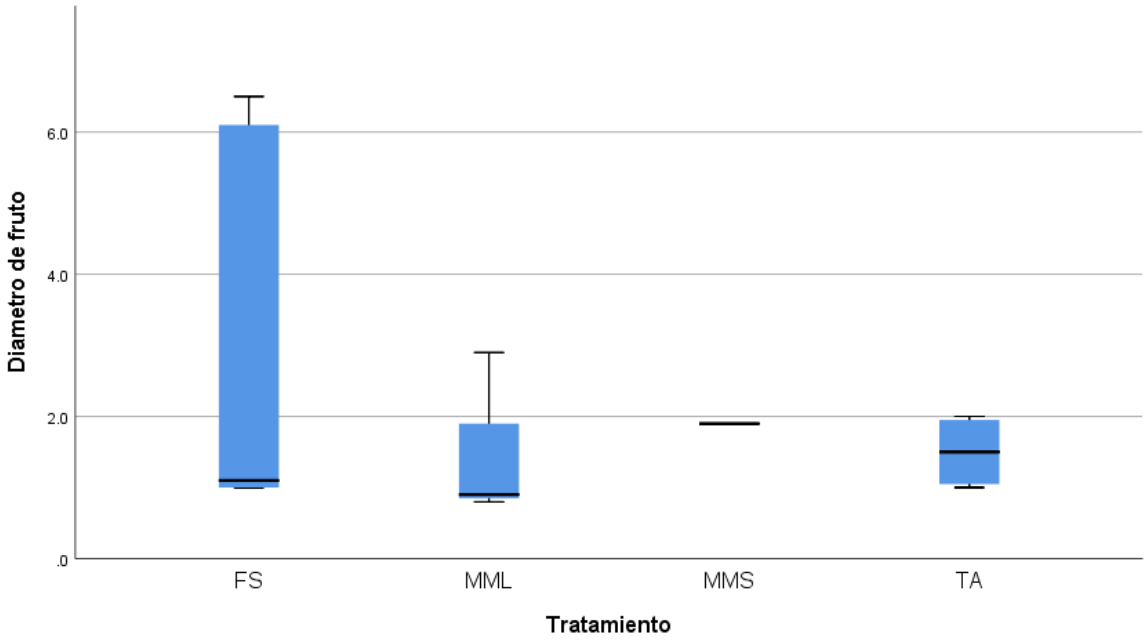
Tabla 26 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable diámetro de fruto durante la cuarta evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente:	**Diámetro de fruto**				
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	12.437[a]	5	2.487	0.538	0.743
Intersección	21.507	1	21.507	4.654	0.068
Tratamiento	1.409	2	.705	0.152	0.861
Bloque	4.648	2	2.324	0.503	0.625
Error	32.351	7	4.622		
Total	105.960	13			
Total corregido	44.788	12			

Nota: Elaboración propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de los correspondientes a la variable de diámetro de fruto respecto a los tratamientos evaluados (Ver Figura No.33).

Figura 31 *Diagrama de caja para la variable diámetro de fruto durante la cuarta evaluación*



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No.26** presenta los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la variable **diámetro de fruto**; sin embargo este análisis no identifico diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados **(P=0.861; p<0.05.)** sobre el comportamiento de la variable; en consecuencia de lo antes mencionado, no se vio requerido realizar una comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

Como resultado de la evaluación estadística, la **Figura No. 31** muestra la distribución de datos para la variable en evaluación, donde el tratamiento TA presentó una mayor mediana, seguido por el tratamiento FS que presento una mayor variabilidad respecto a sus valores; sin embargo, al no existir diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, estas tendencias se consideran como una favorables. No obstante, la ausencia de los registros correspondientes al tratamiento MMS indica que no presentó desarrollo para la variable evaluada durante la cuarta evaluación de desarrollo del cultivo de pepino.

Finalmente, dado que el tratamiento FS presenta mejores resultados durante la cuarta evaluación de desarrollo estadísticamente comprobables para las variables de diámetro de tallo, diámetro de hoja y longitud de fruto, podría considerarse como una alternativa favorable durante la cuarta etapa de desarrollo del cultivo de pepino. No obstante, el tratamiento MMS al igual que el tratamiento FS, presentó resultados favorables en las variables diámetro de tallo y ancho de hoja, podría considerarse como alternativa para el desarrollo del cultivo, no obstante este último no presentó una influencia directa sobre las variables correspondiente al desarrollo del fruto, por ello su eficacia para el desarrollo integral del cultivo resulta menos concluyente.

- Quinta evaluación de variable de desarrollo

- diámetro de tallo

Mediante la siguiente tabla se presenta el quinto análisis de varianza (ANOVA) de diámetro de tallo, considerada como la quinta variable de desarrollo evaluada en el cultivo de pepino (Ver Tabla No.27).

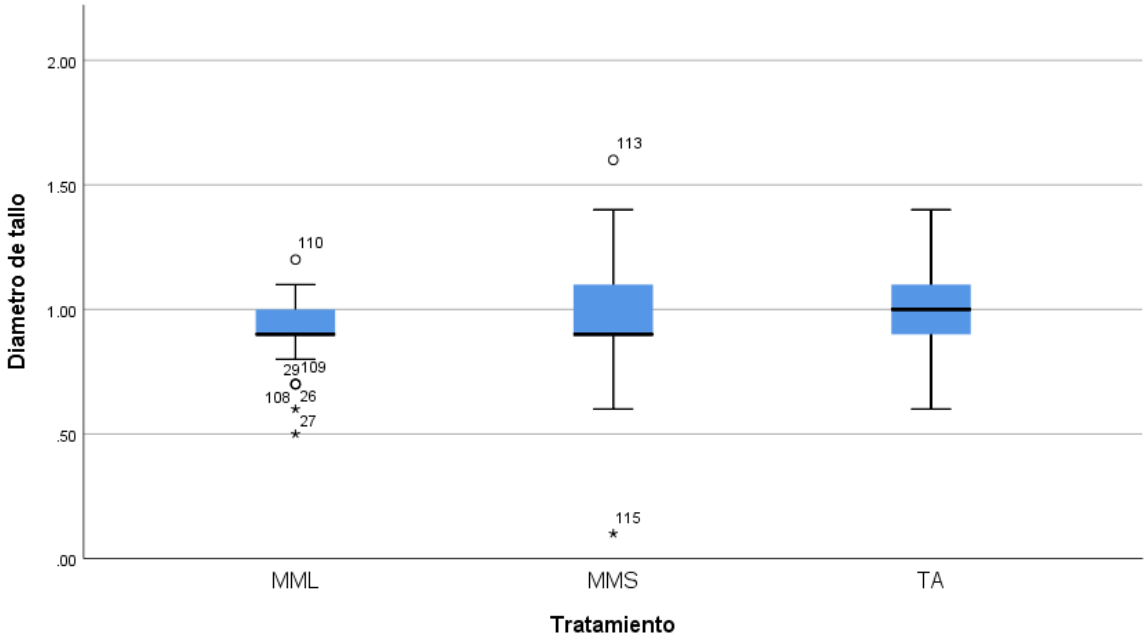
Tabla 27 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable diámetro de tallo durante la quinta evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos Variable dependiente: **Diámetro de tallo**					
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	.130[a]	5	0.026	0.552	0.736
Intersección	45.765	1	45.765	974.905	0.000
Tratamiento	.099	2	0.050	1.059	0.352
Bloque	.046	3	0.015	0.325	0.807
Error	3.849	82	0.047		
Total	82.830	88			
Total corregido	3.979	87			

Nota: Elaboración propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de los correspondientes a la variable de diámetro de tallo respecto a los tratamientos evaluados (Ver Figura No.32).

Figura 32 *Diagrama de caja para la variable de diámetro de tallo durante la quinta evaluación*



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No.27** presenta los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la variable **diámetro de tallo**. En ella no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados **(P=0.352; p<0.05)** sobre el comportamiento de la variable; en consecuencia de lo antes mencionado, no se vio requerido realizar una comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

Finalmente, la **Figura No. 32** muestra la distribución de datos para la variable en evaluación respecto a los tratamientos, durante la quinta evaluación de desarrollo para el cultio de pepino evidenciando que pese a que existe diferencias estadisticamente significativas el tratamiento TA posee una mayor media. No

obstante, no se considero el tratamiento FS, ya que había alcanzado la etapa de cosecha antes de realizar el registro de datos.

- ancho de hoja

Mediante la siguiente tabla se presenta el quinto análisis de varianza (ANOVA) de ancho de hoja, considerada como la quinta variable de desarrollo evaluada en el cultivo de pepino (Ver Tabla No.28).

Tabla 28 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable ancho de hoja durante la quinta evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos Variable dependiente: **Ancho de hoja**					
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	36.728[a]	5	7.346	2.547	0.034
Intersección	7020.918	1	7020.918	2434.605	0.000
Tratamiento	24.824	2	12.412	4.304	0.017
Bloque	16.227	3	5.409	1.876	0.140
Error	236.472	82	2.884		
Total	13581.800	88			
Total corregido	273.200	87			

Nota: Elaboración propia

La presente tabla muestra los resultados obtenidos a través de la prueba Tukey, permitiendo conocer las medias obtenidas por tratamiento y conocer las diferencias estadísticas entre ellos (Ver Tabla No.29).

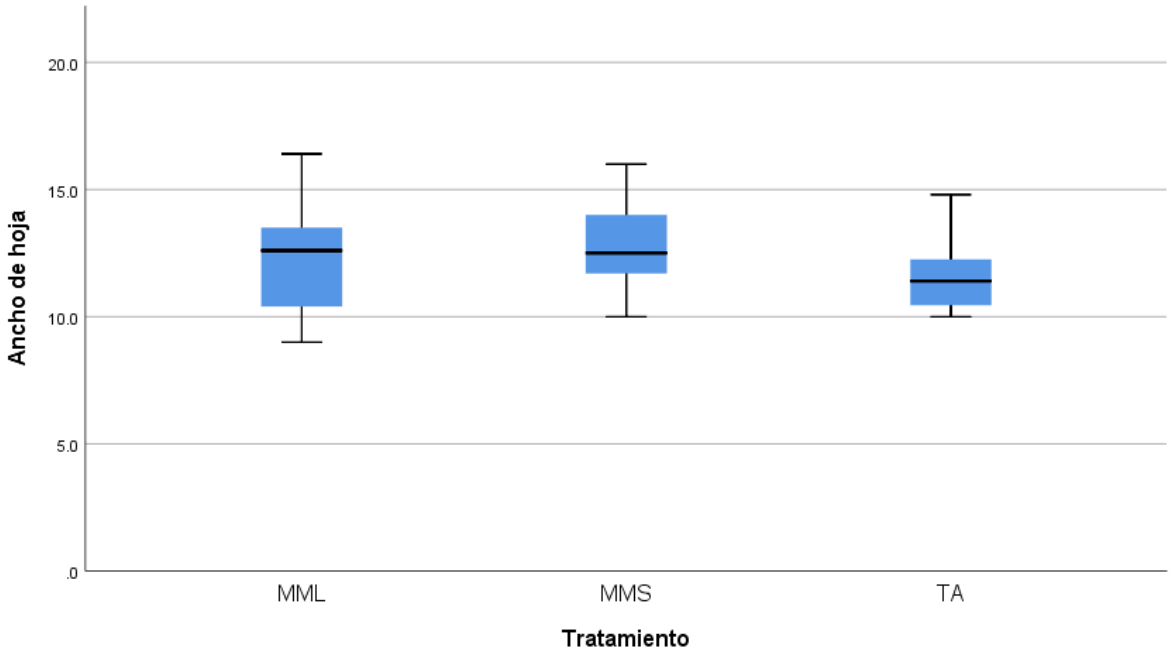
Tabla 29 *Comparación de medias, a través de la prueba de Tukey para la variable de ancho de hoja durante la quinta evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos Variable dependiente: **Ancho de hoja**			
Tratamiento	**N**	**Subconjunto**	
		1	**2**
TA	23	11.6043	
MML	32	12.2469	12.2469
MMS	33		12.8303
Sig.		.330	.400

Nota: Elaboración propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de los correspondientes a la variable de diámetro de hoja respecto a los tratamientos evaluados (Ver Figura No.33).

Figura 33 *Diagrama de caja para la variable de ancho de hoja durante la quinta evaluación*



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No.28** presenta los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la variable **ancho de hoja**. En ella se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados **(P=0.017; p<0.05.)** lo que indica que al menos uno de los tratamientos influyo sobre el comportamiento de la variable; por consiguiente la **Tabla No.29** presentan los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey, en ella se muestra la formación de dos subconjuntos; dada la formación de los subconjuntos el tratamiento MMS muestra mejores resultados estadísticamente significativos, seguido por el tratamiento MML, respecto a la variable.

Como resultado de la evaluación estadística, la **Figura No. 33** presenta la distribución de valores respecto a la variable ancho de hoja, en esta se demuestra que el tratamiento MML presenta una media mayor demostrando una influencia favorable del tratamiento sobre la variable diámetro de hoja, seguido por el tratamiento MMS. Sin embargo, dados los resultados obtenidos tras la realizar la prueba de Tukey, el tratamiento MMS mostró una respuesta estadísticamente más favorable para la variable evaluada.

- Longitud de fruto

Mediante la siguiente tabla se presenta el tercer análisis de varianza (ANOVA) de longitud de fruto, considerada como la quinta variable de desarrollo evaluada en el cultivo de pepino (Ver Tabla No.30).

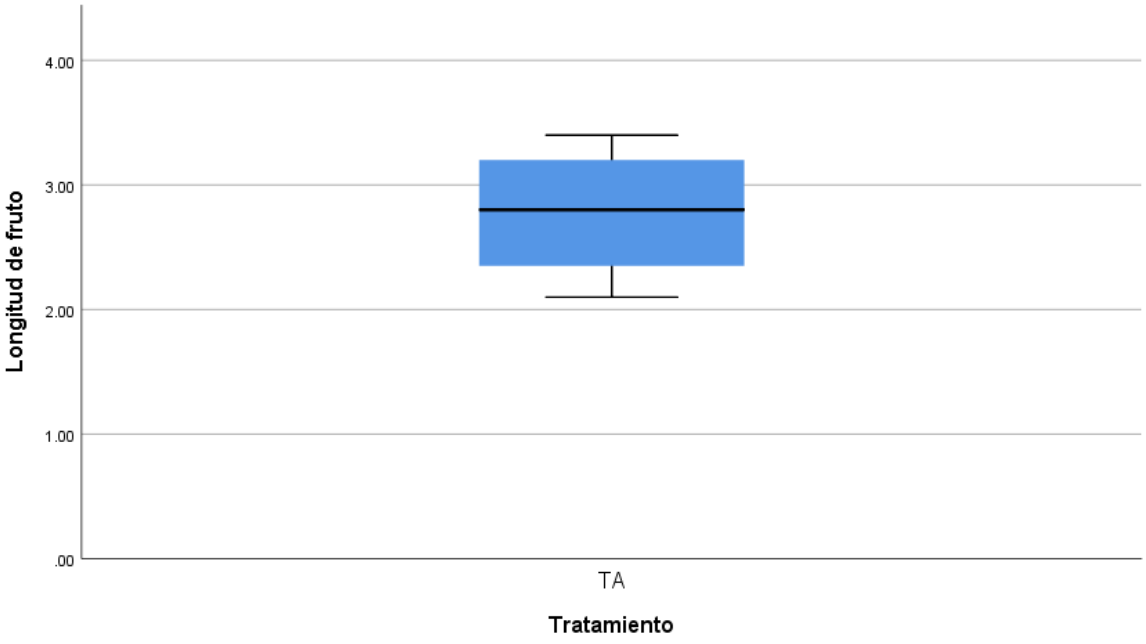
Tabla 30 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable longitud de fruto durante la quinta evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos Variable dependiente: **Longitud de fruto**					
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	.521[a]	1	.521	2.561	0.251
Intersección	26.701	1	26.701	131.316	0.008
Tratamiento	.000	0	.	.	.
Bloque	.521	1	.521	2.561	0.251
Error	.407	2	.203		
Total	31.730	4			
Total corregido	.927	3			

Nota: Elaboración propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de los correspondientes a la variable de longitud de fruto respecto a los tratamientos evaluados (Ver Figura No.33).

Figura 34 *Diagrama de caja para la variable de longitud de fruto durante la quinta evaluación*



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No. 30** presenta los resultados obtenidos durante la quinta evaluación para la variable **longitud de fruto**, no obstante, no fue posible realizar el análisis de varianza (ANOVA), debido a la ausencia de valores que permiten establecer una comparación estadística entre los tratamientos evaluados. Consecuente a ello, tampoco se ejecutó la prueba de Tukey que permite identificar subconjuntos homogéneos, ya que esta requiere la existencia de grupos comparables y de diferencias previamente evaluadas a través del ANOVA. Por tanto los resultados obtenidos se limitan a una sola descripción de datos registrados.

Finalmente, la **Figura No.34** muestra la distribución de datos correspondientes al tratamiento TA respecto a la variable longitud de fruto, este presento una mediana aproximada de **2.8**. No obstante, dado que no únicamente se registraron valores para este tratamiento, no fue posible establecer comparaciones estadísticas con los demás tratamientos.

- diámetro de fruto

Mediante la siguiente tabla se presenta el tercer análisis de varianza (ANOVA) de diámetro de fruto, considerada como la quinta variable de desarrollo evaluada en el cultivo de pepino (Ver Tabla No.31).

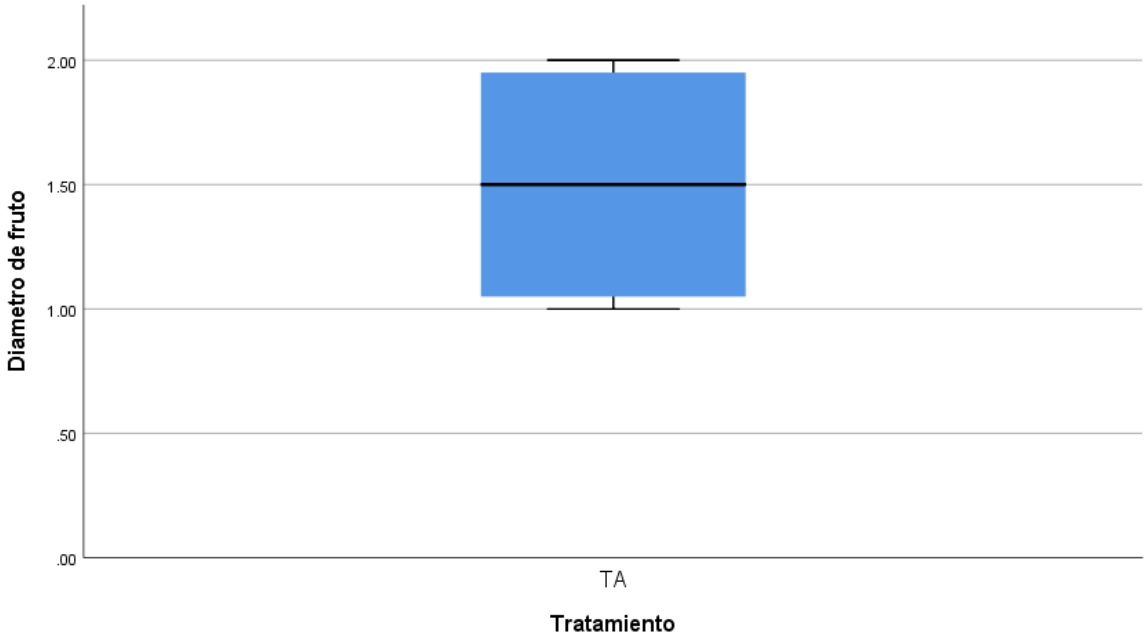
Tabla 31 *Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de diámetro de fruto durante la quinta variable de evaluación*

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: **Diámetro de fruto**					
Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	.213[a]	1	0.213	0.703	0.490
Intersección	8.003	1	8.003	26.385	.036
Tratamiento	.000	0	.	.	.
Bloque	.213	1	.213	.703	.490
Error	.607	2	.303		
Total	9.820	4			
Total corregido	.820	3			

Nota: Elaboración propia

Mediante la siguiente figura se presenta la distribución de los correspondientes a la variable de diámetro de fruto respecto a los tratamientos evaluados (Ver Figura No.37).

Figura 35 *Diagrama de caja para la variable de diámetro de fruto durante la quinta evaluación*



Nota: Elaboración propia

La **Tabla No. 31** presenta los resultados obtenidos durante la quinta evaluación para la variable **diámetro de fruto**, no obstante, no fue posible realizar el análisis de varianza (ANOVA), debido a la ausencia de valores que permiten establecer una comparación estadística entre los tratamientos evaluados. Consecuente a ello, tampoco se ejecutó la prueba de Tukey que permite identificar subconjuntos homogéneos, ya que esta requiere la existencia de grupos comparables y de diferencias previamente evaluadas a través del ANOVA. Por tanto los resultados obtenidos se limitan a una sola descripción de datos registrados.

Mediante la siguiente **Figura No.35** se muestra la distribución de datos correspondientes al tratamiento TA respecto a la variable longitud de fruto, este presento una mediana aproximada de **1.50.** No obstante, dado que no únicamente se registraron valores para este tratamiento, no fue posible establecer comparaciones estadísticas con los demás tratamientos.

Finalmente, mediante la quinta y última evaluación de desarrollo del cultivo de pepino, el tratamiento TA presento mejores resultados estadísticamente significativos para las variables, diámetro de tallo, ancho de hoja, fruto y longitud de fruto, evidenciando una respuesta superior a los demás tratamientos ene valuación. No obstante el tratamiento MMS también mostró un comportamiento favorable en las variables diámetro de tallo y hoja, indicando que aun que el tratamiento TA presento un desempeño general durante la etapa final de desarrollo, el tratamiento MMS mantuvo la influencia positiva sobre algunas variables del desarrollo vegetativo del cultivo.

Mediante la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados obtenidos atreves de la evaluación estadística durante el desarrollo fenológico del cultivo, en la cual se consideraron cinco variables a lo largo de este ciclo; esta tabla permitirá identificar el tratamiento adecuado según los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico previamente realizado, (Ver Tabla No.32).

Tabla 32 *Resumen del análisis estadístico establecido durante el desarrollo del cultivo de pepino (**Cucumis Sativus L.**)*

Evaluación de los métodos de fertilización durante el desarrollo fenológico del cultivo de Pepino (*Cucumis Sativus L*)			
Variable	**Parámetro de desarrollo**	**Influencia Significativa**	**Efecto cuestionable**
1	D.T	FS	MMS
	A.H	MMS	FS
2	D.T	FS	MMS
	A.H	FS	MMS
3	D.T	FS	MML
	A.H	FS	MMS
	L.F	FS	MML
	D.F	FS	MMS
4	D.T	FS	MMS
	A.H	FS	MML
	L.F	FS	MML
	D.F	TA	FS
5	D.T	TA	MMS/MML
	A.H	MMS	MMS
	L.F	-	-
	D.F	-	-

Nota: Diámetro de tallo (DT), Ancho de hoja (AH), Longitud de fruto (LF), Diámetro de fruto (DF).

De acuerdo con el análisis estadístico ejecutado durante las cinco evaluaciones de desarrollo del cultivo de pepino, se evidencio que el tratamiento correspondiente a la fertilización sintética o química (FS) presento una mayor influencia significativa, destacándose en cuatro de las cinco evaluaciones realizadas, demostrando un aporte favorable al crecimiento y desarrollo del cultivo. No obstante, no se consideró una quinta evaluación dado que fue el único tratamiento en alcanzar la etapa de producción de fruto. Dicho este resultado,

sugiere que el tratamiento FS proporciono condiciones nutricionales adecuadas para completar el desarrollo fenológico del cultivo y a su vez la formación y desarrollo del fruto.

No obstante, la **Tabla No.32** también presenta aquellos tratamientos cuyo efecto sobre el desarrollo del cultivo de pepino puede ser cuestionable debido a que no presentaron una influencia estadísticamente favorable sobre las variables evaluadas. Sin embargo pudiesen considerarse como una alternativa favorable debido a que permitieron el desarrollo del cultivo aunque con una menor respuesta.

- Parámetros de cosecha

Conforme a la metodología establecida en el presente documento se consideró una única toma de datos durante la cosecha del cultivo en su fase productiva; debido a que únicamente uno de los tratamientos evaluados presentó producción de frutos, no fue posible realizar un análisis estadístico comparativo para las variables de cosecha. En consecuencia, los resultados obtenidos durante esta etapa se presentaron de forma descriptiva.

  - Evaluación de variables de cosecha

Mediante la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos a través de la obtención de datos en campo durante la fase reproductiva del cultivo de pepino, destacando variables evaluativas como cantidad, longitud, diámetro y peso de fruto, así mismo se presenta el rendimiento productivo obtenido estos datos corresponden a uno de los tratamientos evaluados, siendo esta fertilización sintética o bien fertilización química; lo antes mencionado se presenta en la siguiente tabla (Ver Tabla No.33).

Tabla 33 *Resultados correspondientes a las variables de cosecha para el cultivo de pepino (**Cucumis Sativus L.**)*

Tratamiento	Bloque	Can. Fruto	Long de fruto cm	D de fruto cm	P de fruto g	PT en kg	RP kg/m2	RP kg/ha
FS	**1**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
FS	2	6	19.5 17 18 17.6 16 16.8	4.9 4.4 4.3 5.2 5.7 4.2	363.8 261.63 200.37 202.35 330.2 489	1.847	**0.222**	2219.039
FS	3	8	17.7 18.3 21.4 19.8 19.8 22 18 15.7	6 5.5 5.7 5.06 5.5 6.3 6.04 5.25	249.17 336.68 397.78 263.45 447.45 458.55 369.67 370	2.893	**0.347**	3474.775
FS	4	5	16.3 16 17 20.6 17.2	5.2 4.2 5.4 5.25 5.72	352.7 173.94 263.95 680 690	2.161	**0.260**	2595.303
Frutos Totales		**19**		**Rendimiento total Kg/m^2**			**0.829**	8290

Nota: Elaboración propia

La **Tabla No. 33** muestra los resultados obtenidos durante la cosecha obtenida por el tratamiento **FS**, en ella se evidencian una total de 19 frutos distribuidos en los bloques 2,3 y 4, sin embargo, el bloque 1 no presento producción de frutos debido a incidencia de factores bióticos y abióticos, por ello se descartó durante la evaluación de esta variable. Dadas las características de los frutos registrados el peso de estos se encuentra en un rango entre 173.94 g y 690 g, así como el diámetro registro un rango entre 4.2 cm y 6.3 cm y una longitud oscilante entre 16 cm y 22 cm. Finalmente, la producción total obtenida durante la fase reproductiva del cultivo de pepino equivale a un rendimiento productivo de 0.890 Kg/m^2.

8.4 Costos de producción del cultivo establecido

Como resultado de la metodología establecida en el presente documento, se realizó un registro detallado de los gastos asociados a insumos, mano de obra eh implementos utilizados durante cada etapa del cultivo de pepino, este se presenta en el aparto de Anexos (Ver Anexo No. 9 y 10).

Como resultado de los gastos realizados a lo largo del ciclo vegetativo y reproductivo del cultivo de pepino se obtuvo un costo total para cada método de fertilización en evaluación; A continuación se presenta una tabla con los costos totales para la fertilización química (Ver Tabla No.34).

Tabla 34 *Costos totales correspondientes a la fertilización química*

Costos totales para fertilización química	
Costos de producción (fertilización química)	C$ 3,728.00
Costos de mano de obra	C$ 3,060.00
Costos totales	**C$ 6,788.00**

Nota: Elaboración propia

Así mismo se presentan los costos totales determinados para el método de fertilización biológica, (Ver Tabla No.35).

Tabla 35 *Costos totales correspondientes a fertilización biológica*

Costos totales para fertilización biológica	
Costos de producción (fertilización a base de microorganismos)	C$ 3,696.00
Costos de mano de obre	C$ 3,060.00
Costos totales	**C$ 6,756.00**

Nota: Elaboración propia

Según se presenta en la **Tabla No. 34** correspondiente a los costos totales del método de fertilización química registro un total de 6,788 C$, mientras que el método de fertilización biológica presente en la **Tabla No. 35** registro un costo total de 6,756 C$, donde la comparación entre ambos registró una diferencia de 32.00 C$ a favor del tratamiento biológico, indicando que ambos métodos tuvieron inversiones similares durante su implementación mediante el ciclo vegetativo del cultivo de pepino.

IX. CONCLUSIONES

La captura y reproducción de microorganimos de montaña se ejecutó de manera satisfactoria, dado que el área se caracteriza por tener elevaciones entre 800 y 1000 msnm, temperaturas promedio entre 22 y 24°C, precipitaciones medias anuales entre 1400 y 1800 mm, una humedad relativa entre 75 y 80% y finalmente un área completamente boscosa; estas condiciones favorecieron la acumulación y descomposición de materia foliar lo cual promovió la actividad microbiana.

El diagnostico de las propiedades fisicoquímicas del suelo en el área en que se estableció el cultivo de pepino, identifico un suelo de textura franco-arenosa lo que indica una buena aireación y drenaje; así mismo, el pH de 8.1 indica una condición moderadamente alcalina lo que podría limitar nutrientes como el fosforo, zinc, manganeso y boro. La conductividad eléctrica previo a la implementación de cada uno de los tratamientos obtuvo un resultado de 0.40 mS/cm indicando un suelo no salino, no obstante, tras la aplicación de los tratamientos se presentó un incremento de está alcanzando valores entre 1.316 y 1.509 mS/cm, lo que lo convierte en una salinidad modera o alta.

El análisis de las variables de desarrollo y cosecha del cultivo permitió obtener información cuantitativa de manera exitosa para el análisis estadístico ANOVA y prueba Tukey, garantizando la validez entre las comparaciones; además, establece que la fertilización química correctamente aplicada presenta una mayor eficiencia productiva en comparación con la aplicación de microorganimos de montaña, esta decisión se fundamente según el comportamiento observado en las variables de desarrollo y rendimiento productivo bajo la fertilización química respecto a los demás tratamientos.

Asimismo, la evaluación de costos de producción del cultivo de pepino permitió identificar los principales rubros involucrados en el proceso productivo utilizados durante las diferentes etapas del cultivo. Asimismo, se evidenció que los costos varían de acuerdo con el tipo de fertilización utilizada. Los resultados obtenidos mediante la evaluación económica del fertilizante químico registro un costo total de 6,788.00 C$, mientras que la fertilización biológica registro un costo total de

6,756.00 C$. En consecuencia, se concluye que ambos métodos de fertilización requieren inversiones económicas similares, no obstante la fertilización biológica presenta una alternativa ligeramente económica para la producción del cultivo de pepino, lo cual favorece la implementación de prácticas agrícolas más sostenibles.

Finalmente se acepta la hipótesis alternativa planteada en la investigación, la cual establece que la fertilización química correctamente aplicada presenta una mayor eficiencia productiva en comparación con la aplicación de microorganimos de montaña por cuanto se rechaza la hipótesis de investigación eh hipótesis nula.

X. RECOMENDACIONES

Mediante la aplicación de métodos y técnicas de laboratorio adecuadas, identificar los microorganimos utilizados en la investigación, evaluando sus características morfológicas y microbiológicas para establecer de forma adecuada su clasificación taxonómica.

Implementar monitoreos constantes de pH y conductividad eléctrica en el cultivo de pepino, dada su baja tolerancia a la salinidad.

Fortalecer controles fitosanitarios y fitopatológicos en las áreas de investigación a través de monitoreos frecuentes, con el propósito de reducir la incidencia de plagas y enfermedades lo que garantizara condiciones adecuadas para el desarrollo del estudio.

Determinar el umbral económico de las principales plagas y enfermedades presentes en el cultivo de pepino con la finalidad de minimizar perdidas productivas y económicas.

Considerar perdidas atribuidas a la incidencia de plagas y/o enfermedades mediante la implementación de métodos de muestreo en campo, con el propósito de generar información cuantitativa para su posterior análisis y evaluación estadística que permita identificar su impacto sobre el rendimiento del cultivo.

En futuras implementaciones del cultivo de pepino mediante los métodos evaluados considerar insumos o materiales propios con los que se cuenta, con la finalidad de reducir costos, lo que permitirá mejorar la eficiencia económica del sistema productivo.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Agrosemval. (S.f). *agrosemval.* Obtenido de https://agrosemval.com/producto/pepino-poinsett/

Alimentos para aprender. (S.f). Obtenido de https://www.alimentosparaaprender.gov.co/sites/default/files/2023-10/3276_que-es-el-costo.pdf

APPINIO. (29 de Febrero de 2024). *Appinio*. Obtenido de https://www.appinio.com/en/blog/market-research/statistical-analysis#What%20is%20Statistical%20Analysis

Blandón Chavarría , Z., Blandón Rivera, E., & Fernández Blandón , N. (Septiembre de 2014). *Evaluación de fertilización orgánica y química en el rendimiento del cultivo de pepino (Cucumis Sativus L.).* Obtenido de http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3489/1/227154.pdf

Cajina Acevedo, N., & Velásquez Meneses, E. (Julio de 2017). *Efecto de dos tipos de fertilizantes (Edáfica y Foliar) en el cultivo de pepino (Cucumis sativus).* Obtenido de https://repositorio.una.edu.ni/3545/1/tnf04c139.pdf

Carvajal Muñoz, J. S., & Mera Benavides, A. C. (2010). *Dialnet.* Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3875676.pdf

CENTA. (2003). Obtenido de https://www.centa.gob.sv/download/guia-tecnica-cultivo-de-pepino/

CENTA. (2003). *Bio-Nica.* Obtenido de http://www.bio-nica.info/biblioteca/pepino%20guia%20tecnica.pdf

CENTA. (2012). *Microorganismos Guía Técnica 4.* María de los Ángeles Campos, CENTA Región IV.

CONABIO. (2002). Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21650_sg7.pdf

Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. (2005). *dicta.gob.hn.* Obtenido de https://dicta.gob.hn/files/2005,-El-cultivo-del-pepino,-F.pdf

El Field. (15 de Marzo de 2019). *Agroinsumos El Field*. Obtenido de https://www.elfield.com.mx/blog/requerimientos-edafoclimaticos-del-pepino

Ellena, M., Montenegro, A., Sandoval, P., González, A., & Azócar, G. (S.f). *Biblioteca digital INIA.* Obtenido de https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/f1f0c7cc-03de-4743-8110-009e2614ae10/content

FasterCapital. (28 de Diciembre de 2025). *FasterCapital*. Obtenido de https://fastercapital.com/es/contenido/Prueba-de-Tukey--Prueba-de-Tukey--Domar-valores-atipicos-en-el-analisis-estadistico.html#Introduccion-a-la-prueba-de-Tukeys

FEN. (2009). *fen.org.es.* Obtenido de https://www.fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/pepino.pdf

Gonzáles, G. A. (2007). *es.scribd.com*. Obtenido de es.scribd.com: https://es.scribd.com/document/586609590/Libro-NUTRICION-DE-CULTIVOS

Guelph, U. O. (18 de Febrero de 2016). Obtenido de https://guides.lib.uoguelph.ca/SPSS

Hassan, A. (17 de Mayo de 2025). *Builtin*. Obtenido de https://builtin.com/data-science/statistical-analysis

Héctor Casilimas, O. M. (2012). *Utadeo.edu.com*. Obtenido de Utadeo.edu.com: https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/wysiwyg/pub_54_manual_de_produccion_de_pepino.pdf

HEROGRA. (21 de Julio de 2023). *herografertilizantes*. Obtenido de https://herografertilizantes.com/cultivos/pepino/

https://www.olivosdebadajoz.com/. (S.f). Obtenido de https://www.olivosdebadajoz.com/PLANTAS-DE-HORTALIZA/pepino.pdf

INIFAP. (30 de Junio de 2022). *gob.mx/agricultura.* Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737319/13_Microorganismos_de_montan_a.pdf

INTAGRI. (2018). *www.intagri.com*. Obtenido de https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/disponibilidad-de-nutrimentos-y-el-ph-del-suelo

Laguna Lizano, Á. (Febrero de 2017). Obtenido de https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/4763/1/5820.pdf

Lira, R., & Bye, R. (13 de Diciembre de 2019). *Instituto de investigaciones históricas de la UNAM.* Obtenido de https://historicas.unam.mx/publicaciones/publicadigital/libros/323/323_06_15_cucurbitaceas.pdf

MAG. (2025). *Ministerio Agropecuario.* Obtenido de https://www.mag.gob.ni/index.php/noticias?view=article&id=441:mag-registra-una-produccion-de-4-3-millones-de-unidades-de-pepino-y-383-mil-800-unidades-de-pipian&catid=11

Masaquiza Chimbolema, P. A. (2016). *Repositorio UTA.* Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/85f9b2e5-775c-424c-a249-c666d826f074/content

Medina Saavedra, Santoyo Mexicano, Martínez Rafael, Salvador Rangel, Martínez Ayala, Ramírez Gonzáles, & Delgado García. (2023). *Uso de microorganismos de montaña en la germinación y el desarrollo de plántulas pepino.* Obtenido de

https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/es/article/view/3962

MEFCCA. (19 de Marzo de 2014). *https://www.economiafamiliar.gob.ni/.* Obtenido de https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento3132656.pdf

Mejía Rojas, C., & Corea Espino, F. (2025). *cenida.una.edu.ni.* Obtenido de https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf08m516e.pdf

Pedroza , H., & Dicovskyi, L. (Mayo de 2006). *Cenida.una.edu.ni.* Obtenido de https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENU10P372.pdf

PlanetaAgronomico. (29 de Noviembre de 2019). *PlanetaAgronomico.* Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=Ihbu7AOUE1c

Portela García, J. G. (S.f). *Repositorio institucional UNAD.* Obtenido de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2560/1106482881.pdf

Sánchez, S., & Hernández, M. (2008). *http://scielo.sld.cu/.* Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942008000200001&script=sci_arttext

USDA. (2005). *www.nrcs.usda.gov.* Obtenido de https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2023-01/Calculo-De-La-Humedad-Del%20Suelo-Por-Tacto-Y-Apariencia.pdf

Vega García, J. A. (Mayo de 2018). *Recursos Bibliograficos.* Obtenido de http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrcd/2018/06/03/Vega-Julio.pdf

Viligua Viligua, E. G. (2015). *Repositorio UTEQ.* Obtenido de https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/355177b1-ba8b-45a2-b2e7-5a3bc5e19a3a/content

XII. ANEXOS

Anexo 1 *Macro localización*



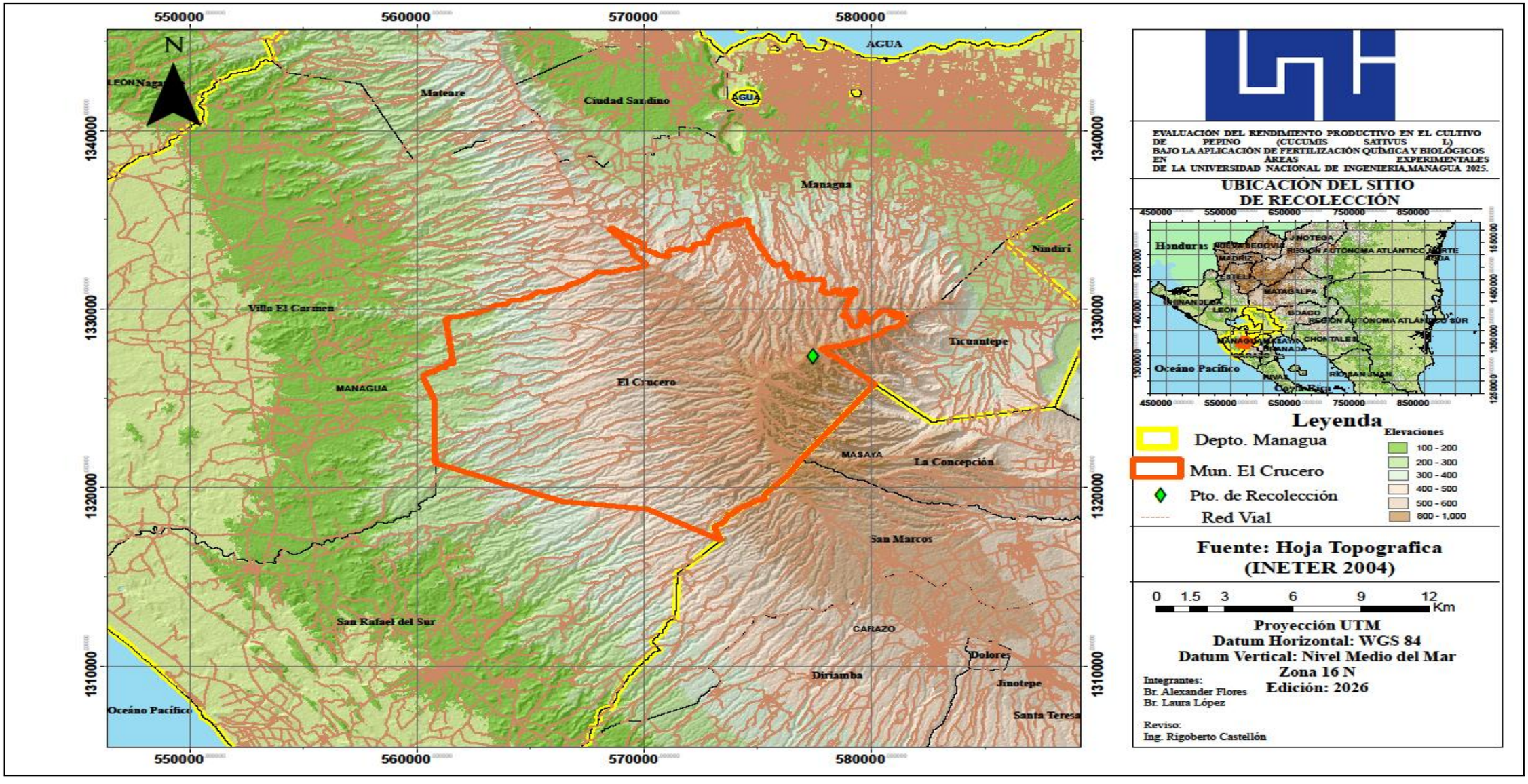
Nota: Elaboración propia

Anexo 2 *Micro localización*



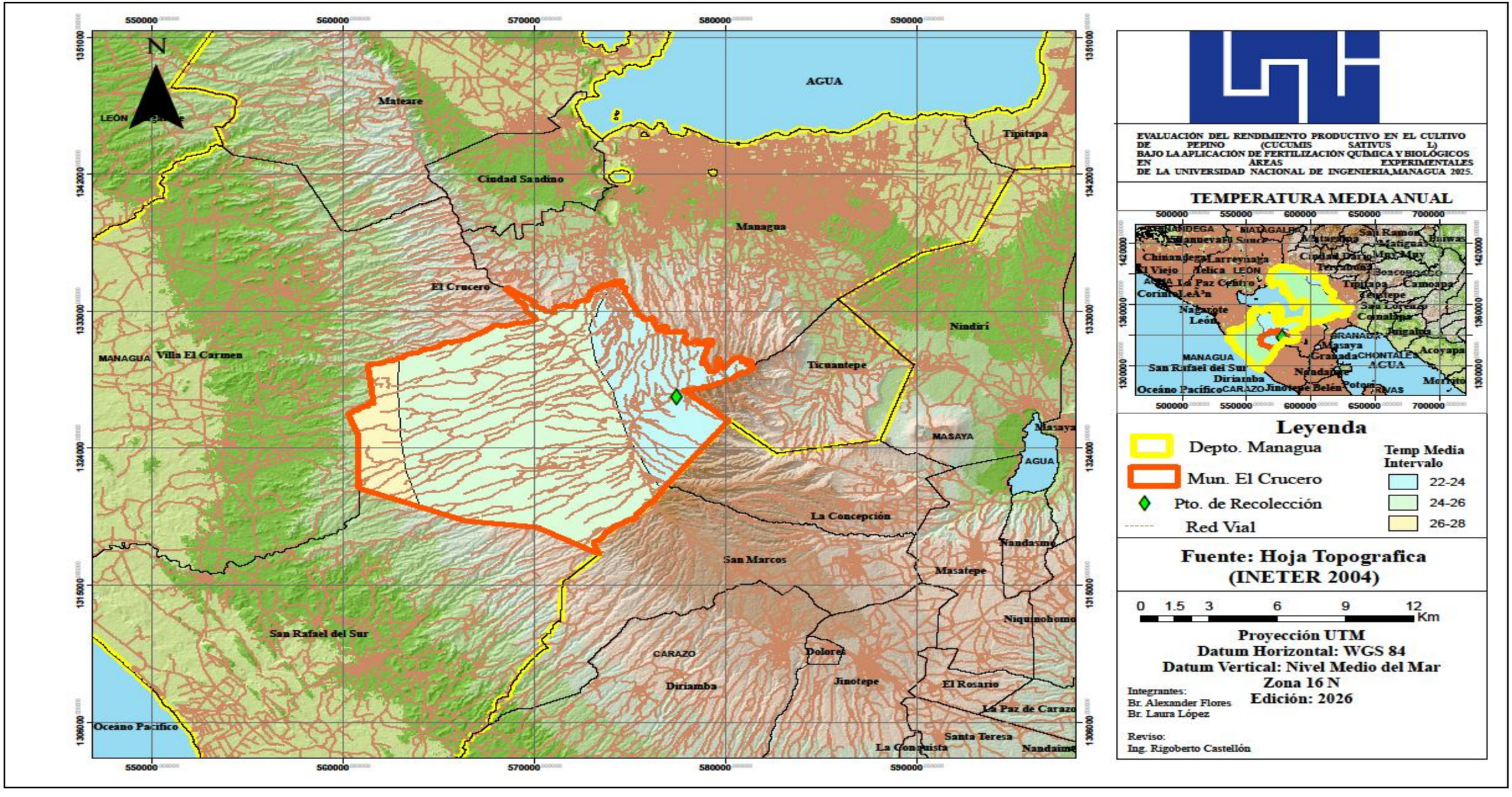
Nota: Elaboración propia

Anexo 3 *Ubicación del sitio de recolección*



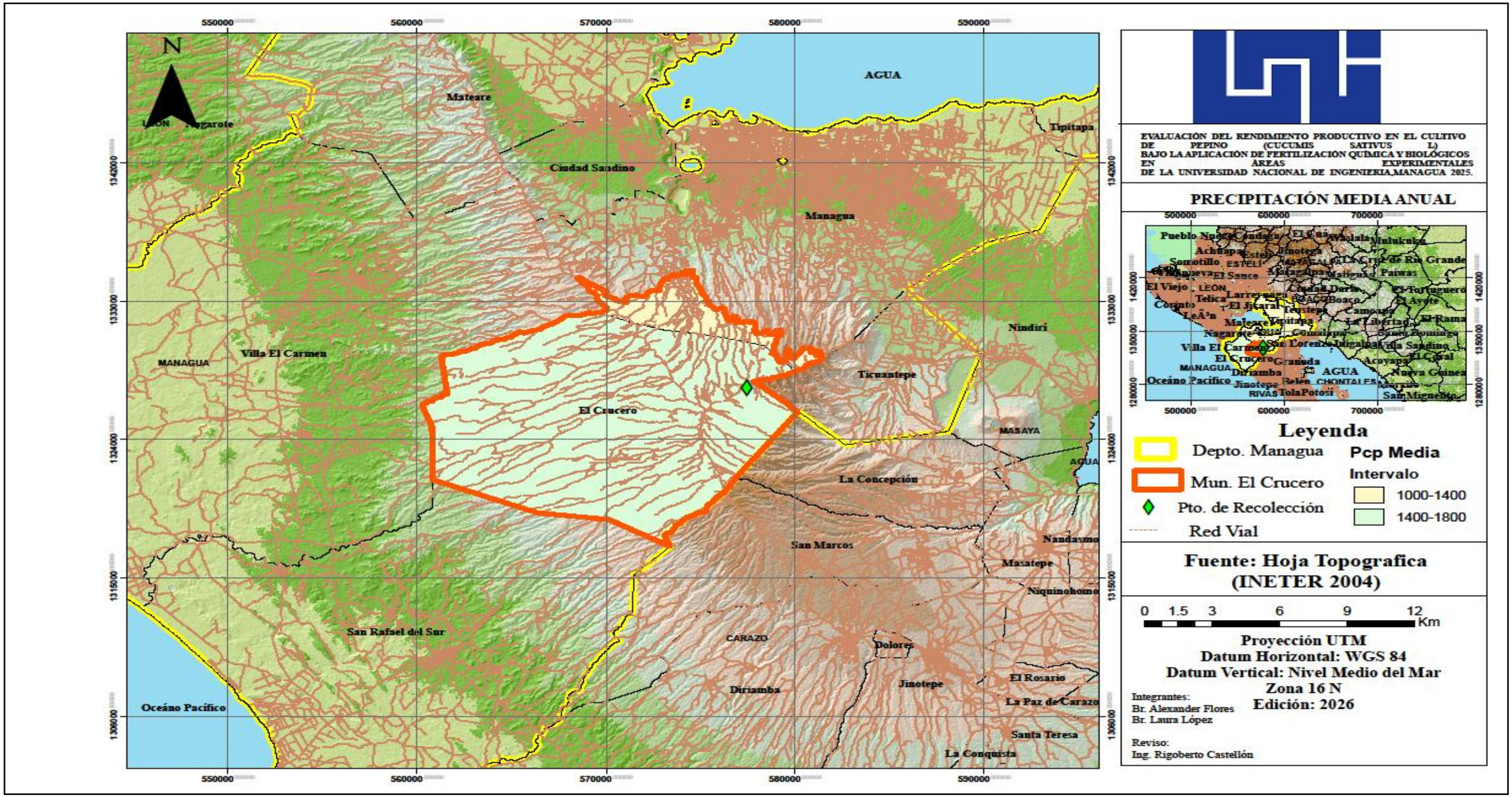
Nota: Elaboración propia

Anexo 4 *Temperatura media anual en área de recolección*



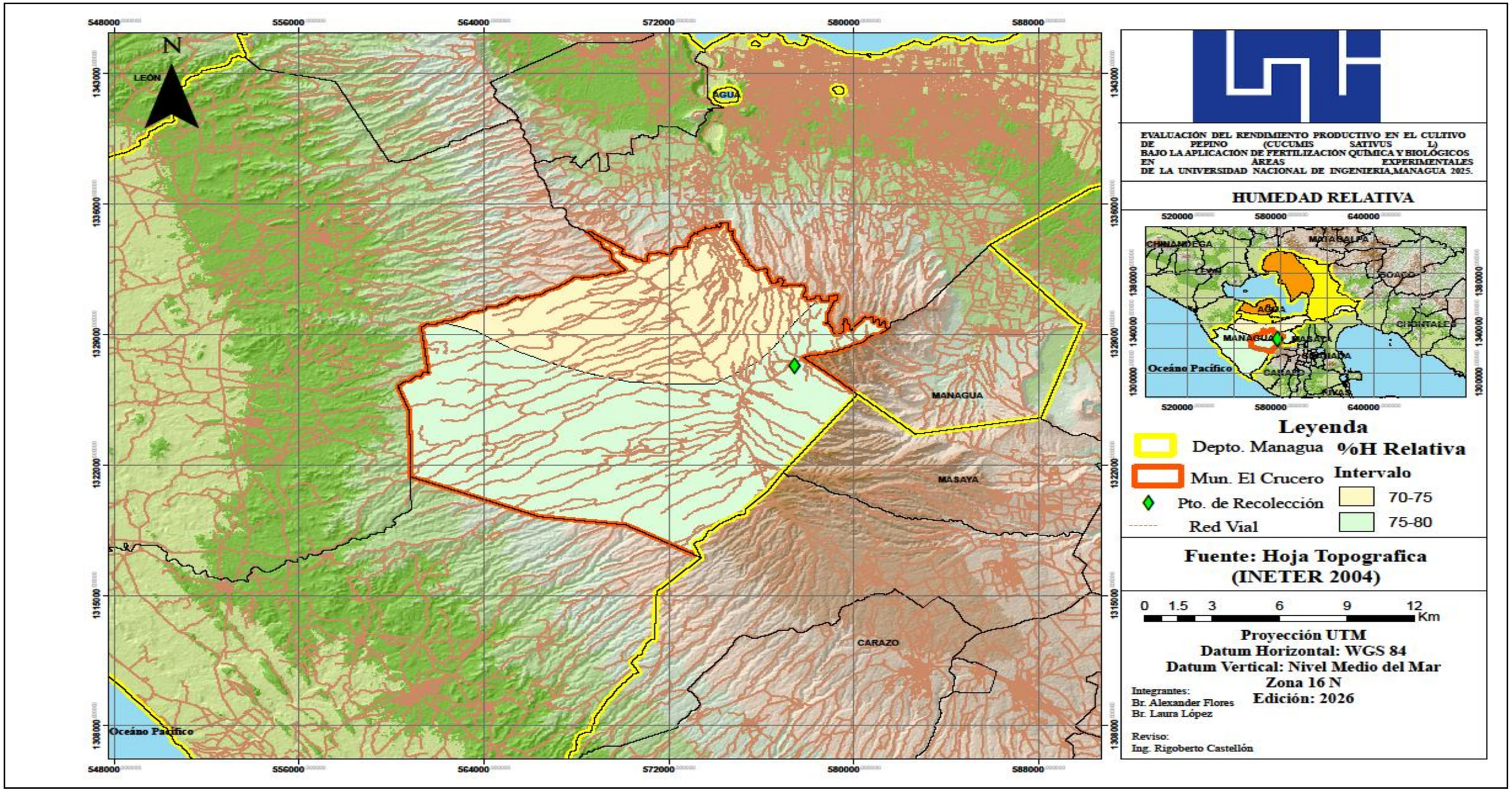
Nota: Elaboración propia

Anexo 5 *Precipitación media anual en área de recolección*



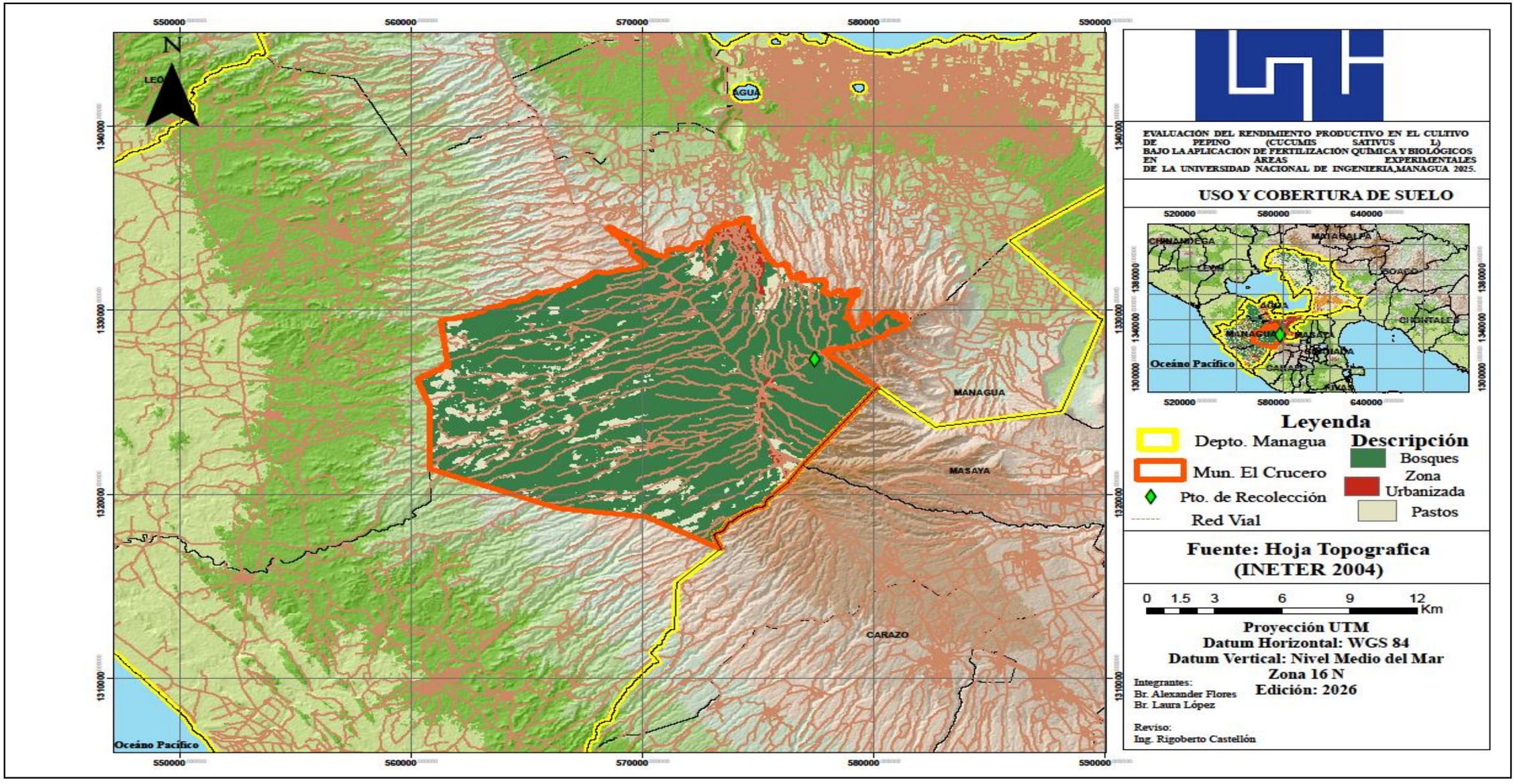
Nota: Elaboración propia

Anexo 6 *Porcentaje de humedad relativa en área de recolección*



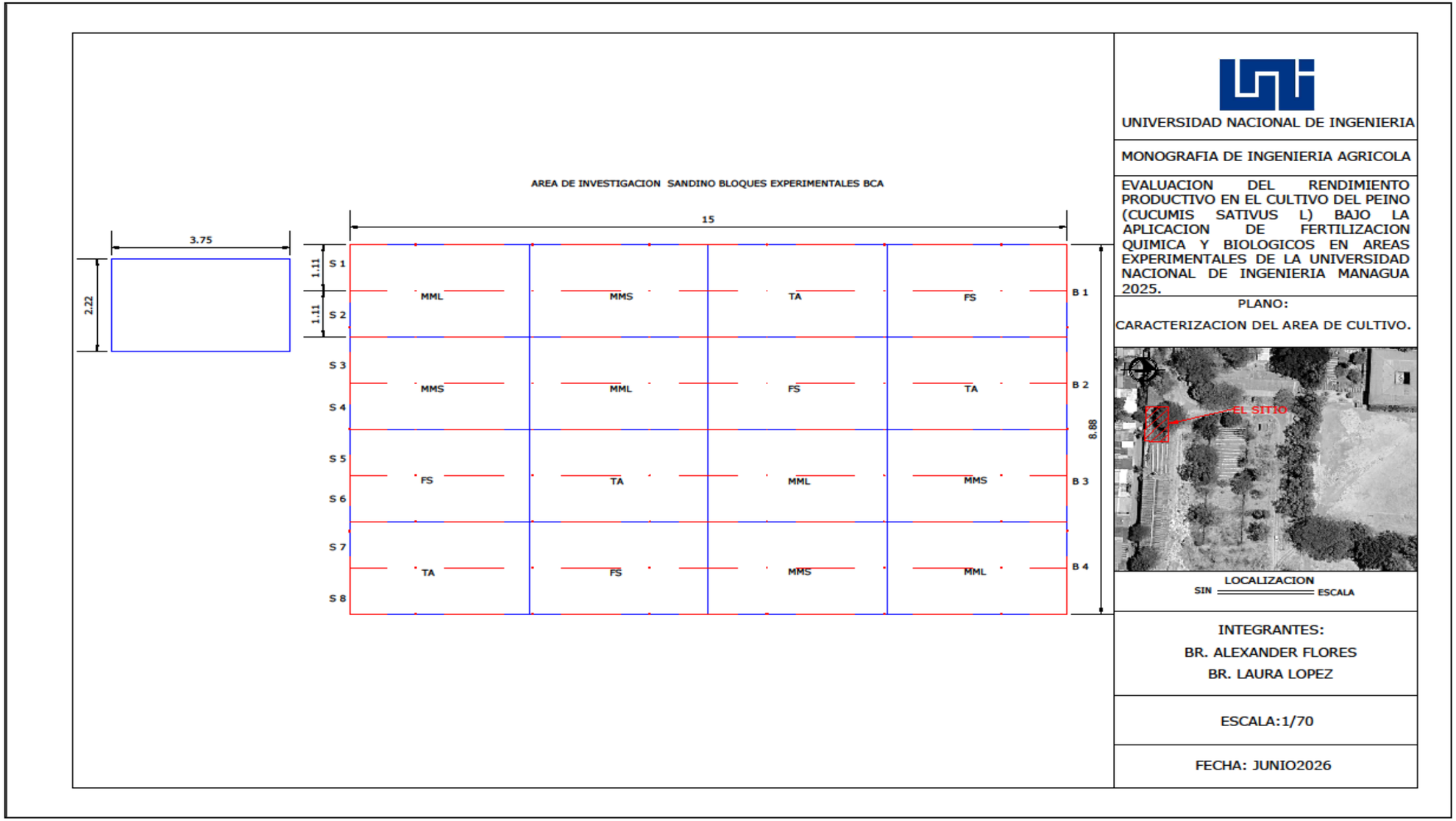
Nota: Elaboración propia

Anexo 7 *Uso y cobertura de suelo en área de recolección*



Nota: Elaboración propia

Anexo 8 *Distribución de bloques BCA*



Nota: Elaboración propia

Anexo 9 *Costos de producción para tratamiento químico y biológico*

COSTOS DE PRODUCCIÓN					
ÍTEM	**DESCRIPCIÓN**	**PRESENTACIÓN**	**CANTIDAD**	**COSTO UN**	**TOTAL**
COSTOS PRE-OPERATIVOS (REPRODUCCIÓN DE MICROORGANISMOS)					
1	Balde	20 Lts	4	C$ 150.00	C$ 600.00
2	Melaza	Lts	2	C$ 50.00	C$ 100.00
3	Semolina	Lb	100	C$ 9.00	C$ 900.00
4	Guantes de látex	Par	2	C$ 15.00	C$ 30.00
5	Rotulado plastificado	Unidad	16	C$ 32.00	C$ 512.00
COSTOS PRE-SIEMBRA (FERTILIZACIÓN QUIMICA)					
6	Semillas de pepino de la variedad Poinsett	gr	1	C$ 450.00	C$ 450.00
7	Conector válvula 16 X 16 mm	Unidad	3	C$ 32.00	C$ 96.00
8	Groomet 16 tipo H	Unidad	18	C$ 5.00	C$ 90.00
9	Conector Inicial PVC X 16 mm	Unidad	15	C$ 10.00	C$ 150.00
COSTO FASE VEGETATIVA Y REPRODUCTIVA					
10	Riego	Semana	10	C$ 100.00	C$1,000.00
11	Alambre de amarre	Lb	7	C$ 40.00	C$ 280.00
COSTOS DE INSUMOS DURANTE LA FASE VEGETATIVA Y REPRODUCTIVA					
12	18-46-0	Lb	2	C$ 18.00	C$ 36.00
13	Nitro-stends + Azufre	Lb	2	C$ 18.00	C$ 36.00
14	Foliar Plus	Lts	1	C$ 380.00	C$ 380.00
15	King 24 SL	Lts	1	C$ 980.00	C$ 980.00
16	Abamectina 1.8 EC	100 Ml	1	C$ 130.00	C$ 130.00
COSECHA					
17	Cosecha	-	1	C$ 100.00	C$ 100.00
SUB TOTAL				**C$ 2,519.00**	**C$ 3,728.00**

Nota: Elaboración propia

Anexo 10 *Costos de producción para tratamiento químico y biológico*

COSTOS DE MANO DE OBRA				
ITEM	**DESCRIPCIÓN**	**DÍA**	**COSTO / DÍA**	**TOTAL**
	PREPARACIÓN DE SUELO / CAMAS DE SIEMBRA / INSTALACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO			
1	Obrero	2	C$ 500.00	C$1,000.00
2	Viatico	2	C$ 165.00	C$ 330.00
3	Transporte	2	C$ 100.00	C$ 200.00
	COLOCACIÓN DE TUTORES/LIMPIEZA EN ÁREA DE INVESTIGACIÓN			
4	Obrero	2	C$ 500.00	C$ 1,000.00
5	Viatico	2	C$ 165.00	C$ 330.00
6	Transporte	2	C$ 100.00	C$ 200.00
	SUB TOTAL		**C$ 1,530.00**	**C$ 3,060.00**

Nota: Elaboración propia