



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

Efecto del fertirriego en cultivo de pepino (*Cucumis sativus*, L), bajo dos sistemas de riego en invernadero.

**AGUILAR HIDALGO AXEL KEVIN
INGENIERO AGRONOMO**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

**Efecto del fertirriego en cultivo de pepino (*Cucumis sativus*, L),
bajo dos sistemas de riego en invernadero.**

**AGUILAR HIDALGO AXEL KEVIN
INGENIERO AGRONOMO**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJOS EXPERIMENTALES

**Efecto del fertirriego en cultivo de pepino (*Cucumis sativus*, L),
bajo dos sistemas de riego en invernadero.**

**AGUILAR HIDALGO AXEL KEVIN
INGENIERO AGRONOMO**

CHABLA CARRILLO JULIO ENRIQUE

**MACHALA
2024**

EFECTO DEL FERTIRRIEGO EN CULTIVO DE PEPINO (CUCUMIS SATIVUS, L), BAJO DOS SISTEMAS DE RIEGO EN INVERNADERO

por Axel Aguilar Hidalgo

Fecha de entrega: 12-ago-2024 09:47a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2431077175

Nombre del archivo:

EFECTO_DEL_FERTIRRIEGO_EN_CULTIVO_DE_PEPINO_CUCUMIS_SATIVUS_L_BAJO_DOS_SISTEMAS_DE_RIEGO_EN_INVERNADERO_Turnitin.pdf
(915.18K)

Total de palabras: 17184

Total de caracteres: 91778

EFFECTO DEL FERTIRRIEGO EN CULTIVO DE PEPINO (CUCUMIS SATIVUS, L), BAJO DOS SISTEMAS DE RIEGO EN INVERNADERO

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	ouci.dntb.gov.ua Fuente de Internet	<1%
2	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1%
3	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1%
4	Chien-Chia Kao, Jin-Yuarn Lin. "Lactiplantibacillus plantarum subsp. plantarum BCRC10069 co-fermented cucumber safety and functional characteristics", Food Bioscience, 2023 Publicación	<1%
5	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1%
6	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
7	infoagro.com Fuente de Internet	<1%

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, AGUILAR HIDALGO AXEL KEVIN, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Efecto del fertirriego en cultivo de pepino (*Cucumis sativus*, L), bajo dos sistemas de riego en invernadero., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Axel Aguilar

AGUILAR HIDALGO AXEL KEVIN

0705324606

RESUMEN

La investigación se realizó en La Granja "Santa Inés", de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en la parroquia El Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro, Ecuador. Se utilizaron dos sistemas de riego (goteo y microaspersión) con dos frecuencias diferentes (cada 2 días y cada 4 días) para evaluar el crecimiento y la productividad del cultivo de pepino. Las variables dependientes incluyeron la altura de planta, número de frutos por planta, peso del fruto, largo del fruto, diámetro del fruto, lámina de agua, días a la floración y rendimiento del cultivo. La metodología consistió en medir semanalmente la altura de las plantas y realizar conteos de frutos y flores, así como mediciones precisas del peso, largo y diámetro de los frutos. Se empleó un diseño factorial completamente al azar (EFCCA) con dos tratamientos (frecuencia de riego cada 2 días y cada 4 días) y cuatro réplicas por tratamiento. Se realizó una preparación meticulosa del terreno, incluyendo desinfección, arado, y la instalación del sistema de riego. La dosificación de nutrientes se ajustó a las etapas de desarrollo del cultivo, con variaciones en la cantidad de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, zinc, manganeso y boro. Los resultados indicaron diferencias significativas en las características de rendimiento del pepino según la frecuencia y el sistema de riego utilizado. El análisis estadístico mostró diferencias significativas ($p < 0.001$) en todas las variables de rendimiento del pepino, donde se evidenció que un riego más frecuente (cada dos días) resultó en un mayor número de frutos por planta y mayor peso promedio de los frutos en comparación con el riego cada cuatro días. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que sugieren que una mayor frecuencia de riego mejora el rendimiento y la calidad de los frutos. Además, los sistemas de riego por goteo tendieron a producir pepinos con mayor peso y diámetro, y presentaron menor variabilidad en comparación con los sistemas de microaspersión. Los sistemas de riego localizados, como el riego por goteo, han demostrado mejorar significativamente la eficiencia del uso del agua y la productividad de los cultivos hortícolas. Los resultados del estudio subrayan la importancia de ajustar la frecuencia y el sistema de riego para optimizar el rendimiento y la calidad del pepino. La gestión adecuada del riego no solo contribuye a una mayor eficiencia hídrica sino que también favorece la consistencia y abundancia de la producción. Se concluye que la frecuencia del riego y el tipo de sistema de riego tienen un impacto significativo en las características de crecimiento y rendimiento del cultivo de pepino. Un riego más frecuente (cada dos días) y el uso de sistemas de goteo resultaron en una mayor producción y calidad de los frutos en comparación con un riego menos frecuente (cada cuatro días) y el uso de microaspersión. La adopción de sistemas de riego eficientes y bien gestionados es esencial para satisfacer las demandas hídricas de los cultivos y optimizar la productividad agrícola en Ecuador.

Palabras clave: Fertirriego, eficiencia hídrica, sistema de riego.

ABSTRACT

The research was carried out at the "Santa Inés" farm of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Machala, located in the parish of El Cambio, canton Machala, province of El Oro, Ecuador. Two irrigation systems (drip and micro-sprinkler) with two different frequencies (every 2 days and every 4 days) were used to evaluate the growth and productivity of the cucumber crop. The dependent variables included plant height, number of fruits per plant, fruit weight, fruit length, fruit diameter, water lamina, days to flowering and crop yield. The methodology consisted of weekly plant height measurements and fruit and flower counts, as well as precise measurements of fruit weight, fruit length and diameter. A completely randomized factorial design (EFCCA) was used with two treatments (irrigation frequency every 2 days and every 4 days) and four replicates per treatment. Meticulous soil preparation was carried out, including disinfection, plowing, and installation of the irrigation system. Nutrient dosage was adjusted to the stages of crop development, with variations in the amount of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, zinc, manganese and boron. The results indicated significant differences in cucumber yield characteristics according to the frequency and irrigation system used. Statistical analysis showed significant differences ($p < 0.001$) in all cucumber yield variables, where it was evident that more frequent irrigation (every two days) resulted in a higher number of fruits per plant and higher average fruit weight compared to irrigation every four days. These findings are consistent with previous studies suggesting that more frequent irrigation improves yield and fruit quality. In addition, drip irrigation systems tended to produce cucumbers with greater weight and diameter, and showed less variability compared to micro-sprinkler systems. Localized irrigation systems, such as drip irrigation, have been shown to significantly improve water use efficiency and productivity of horticultural crops. The results of the study underline the importance of adjusting irrigation frequency and irrigation system to optimize cucumber yield and quality. Proper irrigation management not only contributes to higher water efficiency but also favors yield consistency and abundance. It was concluded that irrigation frequency and type of irrigation system have a significant impact on growth and yield characteristics of cucumber crop. More frequent irrigation (every two days) and the use of drip systems resulted in higher yield and fruit quality compared to less frequent irrigation (every four days) and the use of micro-sprinklers. The adoption of efficient and well-managed irrigation systems is essential to meet crop water demands and optimize agricultural productivity in Ecuador.

Keywords: Fertigation, water efficiency, irrigation system.

DEDICATORIA

Dedico este logro de mi vida académica a mis amados padres Kleber Aguilar y Jeanneth Hidalgo que siempre estuvieron para mí durante todo este trayecto y que gracias a ellos ahora mis sueños se harán realidad. Son los pilares fundamentales de mi logro gracias a la fe que pusieron en mí, su sacrificio y su aliento me ayudaron a superar momentos muy difíciles y así ayudándome a lograr el éxito. El amor y apoyo que recibí de ellos es la razón de este logro y mi inspiración siempre será ser como ellos.

A mi abuelita y abuelito, Esperanza Castro y Armangel Aguilar gracias por nunca dudar de mis capacidades y por ser mi cimiento en todo este trayecto. Su apoyo, sabiduría y amor incondicional han sido una gran fuente de fortaleza en mi camino académico.

A la memoria de mis queridos abuelitos Jorge Hidalgo y Esmeralda Crespo, aunque no se encuentren conmigo en estos momentos para mí siempre estará conmigo en cada camino de mi vida siendo una fuente eterna de inspiración en mi vida. Sin ellos no lo habría conseguido este logro.

A mis queridas hermanas Arlette y Giulia por siempre apoyarme y ser un hermano el cual pueda inspirarlas para que sigan a delante en cada momento de sus vidas. Las amo mucho espero siempre estemos juntos y podamos lograr todo lo propuesto en nuestras vidas.

A mi amada pareja Patricia Peña por siempre apoyarme en cada etapa de mi carrera y ser una gran fuente de felicidad y de amor en toda mi vida académica.

Axel Kevin Aguilar Hidalgo

AGRADECIMIENTO

A dios por darme esta oportunidad de cumplir mi logro y ser fuente de fortaleza, sabiduría y guía en toda mi vida académica.

Gracias a mis padres y a mis abuelitos por el apoyo incondicional en todo momento de mi carrera académica.

Mi mas grande agradecimiento a mi tutor de tesis Dr. Julio Enrique Chabla Carrillo, por su dedicación, paciencia y enseñanzas que han sido fundamentales para la culminación de mi trabajo de titulación.

A mis docentes Ing. Salomon Barrezueta y Ing Jose Quevedo, por sus enseñanzas y apoyo durante todo mi desarrollo académico y personal.

A mis grandes amigos y futuros colegas, Lourdes Abad, Bryan Buri, Jairo Arias y Kenth Flores, por siempre estar dispuestos a darme una mano en toda esta etapa Universitaria, su apoyo, risas y compañerismo formaran parte de estos años de estudio.

Axel Kevin Aguilar Hidalgo

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Objetivo general	11
1.2. Objetivos específicos	11
2. MARCO TEORICO	12
2.1. Origen del pepino	12
2.2. Características agronómicas del cultivo de pepino	12
2.3. Agroecología del pepino	13
2.4. Necesidades hídricas del cultivo de pepino	14
2.5. Nutrición del cultivo	15
2.6. Calidad de agua de riego para fertirriego	16
2.7. Pepino bajo invernadero	16
2.8. Pepino fertirrigado	17
2.9. Importancia del pH y conductividad eléctrica	17
2.10. Agronomía de la fertirrigación	18
2.11. Principales Plagas	21
3. MATERIALES Y METODOS	22
3.1. Materiales	22
3.2. Metodología	23
3.3. Diseño experimental	24
3.4. Dosificación de fertirriego	27
4. RESULTADOS	28
4.1. Análisis estadístico	28
5. DISCUSIÓN	52
6. CONCLUSIONES	54
7. RECOMENDACIONES	55

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
9. ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Información taxonómica del cultivo del pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	13
Tabla 2. Necesidades Nutricionales para el Cultivo de Pepino	15
Tabla 3. Variables de estudio	23
Tabla 4. Características de la parcela.....	24
Tabla 5. Tratamientos y especificaciones del intervalo de riego	24
Tabla 6. Valores de dosificación para fertirriego (kg/ha).....	27
Tabla 7. Prueba ANOVA	28
Tabla 8. Análisis descriptivo.....	29
Tabla 9. Prueba normalidad para la variable intervalo de riego.....	31
Tabla 10. Prueba de normalidad variable sistema de riego	37
Tabla 11. Prueba post hoc variable peso del fruto	47
Tabla 12. Prueba post hoc variable largo del fruto	48
Tabla 13. Prueba post hoc variable diámetro del fruto	49
Tabla 14. Prueba post hoc variable lámina de agua.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación espacial del área	22
Figura 2. Croquis del área experimental.....	25
Figura 3. Histograma del intervalo de riego - número de frutos por planta	32
Figura 4. Diagrama de caja y bigote variable intervalo de riego - peso del fruto	33
Figura 5. Diagrama de caja y bigote variable intervalo de riego - largo del fruto	34
Figura 6. Diagrama de caja y bigote variable intervalo de riego - diámetro del fruto.....	35
Figura 7. Diagrama de caja y bigote variable intervalo de riego - lámina de agua.....	36
Figura 8. Diagrama de caja variable sistema de riego - número de frutos por planta.....	39
Figura 9. Diagrama de caja variable sistema de riego - peso del fruto	40
Figura 10. Diagrama de caja y bigote variable largo del fruto	41
Figura 11. Diagrama de caja variable sistema de riego - largo del fruto	42
Figura 12. Diagrama de caja variable sistema de riego - diámetro del fruto	43
Figura 13. Diagrama de caja variable sistema de riego - lámina de agua.....	44
Figura 14. Variable altura de planta	45
Figura 15. Variable días de floración	46
Figura 16. Variable rendimiento (ha).....	47
Figura 17. Variable peso del fruto	48
Figura 18. Variable largo del fruto	49
Figura 19. Variable diámetro del fruto	50
Figura 20. Variable lámina de agua.....	51

1. INTRODUCCIÓN

El uso prolongado del agua, acompañado de una gestión deficiente, puede provocar la degradación de la calidad del suelo; la restauración de la calidad del suelo puede ser técnicamente compleja y, en ciertos casos, inviable desde el punto de vista económico. No existe una definición universalmente aceptada de buena calidad. Por el contrario, se establecen criterios de calidad de recursos específicos basados en diferentes aplicaciones. hídrico, determinando así las correspondientes directrices de calidad (Chang et al., 2022).

La calidad del agua está determinada por varios componentes relevantes en el medio y su concentración total. En particular, el uso de agua en invernaderos y el uso de agua durante la fertilización es esencial para mantener el rendimiento y la calidad de los vegetales cultivados en estos sistemas (Tura & Tolossa, 2020).

A nivel mundial, Ecuador es reconocido como un país agrícola, con condiciones climáticas favorables para el cultivo. Debido a estas condiciones, se hace imprescindible satisfacer las demandas hídricas de los cultivos mediante la implementación de sistemas de irrigación de alta eficiencia (Vivar-Arrieta et al., 2023).

En este contexto, aproximadamente el 30% del área cultivable, que equivale a 1,850,000 hectáreas, requiere irrigación debido a la insuficiencia de precipitaciones, afectando directamente a 568,000 hectáreas. De la totalidad de la superficie irrigada, el 81% (460,000 hectáreas) está gestionado mediante sistemas de riego privados o comunitarios, mientras que el 19% restante (108,000 hectáreas) se beneficia de sistemas de irrigación pública (Viera et al., 2023).

En Ecuador, se conoce que la agricultura de riego demanda aproximadamente el 80% del total del recurso hídrico y que además se estima que se incrementara un 22,4%, entre los años 2010 y 2025, lo que genera la necesidad de utilizar sistemas de riego y fertilización eficaces y económicos (Orejuela-Escobar et al., 2021).

La aplicación de riego por goteo en sistemas hortícolas ha mejorado significativamente la productividad. Actualmente, los sistemas de riego locales se utilizan ampliamente. En la actualidad, se observa una adopción generalizada de sistemas de riego localizado (Chang et al., 2022).

Según Cui (2020), en el cultivo de pepino se puede desarrollar métodos de riego que pueden adaptarse específicamente a las necesidades nutricionales de la planta, teniendo en cuenta la información obtenida de los análisis de suelo, agua y soluciones nutritivas. Este enfoque es especialmente importante en aplicaciones de sustrato, donde las soluciones de

drenaje deben monitorearse cuidadosamente.

Los pepinos (*Cucumis sativus L.*), reconocidos mundialmente por su valor nutricional, se consumen muchas variedades de pepino en todo el mundo. Existe aproximadamente 2,1 millones de hectáreas del cultivo de pepino. La producción del cultivo de pepino en Ecuador abarca 1.250 hectáreas, con una producción promedio de 13.2 toneladas por hectárea. La provincia con los rendimientos mas altos es guaya con una producción de 6.680 toneladas por hectárea. Sin embargo, existen poco material genético para lograr incrementar producciones. (Gabriel-Ortega et al., 2015).

Un fruto muy consumido en Ecuador es el de pepino, mismo se distribuye principalmente en las zonas tropicales secas y una parte en la sierra ecuatoriana, incluyendo áreas bajo condiciones controladas en invernaderos con temperaturas reguladas. No se realizan cultivos de pepino en grandes superficies; más bien, se cultiva a pequeña escala, destinado principalmente a la exportación hacia mercados significativos como Francia, Italia, Estados Unidos y Alemania (Gabriel-Ortega et al., 2015).

Respecto a la programación del riego, generalmente se adoptan dos enfoques. Los sistemas de riego localizado, que incluyen técnicas como el riego por goteo, aspersión, microaspersión y exudación, implican aplicaciones de agua cada uno, dos o tres días. Este enfoque busca mantener una humedad del suelo cercana al punto óptimo, identificado como la capacidad de campo (CC).

1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del fertirriego en la producción de pepino considerando las variables morfoagronómicas.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar la mayor productividad del cultivo a través de las variables morfoagronómicas.
- Comparar la eficiencia de los dos sistemas de riego utilizados mediante la producción de pepino.

2. MARCO TEORICO

2.1. Origen del pepino

Según Weng (2021) considera que el país de la india fue donde pareció el pepino (*Cucumis sativus*), sin embargo, Kaur & Sharma (2022) establece que regiones tropicales de África fue donde se ha originado la fruta antes mencionada. Hay evidencias de su uso como alimento desde hace más de 3.000 años. Los registros históricos indican que los antiguos egipcios conocían los pepinos y los introdujeron en China alrededor del año 100 a.C. Con el tiempo, su cultura se extendió a las civilizaciones griega y romana, sin embargo, en el siglo IX fue traducida en el país Frances, también fue introducida en Inglaterra, más tarde se introdujo en los Estados Unidos. El cultivo de pepino en la actualidad es muy explotado en muchas partes del mundo. Son consumidos de forma fresca en ensalada, aunque países como Asia y Indonesia su forma de consumirlos cruda, asadas, etc., Además, las semillas son utilizadas para extraer hasta el 41% de aceite vegetal, lo que demuestra la versatilidad de esta planta tanto en la cocina como en la industria alimentaria (Weng, 2021).

2.2. Características agronómicas del cultivo de pepino

Es de conocimiento que el pepino se conoce científicamente como *Cucumis sativus L.*, forman parte de la familia *Cucurbitaceae*. Esta especie es una planta herbácea anual de hábito trepador, caracterizada por su cubierta de pelos erizados. Tiene un sistema radicular en forma de haz con crecimiento principalmente superficial, sus raíces llegan a una profundidad de 25 a 30 cm. Los tallos crecen desde la base, distinguiéndose por cuatro esquinas distintas y zarcillos simples, que facilitan su soporte (Haude, 2020).

Las hojas del pepino se caracterizan por tener pecíolos largos y láminas anchas en forma de corazón. Este género tiene tres lóbulos, siendo el lóbulo central más pronunciado (Haude, 2020). Las flores del pepino se caracterizan por tener tallos cortos. Crecen en las axilas de las hojas y pueden ser bisexuales o unisexuales. Las primeras variedades identificadas fueron monóicas, con grupos de 5 flores masculinas y 5 flores femeninas (Kaur & Sharma, 2022).

Los pepinos se clasifican como falsas bayas (pepónidos), de forma oblonga, con una longitud que varía de 14 a 36 cm de acuerdo con la especie cultivada. Es carnosos, blanco por dentro y la capa exterior puede ser de color oscuro o claro, con una textura áspera y verrugosa. En la etapa joven, el fruto presenta en la superficie púas pseudocéreas blancas o negras, que tienden a desprenderse con el tiempo; Este se considera el punto óptimo para la recolección. Cuando está maduro, el fruto es amarillo (Chomicki et al., 2020).

Las semillas del pepino son ovaladas, ligeramente planas. El número y peso varía s de acuerdo con la especie. En general, se estima que contienen entre 30 y 45 semillas por gramo.

Una fruta puede producir más de 250 gramos de semillas (Garcia, 2016).

Tabla 1. Información taxonómica del cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.)

Taxonomía	
Reino:	Plantae.
División:	Magnoliophyta.
Clase:	Magnoliopsida.
Orden:	Violales.
Familia:	Cucurbitaceae.
Genero:	Cucumis.
Especie:	Sativus L.
Nombre común:	Pepino.

Fuente: Sandí-Mendoza (2016)

2.3. Agroecología del pepino

El pepino es adaptable a diversos tipos de suelo, aunque muestra una respuesta óptima en suelos arcillo-arenosos a francos que poseen buen drenaje. En situaciones donde el suelo no cumpla con estas características ideales, es crucial implementar medidas adecuadas para evitar el exceso de humedad, como el encharcamiento, que representa un problema significativo en la agricultura (Sharma et al., 2020).

Mira temperatura de una semilla de pepino necesita aproximadamente de 20 a 25° durante el día mientras que en la noche necesita de 18 a 22 °C esto con la finalidad de que crezca bien. Sin embargo, cuando existen temperaturas bajas de los 14 °C influyen en el crecimiento y desarrollo de la planta y pueden resultar dañadas por las heladas a -1°C o menos.

Esta planta tiene altos requerimientos de humedad del 60% al 70% durante el día y del 70% al 90% durante la noche. Sin embargo, la alta humedad durante el día reducirá la respiración, lo que afectará a la fotosíntesis y por tanto a la producción. Si existen una humedad superior al 90%, el vapor de agua del ambiente se satura lo cual permite el desarrollo de enfermedades en el cultivo. Además, cuando la semilla está mojada por la mañana, se activa más tarde porque las hojas utilizan la energía al principio para evaporar la humedad de la superficie (Jat et al., 2021).

El pepino es parte de los cultivos de ciclo corto que dan frutos en días que no superan las 12 horas de luz solar, aunque tolera y responde a la luz. A medida que aumenta la energía solar, aumenta la producción. Debido a la necesidad de luz, los pepinos deben plantarse en un suelo que reciba mucho sol. Una intensidad de luz alta es buena para la formación de

flores, mientras que una intensidad baja puede afectarla (Chen et al., 2021).

2.4. Necesidades hídricas del cultivo de pepino

El manejo agronómico depende de la variedad del cultivo, y los requerimientos hídricos varían según el clima. Se puede emplear dos métodos principales para estimar las necesidades hídricas de un cultivo. Un primer método consiste en el uso de lisímetros gravimétricos, estos equipos tecnológicos permiten medir la cantidad de agua que consume una planta y la pérdida del recurso hídrico en el suelo. Este método proporciona datos precisos sobre el consumo de agua del cultivo. El segundo método es utilizado para la recolección de datos climatológicos y otros factores ambientales. Esto incluye la evaluación de variables

A partir de estos datos, se pueden estimar las necesidades hídricas del cultivo. Además de estos métodos principales, se utilizan herramientas adicionales de medición como el tanque evaporímetro, que mide la cantidad de agua evaporada de una superficie libre de agua, y el cenirómetro, que mide la evapotranspiración del cultivo. Estas herramientas complementan los métodos principales y proporcionan información adicional para una gestión eficiente del riego en la agricultura. (FAO, 2015).

La evaporación es un proceso donde la radiación solar puede incidir directamente sobre la superficie edafológica. Este fenómeno disminuye progresivamente a medida que el dosel del cultivo es la capa de hojas y ramas, proyecta una mayor sombra sobre el suelo. A medida que el cultivo crece y desarrolla un dosel más denso y extenso, la transpiración se convierte en el proceso dominante en comparación con la evaporación. El proceso que se encarga de que el agua sea absorbida por las raíces de cualquier cultivo y además es transportada a través de la planta para luego ser liberada a través de las hojas a la atmósfera es la transpiración. Un término que abarca tanto a la evaporación del agua desde el suelo como la transpiración del agua desde la planta es la evapotranspiración (ET). Los componentes de la evapotranspiración se dividen en dos categorías principales: la evapotranspiración del cultivo (ET_c), que representa la cantidad de agua transpirada por el cultivo en sí, y la evapotranspiración de referencia (ET_o) (Florián & Montero, 2002).

EL cultivo de pepino presenta variaciones significativas a lo largo de sus diferentes etapas fenológicas. Durante la fase de germinación y establecimiento (0-16 días), las plantas requieren una cantidad de agua relativamente baja en comparación con las etapas posteriores. Se conoce que el cultivo ingresa en la fase de crecimiento y desarrollo (16-31 días), la demanda hídrica incrementa. Las etapas de floración e inicio de fructificación (32-45 días) y la fructificación (44-59 días) representan los periodos de mayor consumo de agua,

alcanzando aproximadamente 66,8 mm. En la etapa final de cosecha (59-70 días), las necesidades hídricas disminuyen ligeramente. En promedio, el cultivo de pepino requiere aproximadamente 3,65 mm de agua por día por planta o alrededor de 37 m³/ha⁻¹ durante su ciclo completo de 73 días. La estimación de estas necesidades hídricas se realiza comúnmente mediante el uso de tinajas de evaporación tipo A y la evaluación de variables (Romero, 2009).

2.5. Nutrición del cultivo

La nutrición del cultivo del pepino (*Cucumis sativus*) es esencial para su crecimiento saludable y alta productividad. Este cultivo requiere una serie de macro y micronutrientes en cantidades específicas, que muchas veces existen variaciones durante la etapa de desarrollo. La correcta administración de estos nutrientes es fundamental para lograr mejores producciones y obtener una calidad de frutos. A continuación, se detalla los requerimientos de cada nutriente (Hochmuth, 2021).

Tabla 2. Necesidades Nutricionales para el Cultivo de Pepino

Nutriente	Símbolos	Cantidad Requerida
Nitrogeno (N)	N	80-120 kg/ha
Fosforo (P)	P	30-60 kg/ha
Potasio (K)	K	100-150 kg/ha
Calcio (Ca)	Ca	80-100 kg/ha
Magnesio (Mg)	Mg	20-40 kg/ha
Azufre (S)	S	20-30 kg/ha
Hierro (Fe)	Fe	5-10 ppm
Manganeso (Mn)	Mn	2-5 ppm
Zinc (Zn)	Zn	1-3 ppm
Cobre (Cu)	Cu	0.5-1 ppm
Boro (B)	B	0.5-2 ppm
Molibdeno (Mo)	Mo	0.1-0.5 ppm

Fuente: (Hochmuth, 2021)

- **Recomendaciones de Fertilización**

- ✓ **Pre-siembra:** Aplicar una fertilización base con fósforo y potasio para asegurar un buen desarrollo radicular.
- ✓ **Crecimiento vegetativo:** Aumentar la cantidad de nitrógeno para promover un vigoroso desarrollo foliar.
- ✓ **Floración y fructificación:** Incrementar la aplicación de potasio y calcio.

- ✓ **Corrección de deficiencias:** es necesario monitorear y evaluar las condiciones edafológicas y de la planta con la finalidad de corregir deficiencias específicas de micronutrientes mediante aplicaciones foliares o al suelo. (FAO, 2006)

2.6. Calidad de agua de riego para fertirriego

El recurso hídrico de calidad es muy importante para una fertilización exitosa de cualquier cultivo. Los parámetros más importantes para considerar son la salinidad, medida por la conductividad eléctrica (CE), que debe ser inferior a 1,0 dS/m para evitar problemas de acumulación de sal. El pH ideal del agua está entre 6,0 y 7,0, ya que el pH fuera de este rango puede afectar la disolución y disponibilidad de nutrientes, provocando deficiencias o toxicidad. Los niveles de bicarbonato (HCO_3^-) deben ser inferiores a 120 mg/L para evitar aumentar el pH, Puede afectar directamente la disponibilidad de nutrientes. Es importante mantener el sodio (Na) y los cloruros (Cl^-) por debajo de 70 mg/L y 140 mg/L respectivamente para evitar toxicidad y daños a las plantas y afectar la estructura del suelo. El boro (B), aunque en pequeñas cantidades, debe mantenerse por debajo de 0,3 mg/L, ya que cantidades mínimas son tóxicas para muchos cultivos. En el agua de riego se deben perder todos los carbohidratos (CO_3^{2-}), porque de esta manera será mayor y será difícil absorber los nutrientes.

Mantener una proporción equilibrada entre los nutrientes como calcio y magnesio en el agua de riego es importante para evitar problemas de absorción de nutrientes. Una proporción desequilibrada puede provocar una falta de estos nutrientes esenciales. Es necesario que la relación de absorción de sodio (SAR) sea baja para evitar problemas de infiltración de agua y dispersión del recurso edafológico, que pueden afectar negativamente la estructura del suelo (Ayers, 1985).

2.7. Pepino bajo invernadero

Al cultivar pepinos en condiciones cerradas, se pueden controlar adecuadamente los parámetros ambientales, mejorando así la calidad de las frutas y verduras. Mantener una temperatura diurna entre 24-28°C y una temperatura nocturna entre 18-20°C, con una humedad del 70-80%, es importante para prevenir enfermedades fúngicas y un excelente crecimiento de las plantas. El fertilizante debe basarse en el análisis del suelo y la solución nutritiva y garantizar una distribución adecuada de macro y micronutrientes importantes. En la actualidad utilizar riego por goteo en los cultivos implica contar con un método más eficiente, ya que proporciona una distribución uniforme de agua y nutrientes directamente

en la zona radicular. La gestión integrada de plagas (MIP) es crucial para controlar plagas como ácaros, mosca blanca y trips, así como enfermedades como el mildiú polvoso y la podredumbre de raíz. Métodos como cortar, recolectar y quitar hojas son importantes para lograr incrementar mejores producciones y obtener un fruto de mejor calidad, estimular el crecimiento de los troncos principales, mejorar la ventilación y reducir enfermedades. En algunos casos, es necesaria la polinización manual o la introducción de abejas para lograr una buena producción, aunque algunos pepinos son partenocarpos y no requieren polinización para dar fruto. El constante seguimiento y Aplicación de buenas prácticas de manejo de acuerdo a las condiciones climáticas del invernadero y las necesidades del cultivo son necesarios para lograr los mejores resultados y productos de alta calidad (Casilimas, 2012).

2.8. Pepino fertirrigado

El cultivo de pepinos utilizando sistemas de fertilización que combinan el riego con fertilizantes solubles en agua puede entregar nutrientes directa y eficientemente a la zona de las raíces. Este proceso es muy importante para optimizar el crecimiento y la productividad. El riego es el método de fertilización más eficaz porque reduce la evaporación y el escurrimiento, permitiendo que los nutrientes lleguen directamente a las raíces. Es necesario conocer las condiciones climáticas para planificar de forma eficiente el riego, para que en la etapa del desarrollo del cultivo y del tipo de suelo, las plantas puedan obtener la mayor cantidad adecuada del recurso hídrico y nutrientes sin desperdicio.

Se debe realizar una evaluación de la calidad de agua que será utilizada para la fertilización especialmente para la conductividad esto con la finalidad de evitar la acumulación y de sal y otras sustancias tóxicas que puedan afectar directamente al desarrollo del cultivo. Los fertilizantes mejoran la eficiencia del uso del agua y los nutrientes, reducen las enfermedades relacionadas con la humedad y aumentan la producción a gran escala y la calidad óptima del fruto. Los nutrientes juegan un rol muy importante específicamente para el crecimiento y desarrollo del pepino, siendo el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, los que permiten una mayor producción y mejor calidad de los cultivos(Kumar, 2020).

2.9. Importancia del pH y conductividad eléctrica.

- **pH**

Un factor muy importante en el cultivo de pepino es el PH del suelo porque afecta la

disponibilidad de nutrientes y el estado de salud de la planta. El rango óptimo para el cultivo de pepinos está entre 6,0 y 7,0. Mantener el pH dentro de este rango permitirá una absorción eficiente de nutrientes, lo cual es importante para un buen crecimiento de las plantas y una alta productividad. Un pH fuera de este rango impide la absorción adecuada de nutrientes y puede causar retraso en el crecimiento y problemas de salud de las plantas. Para mantener el pH en un nivel óptimo se pueden utilizar métodos como la adición de cal (Hidrovo Á, 2016).

- **Conductividad eléctrica**

Los niveles óptimos de EC son importantes para garantizar una absorción eficiente de nutrientes y evitar problemas de salinidad que pueden afectar negativamente el desarrollo fisiológico de la planta. Para el crecimiento del pepino, se recomienda mantener la CE de la solución nutritiva entre 1,7 y 2,0 mS/cm. Este rango asegura que las plantas reciban suficientes nutrientes sin exceder niveles que provoquen toxicidad o estrés osmótico. En los sistemas hidropónicos, el monitoreo de la CE es necesario para ajustar las concentraciones de nutrientes de acuerdo con las necesidades específicas de las plantas en las diferentes fases de crecimiento del cultivo. Es común en las plantas un nivel más bajo de EC que aumenta durante el período de floración para cubrir mayores requerimientos de nutrientes (Shrestha S, 2024).

2.10. Agronomía de la fertirrigación

La agronomía de fertilizantes se centra en integrar prácticas de riego y fertilización para optimizar el crecimiento y el rendimiento. Esta técnica de cultivo permite la aplicación directa y eficaz de nutrientes a través del agua de riego hasta la zona radicular. La formulación se adapta a las necesidades específicas de las plantas en diferentes etapas de desarrollo, logrando una mayor eficiencia en la optimización de recursos y reduciendo las pérdidas de disolventes. Además, ayuda a controlar parámetros importantes como la CE y el pH de la solución nutritiva, lo cual es necesario para aumentar la absorción de nutrientes y evitar los problemas de salinidad y tóxicos (Calvache, 2006).

El riego de campo incluye métodos como el riego, el agotamiento, el microriego y la aspersión, que son buenas estrategias para la distribución adecuada de fertilizantes y productos químicos agrícolas a través de un sistema de riego. Este método permite que el agua y los nutrientes puedan ser aprovechados de forma eficiente por las raíces de las plantas. Como resultado, las raíces podrán concentrarse en una pequeña cantidad de suelo y encontrar recursos importantes como agua y nutrientes fácilmente disponibles. Este entorno controlado es óptimo para el crecimiento del cultivo, ya que maximiza la disponibilidad de nutrientes en las zonas donde las raíces pueden absorberlos más eficientemente (INIA, 1998).

- **Ventajas**

- **Incremento en la eficiencia en la aplicación.**

La aplicación óptima se logra a través de sistemas que entregan la dosis adecuada para el aprovechamiento no de nutrientes y de agua en la raíz. La innovación tecnológica de utilizar sistemas de riegos como el goteo y la microaspersión permite una óptima entrega de agua y nutrientes que son aprovechados por las raíces y son fáciles de instalar y reducen las enfermedades. La precisión de estos sistemas no sólo aumenta la eficiencia del uso de fertilizantes, sino que también reduce los efectos negativos sobre el medio ambiente (CIQA, 2001).

- **Control y dosificación**

En el manejo de cultivos, estos son pasos importantes para garantizar el uso eficiente y correcto de los insumos agrícolas. Este enfoque incluye la capacidad de ajustar continuamente la cantidad de fertilizantes, pesticidas y agua aplicada a los cultivos con relación específicamente a las necesidades nutricionales de las plantas y de las condiciones ambientales. Al utilizar las tecnologías más precisas, como sensores de humedad y nutrientes y sistemas de monitoreo en tiempo real, estas entradas se pueden controlar y determinar con precisión. Esto mejorará la utilización de los recursos, reducirá las pérdidas y garantizará un suministro uniforme de nutrientes (2024).

- **Control de profundidad y tiempo de aplicación**

La profundidad de aplicación se refiere al nivel en el suelo donde los insumos, como nutrientes y agua, deben ser posicionados para estar accesibles a las raíces de las plantas. Es esencial que estos recursos lleguen directamente a la zona radicular activa para maximizar su absorción, evitando pérdidas por procesos como la evaporación o lixiviación que podrían ocurrir si se aplican en una capa superficial del suelo. Si los insumos se aplican a una profundidad excesiva, las raíces podrían no acceder a ellos de manera eficiente, lo que resultaría en una absorción subóptima. Para manejar de manera efectiva la profundidad de aplicación, se emplean tecnologías avanzadas como sondas de humedad del suelo y análisis de perfiles radiculares. Estas herramientas permiten identificar la zona más adecuada para la entrega de insumos, asegurando que se encuentren en la ubicación óptima para su absorción. (Haz, 2021)

El tiempo de aplicación es igualmente crucial, ya que debe coincidir con las fases fenológicas del cultivo y las condiciones ambientales para asegurar la máxima eficiencia y efectividad de los insumos. Por ejemplo, la administración de nitrógeno es más beneficiosa durante las etapas de crecimiento vegetativo, cuando la demanda de este nutriente es particularmente

alta. Asimismo, se debe coordinar el uso de pesticidas con las épocas en que el cultivo es más susceptible a plagas específicas, aumentando así la efectividad y reduciendo el riesgo de desarrollar resistencia a la población de plagas (Haz, 2021).

➤ **Posibilidad de usar fertilizantes líquidos**

El uso de fertilizantes líquidos proporciona método innovador para mejorar la producción de cultivos con claras ventajas para la correcta y rápida aplicación de nutrientes. Sin embargo, se requiere una manipulación cuidadosa y una planificación adecuada para evitar problemas de almacenamiento, incompatibilidad y fitotoxicidad. Juntos, son una herramienta invaluable para los agricultores que desean optimizar (CIQA, 2001).

➤ **Evita la necesidad de dispersar el fertilizante**

El uso de fertilizantes líquidos evita la proliferación de fertilizantes tradicionales y tiene muchas ventajas en términos de eficiencia, reducción de costes y sostenibilidad medioambiental. Cuando se incorporan adecuadamente a los sistemas de riego, los fertilizantes líquidos aumentan la aplicación y el control, mejoran los nutrientes de las plantas y reducen los impactos ambientales negativos asociados con los métodos de fertilización convencionales.

• **Desventajas**

➤ **Toxicidad**

La toxicidad por exceso de nutrientes, como nitrógeno, fósforo o potasio, puede interferir con procesos fisiológicos críticos en las plantas, provocando síntomas como clorosis, necrosis y crecimiento reducido. Además, el exceso de sales en el suelo, resultante de la acumulación de fertilizantes, puede alterar el equilibrio osmótico, dificultando la absorción de agua y provocando síntomas de estrés hídrico. Este fenómeno es especialmente preocupante en áreas con baja capacidad de drenaje, donde las sales pueden acumularse rápidamente y persistir en el suelo durante largos períodos (Guillén, 2010).

➤ **Contaminación de aguas subterráneas**

Es un problema ambiental significativo que resulta de la infiltración de contaminantes desde la superficie terrestre hacia los acuíferos subterráneos. Estos contaminantes pueden provenir de diversas fuentes, incluidas actividades agrícolas, industriales y urbanas. En el contexto agrícola, el uso excesivo o inapropiado de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos puede llevar a la lixiviación de sustancias químicas nocivas al suelo, que luego alcanzan los acuíferos, afectando la calidad del agua subterránea (Martínez, 1997).

➤ **Adaptación de fertilizantes**

La compatibilidad de los fertilizantes en la fertilización son técnicas que permiten incrementar y aprovechar los nutrientes y mejorar las producciones de los cultivos. La planificación en el riesgo para los agricultores puede ser muy beneficiosos, porque permiten que los cultivos tengan durante su etapa un mejor desarrollo, mejor calidad del fruto y minimizar impactos ambientales. La utilización de nuevas tecnologías para el monitoreo y control es clave para el éxito de estos esfuerzos, que permite lograr un aprovechamiento adecuado de los recursos para promover una agricultura sostenible y sustentable (García, 2002).

2.11. Principales Plagas

- **Trips (*Frankliniella occidentalis*)**

Los trips son plagas que dañan directamente a las plantas, caracterizándose por que las larvas y los adultos viven en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en las zonas afectadas, seguido de necrosis. Además, los trips plantean un importante problema de polinización porque se alimentan de polen, alterando el proceso de producción y posiblemente afectando el rendimiento de los cultivos (Andagoya C, 2019).

- **Gusano del Pepino (*Diaphania nitidalis*)**

A esta plaga le gusta alimentarse de flores y frutos, especialmente de larvas jóvenes en plantas y flores grandes. Estas larvas pueden pasar de flor en flor y alimentarse y dañar la productividad de la planta. Cuando se pierden todas las flores y frutos, estas larvas pueden lograr emigrar a otras partes de la planta como los líderes, centrándose en el meristemo apical (Mariño E, 2018).

- **Pulgones (*Aphis gossypii*)**

Estas plagas se encuentran en la mayoría de los campos y se transmiten directamente por insectos etapa de adultos y ninfas. Este proceso hace que las hojas giren y cambien debido a la acción de la saliva del insecto. Las infecciones graves pueden provocar el marchitamiento de las ramas jóvenes, retraso en el desarrollo de la planta (Masaquiza P, 2016).

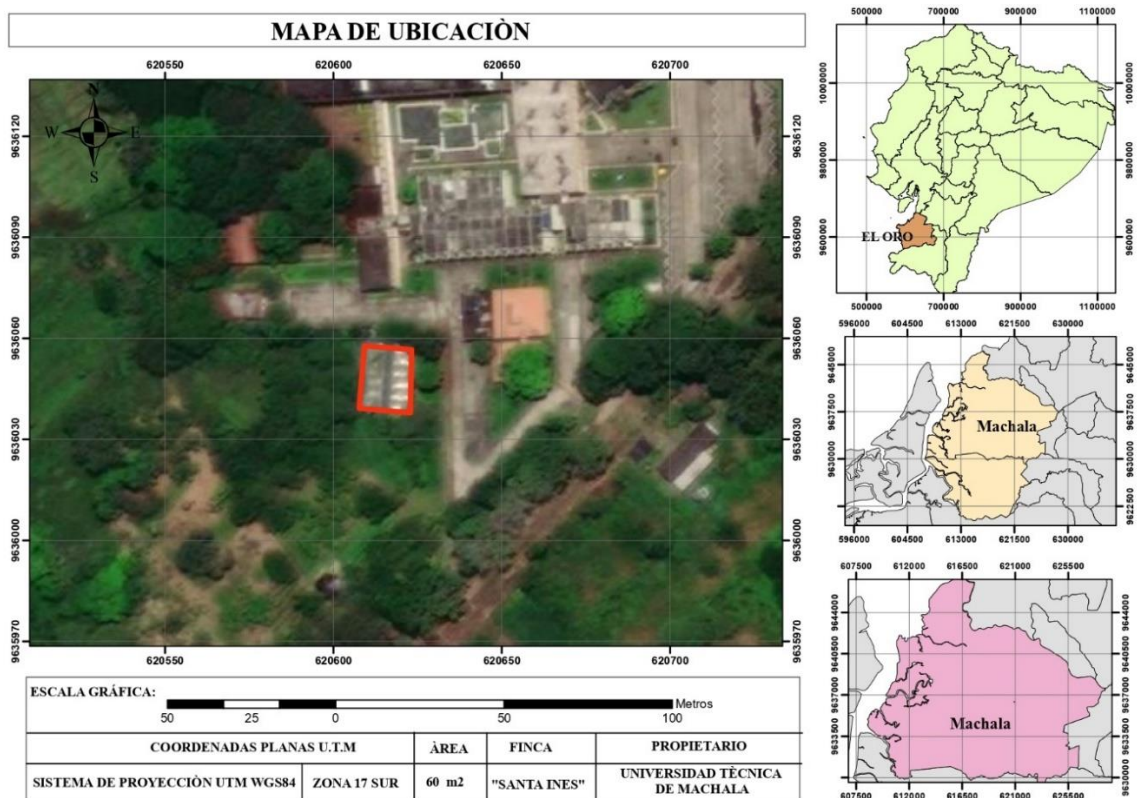
3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

- **Área de estudio**

El estudio se llevó a cabo en La Granja "Santa Inés", perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala. Esta ubicación se encuentra a 5,5 kilómetros de la carretera Machala-Pasaje, en la parroquia El Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro, Ecuador.

Figura 1. Mapa de ubicación espacial del área



Fuente: Aguilar (2024)

- **Ubicación geográfica**

Las coordenadas y altitud correspondientes del área de estudio son:

- ✓ **Coordenadas geográficas:** 79° 54' 05'' W (longitud); 03° 17' 16'' (latitud)
- ✓ **Coordenadas UTM:** 9636128 longitud; 620701 latitud.
- **Características edafoclimáticas Altitud:** 15 msnm
 - ✓ **Clima:** 19 a 34 °C
 - ✓ **Precipitación:** 1788 mm

3.2. Metodología

Tabla 3. Variables de estudio

Variables	Medida	Instrumento de medición
Altura de planta	m	Flexómetro
Número de frutos por planta	Unidad	Conteo
Peso del fruto	g	Balanza
Largo del fruto	cm	Cinta métrica
Diámetro del fruto	mm	Calibrador
Lámina de agua	mm	Tanque evaporímetro
Días a la floración	unidad	Conteo
Rendimiento del cultivo	Kg/ha	Fórmula

- **Variables independientes**

- ✓ **Sistema de riego**

Los sistemas de riegos utilizados en el área de este de investigación: goteo y microaspersión.

- ✓ **Intervalo de riego.**

El intervalo utilizado es cada 2 días y cada 4 días según el tratamiento.

- **Variables dependientes**

- ✓ **Altura de planta**

Durante el estudio, se realizó una medición semanal de la altura de las plantas, desde el trasplante hasta la semana de la cosecha. Esta medición sistemática se llevó a cabo para observar cómo varía el crecimiento de las plantas según la frecuencia de medición establecida para el cultivo. La altura de cada planta se registró desde el nivel del suelo hasta el ápice, asegurando una evaluación precisa y consistente del crecimiento longitudinal de las mismas.

- ✓ **Número de frutos por planta**

Los datos fueron recopilados antes de la cosecha con el objetivo de determinar el número de frutos por planta.

- ✓ **Peso del fruto**

El peso de los frutos se expresó en gramos y se determinó utilizando una balanza de precisión.

✓ **Largo del fruto**

La longitud del fruto del pepino se midió en centímetros, desde la base del pedúnculo hasta la punta del fruto.

✓ **Diámetro del fruto**

El diámetro del fruto se midió en milímetros utilizando un calibrador de precisión.

✓ **Lámina de agua**

Se realizó el cálculo de la necesidad de riego diario por cada tratamiento.

✓ **Días a la floración**

Se contaron cuantas flores produjeron en cada tratamiento por semanas.

✓ **Rendimiento del cultivo**

El peso de los frutos en cada área de tratamiento se transformó a kilogramos por hectárea para su estandarización y comparación.

3.3. Diseño experimental

Se realizó un experimento factorial completo completamente al azar (EFCCA)

Tabla 4. Características de la parcela

Experimento factorial	EFCCA
Superficie total del área experimental	18 m x 5 m = 90 m ²
Superficie área de goteo	45 m ²
Superficie área de microaspersión	45 m ²
Distancia entre plantas	0.30 m
Distancia entre surcos	0.80 m

- **Factor de estudio y tratamientos**

En la tabla 4 se detalla la aplicación de los tratamientos indicando los tipos de tratamientos a emplear junto con sus correspondientes frecuencias de riego.

Tabla 5. Tratamientos y especificaciones del intervalo de riego

Tratamientos	Identificación	Características
T1	A	Su intervalo de riego es cada 2 días
T2	B	Su intervalo de riego es cada 4 días.

- **Especificidades del modelo**

- ✓ **Tratamientos**

El experimento cuenta con 2 tratamientos:

T1 (A) = Intervalo de riego cada 2 días

T2 (B) = Intervalo de riego cada 4 días

- ✓ **Réplicas**

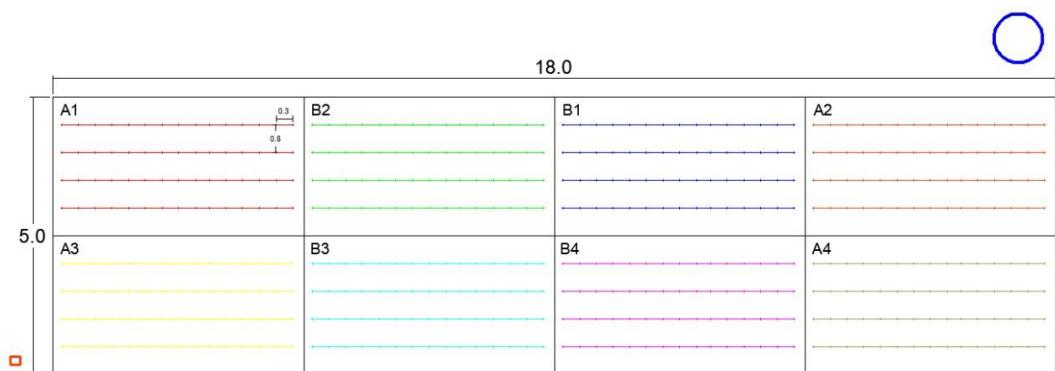
Se realizo un total de 4 réplicas por cada tratamiento.

- **Unidad experimental**

Al existir 2 tratamientos y 4 réplicas por cada tratamiento da un total de 8 unidades experimentales

- **Croquis del experimento**

Figura 2. Croquis del área experimental



Fuente: (Aguilar, 2024)

- **Unidades muestrales**

Las unidades muestrales están representadas por cada planta, hay 8 Unidades experimentales y en cada una existen 30 unidades muestrales, por lo tanto, en todo el experimento hay un total de 240 de unidades muestrales.

- **Métodos y técnicas**

- ✓ **Observación directa**

En esta metodología se hace uso del tanque evaporímetro, el cálculo del valor de Kc

$$\text{NRD} = \text{EB} \times \text{Kp} \times \text{Kc} \times \text{Ps} \times \text{Au}$$

Donde:

NDR = Necesidades de riego diarias (litro/planta/día)

EB = Evaporación de la bandeja

Kp = Coeficiente del tanque

Kc = Coeficiente del cultivo

Ps = Porcentaje de cobertura (%)

Au = Área asignada al cultivo m²

- **Manejo del ensayo**

- **Preparación del terreno**

La preparación del terreno empezó con:

- ✓ Desinfección en el suelo se utilizó óxido de calcio (cal) 15 días antes de la siembra directa.
- ✓ Medición del área
- ✓ Arado del suelo
- ✓ Se realizó surcos con 0.80 m de distancia entre surco y surco.

- **Instalación de los sistemas de riego**

La instalación del riego se realizó 15 días previos a la siembra para que no afecte en ninguna de las variables.

- **Siembra**

La siembra se realizó directa en los surcos utilizando 0.30 m de distancia entre plantas.

- **Riego**

Para el riego se determinó la lámina de agua donde se utilizaron los datos de Etc, kc y datos del tanque evaporímetro y dosificación para realizar la programación del respectivo riego.

Los sistemas de riego utilizados fueron el sistema por goteo, se utilizó goteros Katif con una tasa de salida de agua de 3.75 lph, con una distancia de 0,30 metros y mangueras de 16 mm de diámetro.

Para el sistema de microaspersión se utilizó microaspersores de 25,14 lph, con un radio de 1.5 m y mangueras de 16mm.

- **Tutorado**

Se colocaron sunchos en la parte superior de cada hilera correspondiente a los tratamientos del cultivo de pepino para la técnica de tutoreo. Esta actividad se llevó a cabo al inicio de la emisión de guías, aproximadamente entre los 15 y 25 días posteriores a la germinación.

- **Control de plaga e insectos**

Se realizó un tipo de control químico para prevenir la presencia de hormigas y trips en el cultivo de pimiento que suelen ser los más comunes y perjudiciales.

➤ **Poda**

Se desarrolló semanalmente con la eliminación de las hojas quebradas, enfermas, viejas y eliminación de chupones.

➤ **Control de Malezas**

Se realizó manualmente utilizando un machete cada semana para evitar la competencia de nutrientes, luz y humedad alrededor de todo el cultivo.

➤ **Cosecha**

Se llevó a cabo 12 semanas después de su siembra cuando el fruto aún esta verde y tiene un tamaño apropiado.

3.4. Dosificación de fertirriego

Tabla 6. Valores de dosificación para fertirriego (kg/ha)

CN	Etapa del cultivo		
	0-14 ddt	15-30 ddt	31 ddt en adelante
N	150	161	172.5
P	53	53	53
K	240	265	290
Mg	40	50	55
Zn	0.3	0.3	0.3
Mn	0.6	0.6	0.6
B	0.8	0.8	0.8

Fuente: (Monge J, 2023)

4. RESULTADOS

4.1. Análisis estadístico

El análisis ANOVA (Tabla 7) muestra que en todos los casos los valores de F son significativamente mayores con un valor de significancia de 0.000, lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de comparación para todos los parámetros medidos: número de frutos por planta, número y peso de frutos, longitud del fruto, diámetro del fruto y profundidad del agua. Esto demuestra que factores como el sistema de riego y el intervalo de riego comparados entre grupos influyen significativamente en estas características del cultivo de pepino.

Tabla 7. Prueba ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Número de fruto por planta	Entre grupos	72,758	1	72,758	292,04	0
	Dentro de grupos	74,242	298	0,249		
	Total	147	299			
Peso del fruto (gr)	Entre grupos	2380478,793	1	2380478,793	368,967	0
	Dentro de grupos	1922620,636	298	6451,747		
	Total	4303099,429	299			
Largo del fruto (cm)	Entre grupos	481,009	1	481,009	120,114	0
	Dentro de grupos	1193,376	298	4,005		
	Total	1674,385	299			
Diámetro del fruto (mm)	Entre grupos	3975,419	1	3975,419	185,778	0
	Dentro de grupos	6376,827	298	21,399		
	Total	10352,247	299			
Lámina de agua (mm)	Entre grupos	42528,281	1	42528,281	267,774	0
	Dentro de grupos	25729,085	162	158,822		
	Total	68257,365	163			
Altura planta	Entre grupos	0,000	3	0,000	0,000	1,000
	Dentro de grupos	849398,667	44	19304,515		
	Total	849398,667	47			
Días de floración	Entre grupos	20,571	3	6,857	,183	,907

Dentro de grupos	898,286	24	37,429
Total	918,857	27	

La tabla 8 presenta lo análisis descriptivos obtenidos de los datos, donde se observa que la mayoría de las plantas del cultivo de pepino tienen entre 4 y 6 frutos. La media y la mediana son iguales, por tanto, presentan una distribución relativamente simétrica de los datos. En cambio, el peso del fruto varía considerablemente, con un rango amplio desde 99.46 hasta 616.50 gramos. La mediana y la media están muy próximas, sugiriendo que la distribución no está significativamente sesgada. El largo del fruto presenta una variabilidad menor en comparación con el peso. La mediana de 24 cm indica que la mitad de los frutos miden 24 cm o menos, y la otra mitad mide 24 cm o más.

El diámetro del fruto tiene una variabilidad moderada, y la mediana de 49.75 mm indica que la mitad de los frutos tienen un diámetro menor a este valor y la otra mitad mayor. La media de la lámina de agua es de aproximadamente 49.51 mm, mientras que la mediana es de 46.57 mm, lo que indica una distribución real. Sin embargo la mediana es menor que la media, lo que podría sugerir que la mayoría de las plantas recibieron una cantidad de agua en el rango bajo a medio, pero unas pocas recibieron mucho más.

En análisis, los datos muestran una distribución bastante homogénea en el número de pepinos por planta y en el largo de los mismos, mientras que el peso y el diámetro del fruto presentan una mayor variabilidad, la consistencia entre las medias y medianas sugiere que las distribuciones de estas variables son relativamente simétricas.

Tabla 8. Análisis descriptivo

	Número de frutos por planta	Peso del fruto (gr)	Largo del fruto (cm)	Diámetro del fruto (mm)	Lámina de agua (mm)	Altura de planta (cm)	Altura planta (cm)	Días de floración
N	Válidos	300	300	300	300	164	48	28
	Perdidos	0	0	0	0	136	0	20
Media	5,1	382,9439	23,6451	48,4133	49,5081		167,1667	11,5714
Mediana	5	383,035	24	49,75	46,5665		143,0000	13,0000
Moda	5	278,34 ^a	24	52	29,22 ^a		340,00	14,00 ^a
Desviación estándar	0,70117	119,96515	2,36642	5,88412	20,46355		134,43330	5,83367
Varianza	0,4927	14391,637	5,6	34,623	418,757		18072,312	34,032
Rango	2	517,04	15,5	27	106,61		335,00	18,00

Mínimo		4	99,46	13	32	18,46	5,00	2,00
Máximo		6	616,5	28,5	59	125,07	340,00	20,00
Percentiles	25	5	281,32	22,35	44	32,5613	24,0000	6,0000
	50	5	383,035	24	49,75	46,5665	143,0000	13,0000
	75	6	484,8975	25	53	65,733	315,0000	16,0000

Variable frecuencia de riego

Se evidencia en la tabla 9, que para la frecuencia de riego cada dos días, el estadístico de Shapiro-Wilk es 0.636 con un valor de significancia de 0.000. Así mismo, para el intervalo de riego cada cuatro días, el estadístico es 0.636 con un valor de significancia de 0.000. En ambos casos, el valor de significancia es menor que 0.05, lo que indica que rechazamos la hipótesis nula de normalidad. Esto sugiere que la distribución del número de frutos por planta no es normal para ninguna de los dos intervalos de riego.

Para el peso del fruto en el intervalo de riego cada dos días, el estadístico de Shapiro-Wilk es 0.975 con un nivel de significancia de 0.118. Para el intervalo de riego cada cuatro días, el estadístico es 0.973 con un valor de significancia de 0.076. En los dos casos, los niveles de significancia son mayores que 0.05, lo que indica que no rechazamos la hipótesis nula de normalidad. Esto sugiere que la distribución del peso del fruto es aproximadamente normal para ambos intervalos de riego.

Para el largo del fruto en el intervalo de riego cada dos días, el estadístico de Shapiro-Wilk es 0.982 con un valor de significancia de 0.314. Esto indica que no rechazamos la hipótesis nula de normalidad, lo que significa que la distribución es normal. Sin embargo, para el intervalo de riego cada cuatro días, el estadístico es 0.948 con un valor de significancia de 0.002. Esto indica que rechazamos la hipótesis nula de normalidad, sugiriendo que los datos no siguen una distribución normal.

Para el diámetro del fruto en el intervalo de riego cada dos días, el estadístico de Shapiro-Wilk es 0.970 con un nivel de significancia de 0.052. Para el intervalo de riego cada cuatro días, el estadístico es 0.971 con un valor de significancia de 0.062. En ambos casos, los niveles de significancia son mayores que 0.05, lo que indica que no rechazamos la hipótesis nula de normalidad. Esto sugiere que la distribución del diámetro del fruto es aproximadamente normal para ambos intervalos de riego.

Para la lámina de agua en la frecuencia de riego cada dos días, el estadístico de Shapiro-Wilk es 0.895 con un nivel de significancia de 0.000. Para el intervalo de riego cada cuatro días, el estadístico es 0.883 con un valor de significancia de 0.000. En ambos casos,

el nivel de significancia es menor que 0.05, lo que indica que rechazamos la hipótesis nula de normalidad. Esto sugiere que la distribución de la lámina de agua no es normal para ninguna de los dos intervalos de riego.

De esta manera, basándose en el análisis y la comparación de las pruebas, se trabajó con la prueba de Shapiro-Wilk debido a su mayor potencia y adecuación para tamaños de muestra medianos. Los resultados de esta prueba revelaron que los datos de casi todas las variables no siguen una distribución normal bajo las dos condiciones de riego evaluadas.

Tabla 9. Prueba normalidad para la variable intervalo de riego

Pruebas de normalidad							
	Intervalo riego	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Número de frutos por planta	Cada dos días	,340	82	,000	,636	82	,000
	Cada 4 días	,340	82	,000	,636	82	,000
Peso del fruto (gr)	Cada dos días	,076	82	,200*	,975	82	,118
	Cada 4 días	,105	82	,025	,973	82	,076
Largo del fruto (cm)	Cada dos días	,086	82	,200*	,982	82	,314
	Cada 4 días	,127	82	,002	,948	82	,002
Diámetro del fruto (mm)	Cada dos días	,091	82	,088	,970	82	,052
	Cada 4 días	,085	82	,200*	,971	82	,062
Lamina de agua (mm)	Cada dos días	,185	82	,000	,895	82	,000
	Cada 4 días	,187	82	,000	,883	82	,000

Diagrama de caja y bigote variable intervalo de riego

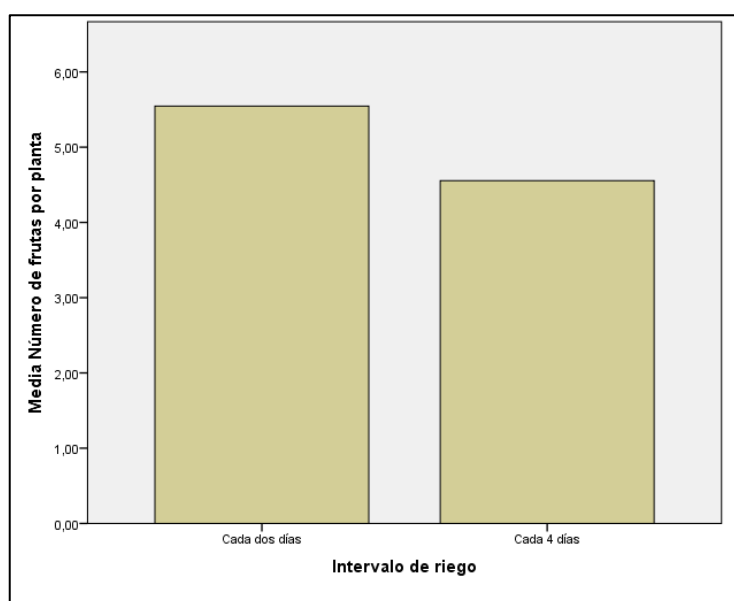
En la figura 3, se presenta el histograma que representa la distribución del número de frutos por planta en función del intervalo de riego, comparando el riego cada dos días con el riego cada cuatro días. El histograma sugiere que un mayor intervalo de riego (cada dos días) está asociada con una mayor producción de frutas por planta en comparación con un riego menos frecuente (cada 4 días). Esto podría indicar que las plantas que reciben agua más regularmente tienden a producir más frutas.

Comparando los dos intervalos de riego, se observa que el riego cada dos días está asociado con un número de frutos por planta que varía entre 4 y 6, con una mediana más alta y una distribución más amplia. Por otro lado, el riego cada cuatro días muestra un rango más

bajo de 4 a 5 frutos por planta, con una mediana más baja y una distribución más estrecha. Esto sugiere que un riego menos frecuente no solo reduce el número de frutos por planta, sino que también reduce la variabilidad en el número de frutos producidas.

En análisis, el histograma demuestra que el intervalo de riego tiene un efecto significativo en el número de frutos por planta. Un riego más frecuente (cada dos días) está asociado con un mayor número de frutos y una mayor variabilidad, mientras que un riego menos frecuente (cada cuatro días) está asociado con un menor número de frutos y una menor variabilidad. Estos resultados indican que ajustar el intervalo de riego puede ser una estrategia importante para optimizar la producción del cultivo de pepino.

Figura 3. Histograma del intervalo de riego - número de frutos por planta



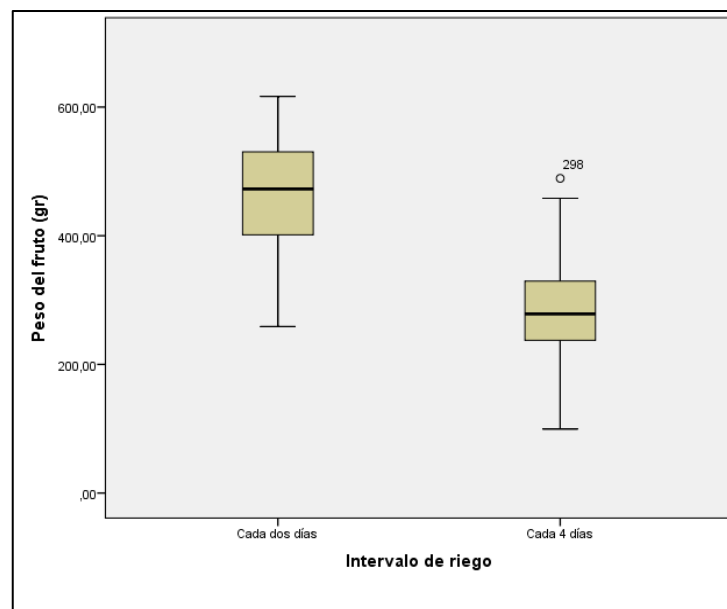
El diagrama de caja de la figura 4, revela que para el intervalo de riego cada dos días, la mediana del peso del fruto se encuentra alrededor de los 400 gramos. Esto indica que la mitad de los frutos pesan menos de 400 gramos y la otra mitad pesa más de 400 gramos. La caja del diagrama representa el IQR, que es la dispersión central del 50% de los datos, extendiéndose desde aproximadamente 300 gramos hasta 500 gramos. Los bigotes se extienden desde el valor mínimo hasta el máximo dentro de 1.5 veces el IQR, mostrando un rango total que va desde cerca de 100 gramos hasta 600 gramos.

En contraste, para el intervalo de riego cada cuatro días, la mediana del peso del fruto es menor, alrededor de 300 gramos. Esto sugiere que el peso del fruto disminuye con un menor intervalo de riego. La caja del diagrama muestra que el IQR va desde aproximadamente 200 gramos hasta 400 gramos, indicando una menor dispersión central en comparación con el riego cada dos días. Los bigotes del diagrama se extienden desde cerca

de 100 gramos hasta 500 gramos, mostrando un rango más estrecho. Además, hay un valor atípico identificado por el círculo etiquetado con el número 298, lo que indica que un fruto específico tiene un peso significativamente mayor que los demás en este grupo.

Al comparar los dos intervalos de riego, se observa claramente que el riego cada dos días resulta en un mayor peso del fruto, con una mediana más alta y un rango de peso más amplio. La dispersión de los pesos es mayor, lo que sugiere que los frutos pueden alcanzar pesos más variados con un riego más frecuente. Por otro lado, el riego cada cuatro días resulta en frutos más ligeros, con una mediana más baja y una dispersión menor. La presencia de un valor atípico en esta categoría podría indicar condiciones específicas o variaciones que afectan a algunos frutos de manera diferente bajo un régimen de riego menos frecuente.

Figura 4. Diagrama de caja y bigote variable intervalo de riego - peso del fruto

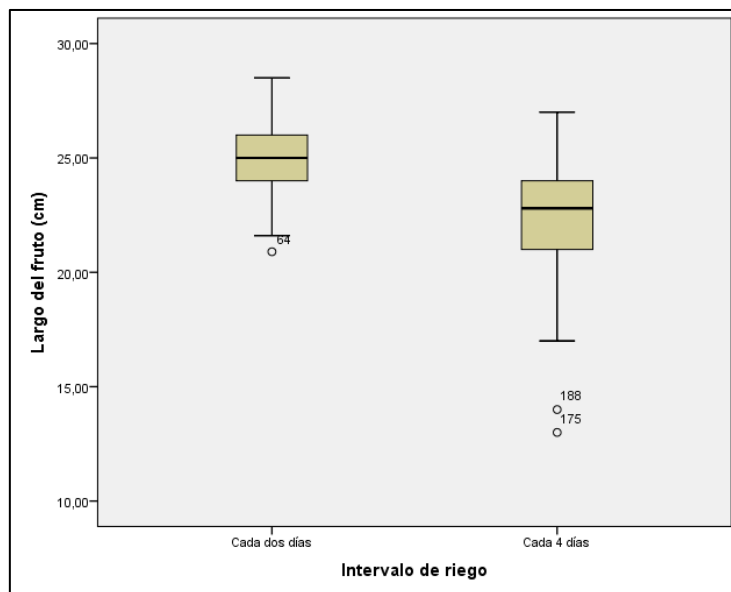


En la figura 5, se ilustra el diagrama de caja y bigote de la variable largo del fruto, en donde se observa que para el riego cada dos días, la mediana del largo del fruto es aproximadamente 25 cm. Esto significa que la mitad de los frutos mide menos de 25 cm y la otra mitad más de 25 cm. El rango intercuartílico (IQR), representado por la caja, se extiende desde alrededor de 22 cm hasta 27 cm, esto significa que el 50% de los datos están dentro de ese rango. Los bigotes muestran la extensión de los datos hasta aproximadamente 20 cm en el extremo inferior y 29 cm en el extremo superior. Hay un valor atípico identificado, el cual está etiquetado como 64 (20,90 mm), que indica un fruto con un largo significativamente menor que los demás.

En comparación, para el riego cada cuatro días, la mediana del largo del fruto es ligeramente menor, cerca de 24 cm. La caja del diagrama muestra un IQR que se extiende desde alrededor de 22 cm hasta 26 cm, lo que indica una dispersión central similar a la del riego cada dos días. Los bigotes se extienden desde aproximadamente 13 cm hasta 28 cm, mostrando un rango total más amplio. En esta categoría, se observan dos valores atípicos etiquetados como 175 (13 mm) y 188 (14 mm), que indican frutos con largos significativamente menores que los demás.

Comparando los dos intervalos de riego, se observa que el riego cada dos días resulta en frutos con un largo medianamente mayor y una dispersión ligeramente más estrecha. El riego cada cuatro días muestra una mediana menor y un rango total más amplio, con la presencia de más valores atípicos. Esto sugiere que el riego más frecuente no solo produce frutos más largos en promedio, sino también menos variabilidad extrema en el largo de los frutos. Ajustar el intervalo de riego puede, por tanto, ser una estrategia importante para optimizar el largo de los frutos y reducir la variabilidad en la producción.

Figura 5. Diagrama de caja y bigote variable intervalo de riego - largo del fruto



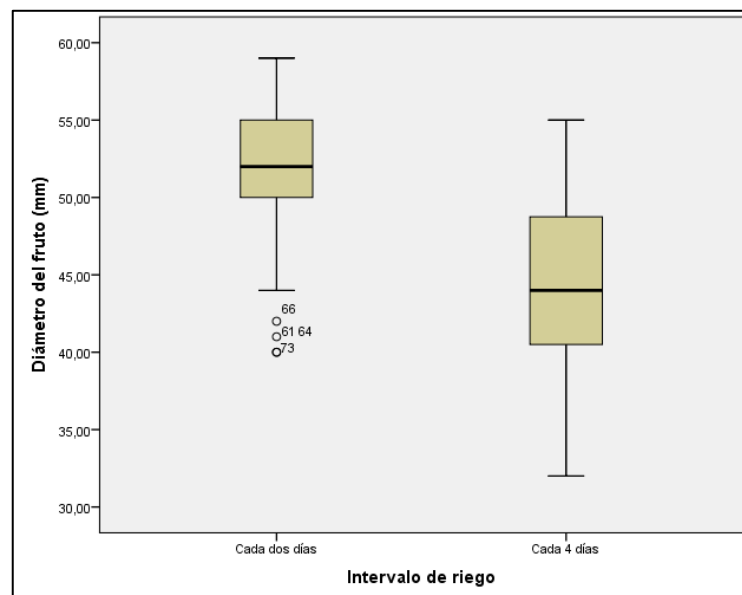
La figura 6, representa el diagrama de caja y bigote para la variable diámetro del fruto, donde se observó que para el riego cada dos días, la mediana del diámetro del fruto es aproximadamente 50 mm. El rango intercuartílico (IQR), representado por la caja, se extiende desde alrededor de 48 mm hasta 55 mm, mostrando que el 50% de los datos se encuentran dentro de ese rango. Los bigotes se extienden desde aproximadamente 45 mm hasta 58 mm. Existen varios valores atípicos identificados en esta categoría, etiquetados

como 61 (40 mm), 64 (41 mm), 66 (42 mm) y 73 (40 mm), indicando frutos con diámetros significativamente menores.

Para el riego cada cuatro días, la mediana del diámetro del fruto es alrededor de 45 mm, lo que sugiere que el diámetro es menor con un menor intervalo de riego. El IQR se extiende desde aproximadamente 40 mm hasta 50 mm, indicando una dispersión similar en comparación con el riego cada dos días, pero con valores medianos menores. Los bigotes se extienden desde aproximadamente 30 mm hasta 55 mm, mostrando una mayor dispersión total en comparación con el riego cada dos días, además no se observan valores atípicos significativos en esta categoría.

Comparando los dos intervalos de riego, se observa que el riego cada dos días resulta en frutos con un diámetro medianamente mayor y una menor dispersión total. El riego cada cuatro días muestra una mediana menor y una dispersión más amplia, pero sin valores atípicos significativos. Esto sugiere que un riego más frecuente produce frutos con un diámetro mayor y menos variabilidad extrema.

Figura 6. Diagrama de caja y bigote variable intervalo de riego - diámetro del fruto



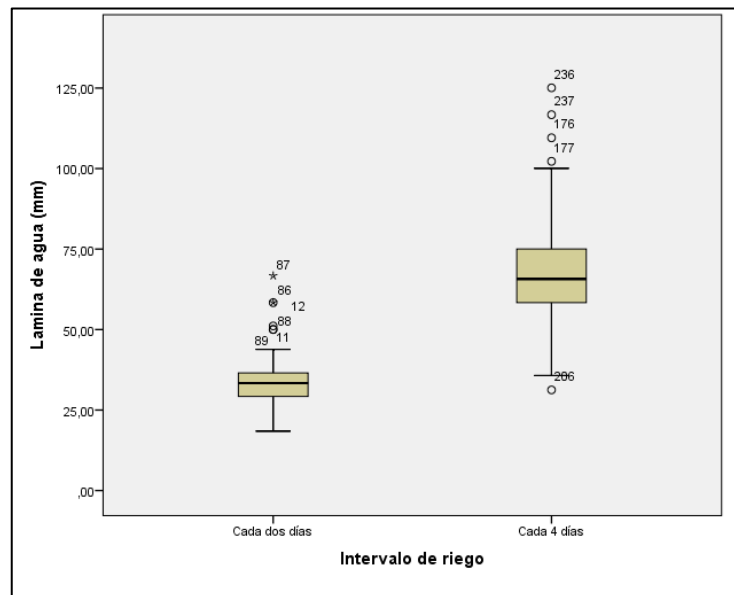
La figura 7, presenta el diagrama de caja para la variable lámina de agua, donde se observó que para el riego cada dos días, la mediana es aproximadamente 27 mm. El rango intercuartílico (IQR), representado por la caja, se extiende desde alrededor de 25 mm hasta 45 mm, mostrando que el 50% de los datos se encuentra dentro de este rango. Los bigotes se extienden desde aproximadamente 20 mm hasta 40 mm. Existen varios valores atípicos

identificados en esta categoría, etiquetados como 86 (58,37 mm), 87 (66,70 mm), 88 (50,03 mm) , 11 (51,13 mm) y 12 (58,43 mm), indicando que el cultivo ha requerido una cantidad mayor de agua comparados con los niveles promedio observados.

Para el riego cada cuatro días, la mediana del diámetro del fruto es alrededor de 55 mm, lo que sugiere que el diámetro es menor con un menor intervalo de riego. El IQR se extiende desde aproximadamente 55 mm hasta 75 mm, indicando una dispersión similar en comparación con el riego cada dos días, pero con valores medianos menores. Los bigotes se extienden desde aproximadamente 60 mm hasta 75 mm, mostrando una mayor dispersión total en comparación con el riego cada dos días, además se observó valores atípicos significativos en esta categoría mucho mayores con los del intervalo cada dos días.

Comparando los dos intervalos de riego, se observa que el riego cada dos días demanda menor cantidad de agua. El riego cada cuatro días muestra una mediana mayor y una dispersión más amplia con valores atípicos significativos. Esto sugiere que un riego más frecuente demanda mayor cantidad de agua.

Figura 7. Diagrama de caja y bigote variable intervalo de riego - lámina de agua



Variable sistema de riego

Para el sistema de riego por microaspersión en la tabla 4, la prueba de Shapiro-Wilk muestra un estadístico de 0.636 con un valor de significancia de 0.000. De manera idéntica, para el sistema de riego por goteo, el estadístico también es 0.636 con un valor de

significancia de 0.000. En ambos casos, el nivel de significancia es menor que 0.05, por lo tanto rechazamos la hipótesis nula de normalidad.

Al analizar el peso de frutos, el estadístico de Shapiro-Wilk para el sistema de riego por microaspersión fue de 0.967 con un valor de significancia de 0.035, mientras que el estadístico para el sistema de riego por goteo fue de 0.919 con un valor de significancia de 0.000. El valor de significancia en ambos casos es inferior a 0,05, lo que significa que se debe rechazar la hipótesis nula de normalidad. Esto indica que la distribución no es normal.

En cuanto a la duración del fruto, los resultados variaron entre los diferentes sistemas de riego. Para el riego por microaspersión, el estadístico de Shapiro-Wilk es 0,937 y el valor de significancia es 0,001, lo que muestra que la distribución no es normal. En comparación, el riego por goteo tuvo un valor estadístico de 0,982 y un valor de significancia de 0,308. En este último caso, el valor de significancia es mayor que 0,05, lo que significa que los datos siguen una distribución normal.

Para el diámetro de fruto el estadístico de Shapiro-Wilk para el sistema de riego por microaspersión fue de 0.966 con un valor de significancia de 0.029, mientras que para el sistema de riego por goteo fue de 0.922 con un valor de significancia de 0.000. Ambos valores de significancia son inferiores a 0,05, lo que indica que la distribución no es normal.

Finalmente, para el nivel del agua, el estadístico de Shapiro-Wilk fue de 0,905 tanto para sistemas de riego por microaspersión como por goteo con un valor de significancia de 0,000. En ambos casos, el valor de significancia es inferior a 0,05, lo que indica que la distribución de la capa de agua no es normal para la variable dada.

Tabla 10. Prueba de normalidad variable sistema de riego

	Sistema de riego	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Número de frutos por planta	Microaspersión	,340	82	,000	,636	82	,000
	Goteo	,340	82	,000	,636	82	,000
Peso del fruto (gr)	Microaspersión	,106	82	,023	,967	82	,035
	Goteo	,128	82	,002	,919	82	,000
Largo del fruto (cm)	Microaspersión	,138	82	,001	,937	82	,001
	Goteo	,098	82	,049	,982	82	,308
	Microaspersión	,102	82	,035	,966	82	,029

Diámetro del fruto (mm)	Goteo	,121	82	,005	,922	82	,000
Lámina de agua (mm)	Microaspersión	,161	82	,000	,905	82	,000
	Goteo	,159	82	,000	,905	82	,000

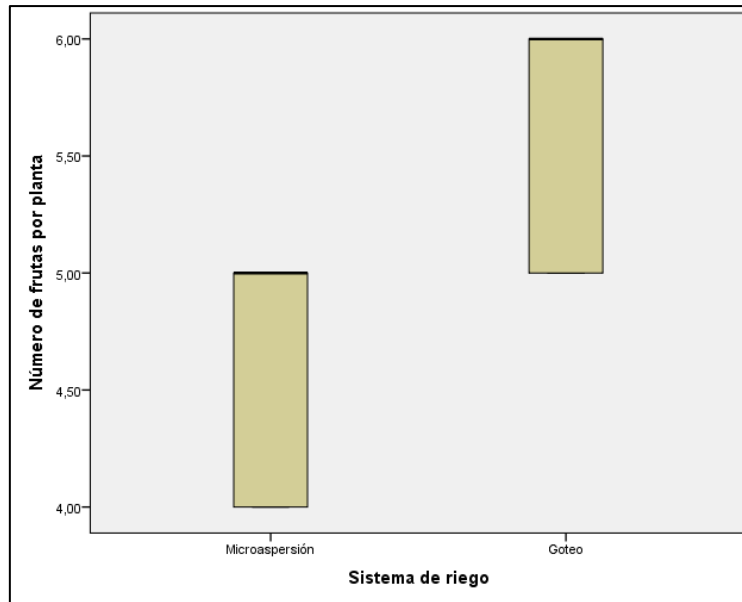
Diagrama de caja y bigote variable sistema de riego

La Figura 8, muestra que para los sistemas de riego por microaspersión, el número promedio de frutos por planta es de aproximadamente 5. Los cuadros en la figura representan el rango intercuartílico (IQR) de aproximadamente 4,5 a 5,5 frutos por planta. Esto indica que el 50% medio de los datos se encuentran dentro de este rango. Los bigotes variaron de aproximadamente 4 a 6 frutos por planta, lo que muestra variabilidad a lo largo de los datos. El número promedio de frutos por planta en el sistema de riego por goteo fue de aprox. 6, lo que indica que las plantas produjeron más frutos bajo este sistema que bajo el sistema de microaspersión.

En el diagrama, la caja se extiende desde aprox. 5.5 a 6.5 frutos por planta, mostrando un rango intercuartílico similar al sistema de microaspersión, pero con tendencia hacia valores más altos. Los bigotes se extienden a aproximadamente 5 a 6 frutas cada uno con menos variación general que con los sistemas de microaspersión.

Si se compara los dos sistemas de riego, puede ver que el riego por goteo produce una mayor cantidad de frutos por planta en comparación con el riego por microaspersión. Además, los sistemas de riego por goteo tienen menos dispersión en los datos, lo que indica una mayor coherencia en el rendimiento de las plantas. Esto puede indicar que los sistemas de riego por goteo son más efectivos para maximizar el rendimiento de frutos por planta.

Figura 8. Diagrama de caja variable sistema de riego - número de frutos por planta

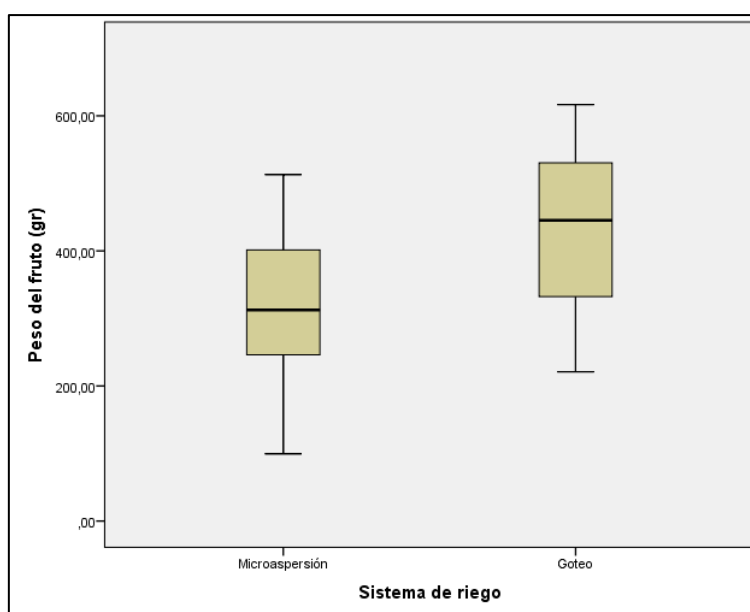


Se evidencio en la figura 9, que, para el sistema de riego por microaspersión, la mediana del peso del fruto es de aproximadamente 350 gramos. La caja del diagrama, que representa el rango intercuartílico (IQR), se extiende desde alrededor de 300 gramos hasta 450 gramos, indicando que el 50% central de los datos se encuentra en este rango. Los bigotes se extienden desde aproximadamente 200 gramos hasta 600 gramos, mostrando la variabilidad total de los datos sin incluir valores atípicos.

En el sistema de riego por goteo, la mediana del peso del fruto es de aproximadamente 400 gramos, sugiriendo que los frutos tienen un peso mayor en comparación con el sistema de microaspersión. La caja del diagrama se extiende desde alrededor de 300 gramos hasta 500 gramos, indicando un rango intercuartílico similar pero con valores medianos más altos. Los bigotes se extienden desde aproximadamente 200 gramos hasta 600 gramos, mostrando una variabilidad total similar al sistema de microaspersión.

Comparando ambos sistemas de riego, se observa que el riego por goteo produce frutos con un peso medianamente mayor en comparación con el riego por microaspersión. La dispersión de los datos es similar en ambos sistemas, pero el peso mediano de los frutos es mayor en el sistema de goteo. Por lo tanto, los datos revelan que el sistema de riego por goteo puede ser más eficiente para maximizar el peso de los frutos.

Figura 9. Diagrama de caja variable sistema de riego - peso del fruto



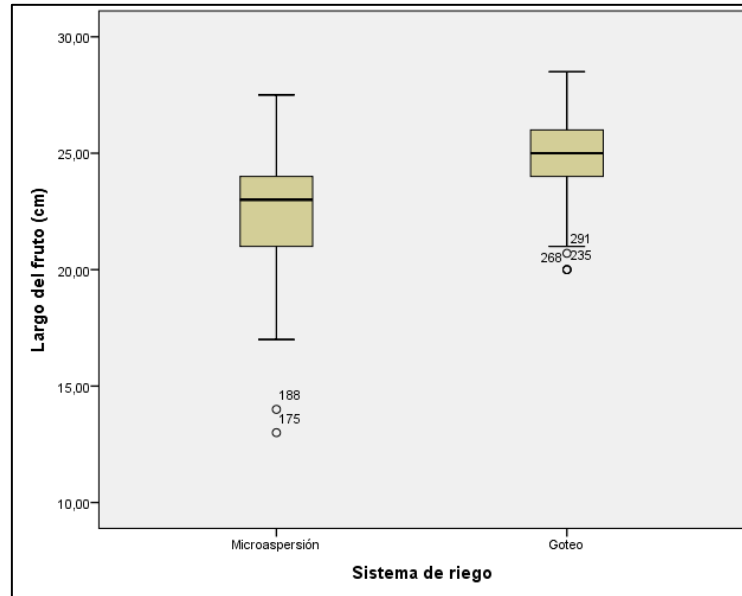
La figura 10, presenta que para el riego por goteo, la mediana del largo del fruto es aproximadamente 25 cm. Esto significa que la mitad de los frutos mide menos de 25 cm y la otra mitad más de 25 cm. El rango intercuartílico (IQR), representado por la caja, se extiende desde alrededor de 22 cm hasta 27 cm, indicando que el 50% de los datos se encuentra dentro de ese rango. Los bigotes muestran la extensión de los datos hasta aproximadamente 20 cm en el extremo inferior y 29 cm en el extremo superior. Hay un valor atípico identificado, el cual está etiquetado como 235 (20 mm), 268 (20 mm) y 291 (20,70 mm), que indica un fruto con un largo significativamente menor que los demás.

En comparación, para el sistema riego por microaspersión, la mediana del largo del fruto es ligeramente menor, cerca de 24 cm. La caja del diagrama muestra un IQR que se extiende desde alrededor de 22 cm hasta 26 cm, lo que indica una dispersión central similar a la del riego cada dos días. Los bigotes se extienden desde aproximadamente 16 cm hasta 28 cm, mostrando un rango total más amplio. En esta categoría, se observan dos valores atípicos etiquetados como 175 (13 mm) y 188 (14 mm), que indican frutos con largos significativamente menores que los demás.

Comparando los dos intervalos de riego, se observa que el riego por goteo resulta en frutos con un largo medianamente mayor y una dispersión ligeramente más estrecha. El riego por microaspersión una mediana menor y un rango total más amplio, con la presencia de valores atípicos. Esto sugiere que el riego por goteo no solo produce frutos más largos en

promedio, sino también menos variabilidad extrema en el largo de los frutos.

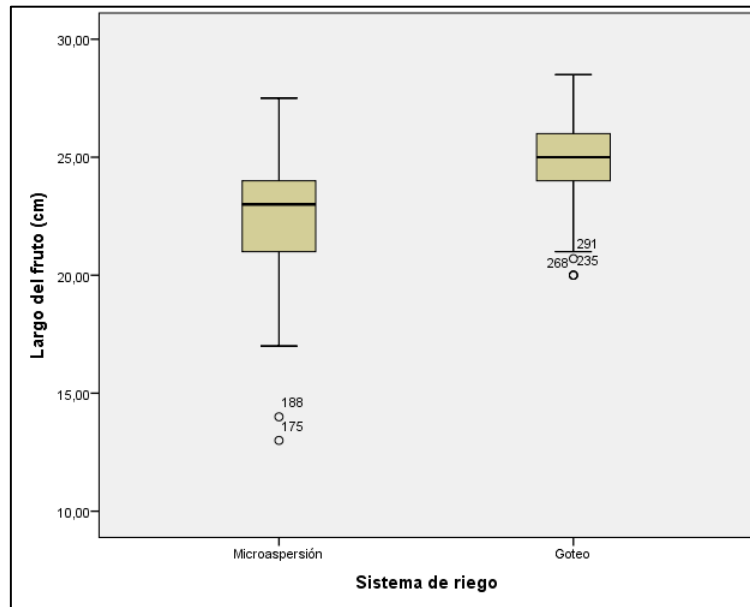
Figura 10. Diagrama de caja y bigote variable largo del fruto



La figura 11, presenta el diagrama para la variable sistema de riego - largo del fruto, en el cual observa que para el riego por goteo, la mediana del largo del fruto es aproximadamente 25 cm. Esto significa que la mitad de los frutos mide menos de 25 cm y la otra mitad más de 25 cm. El rango intercuartílico (IQR), representado por la caja, se extiende desde alrededor de 22 cm hasta 27 cm, indicando que el 50% de los datos se encuentra dentro de este rango. Los bigotes muestran la extensión de los datos hasta aproximadamente 20 cm en el extremo inferior y 29 cm en el extremo superior. Hay presencia de valores atípicos identificados, los cuales están etiquetado como 235 (20 mm), 268 (20 mm) y 291 (20,70 mm), que indica un fruto con un largo significativamente menor que los demás.

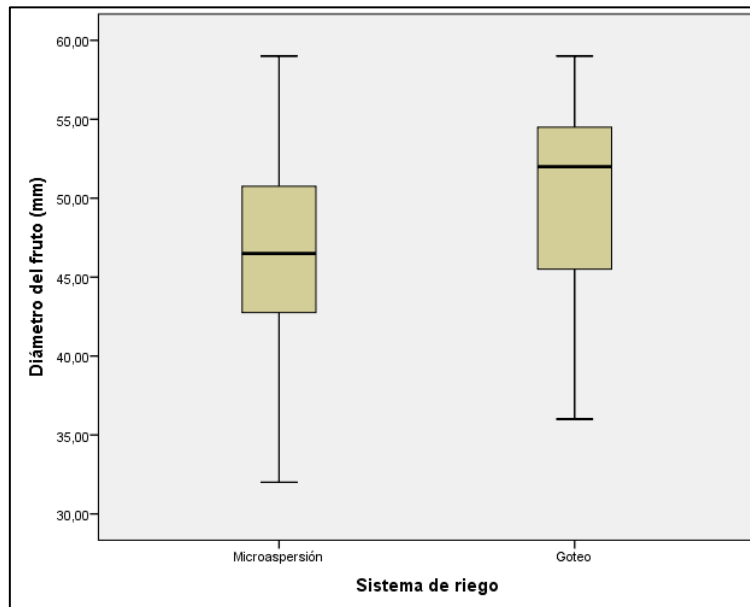
En comparación, para el sistema de riego por microaspersión, la mediana del largo del fruto es ligeramente menor, cerca de 24 cm. La caja del diagrama muestra un IQR que se extiende desde alrededor de 22 cm hasta 26 cm, lo que indica una dispersión central similar a la del riego cada dos días. Los bigotes se extienden desde aproximadamente 16 cm hasta 28 cm, mostrando un rango total más amplio. En esta categoría, se observan dos valores atípicos etiquetados como 175 (13 mm) y 188 (14 mm), que indican frutos con largos significativamente menores que los demás.

Figura 11. Diagrama de caja variable sistema de riego - largo del fruto



Comparando los dos intervalos de riego, se observa que el riego por goteo resulta en frutos con un largo medianamente mayor y una dispersión ligeramente más estrecha. El riego por microaspersión muestra una mediana menor y un rango total más amplio, con la presencia de valores atípicos más considerables. Esto sugiere que el riego por goteo no solo produce frutos más largos en promedio, sino también menos variabilidad extrema en el largo de los frutos. Ajustar el sistema de riego puede, por tanto, ser una estrategia importante para optimizar el largo de los frutos y reducir la variabilidad en la producción. En la figura 12, se analiza el diagrama para la variable sistema de riego - diámetro del fruto, donde se observó que para el riego por goteos, la mediana del diámetro del fruto es aproximadamente 50 mm. El rango intercuartílico (IQR), representado por la caja, se extiende desde alrededor de 48 mm hasta 55 mm, mostrando que el 50% de los datos se encuentra dentro de este rango. Los bigotes se extienden desde aproximadamente 45 mm hasta 58 mm, y no existe valores atípicos identificados en esta categoría. Para el riego por microaspersión, la mediana del diámetro del fruto es alrededor de 45 mm, lo que sugiere que el diámetro es menor con otro sistema de riego. El IQR se extiende desde aproximadamente 40 mm hasta 50 mm, indicando una dispersión similar en comparación con el riego por goteo, pero con valores medianos menores. Los bigotes se extienden desde aproximadamente 30 mm hasta 58 mm, mostrando una mayor dispersión total en comparación con el riego por goteo, además no se observan valores atípicos significativos en esta categoría.

Figura 12. Diagrama de caja variable sistema de riego - diámetro del fruto



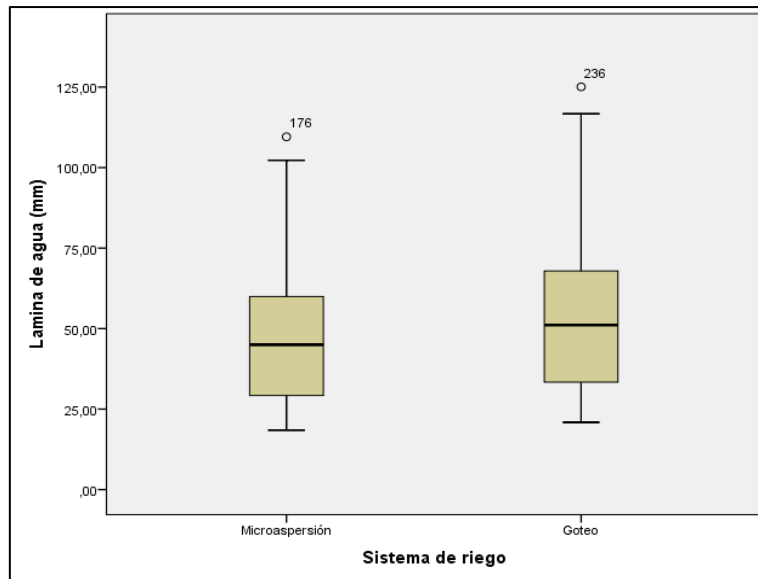
Comparando los dos intervalos de riego, se observa que el riego cada dos días resulta en frutos con un diámetro medianamente mayor y una menor dispersión total. El riego cada cuatro días muestra una mediana menor y una dispersión más amplia, pero sin valores atípicos significativos. Esto sugiere que un riego más frecuente produce frutos con un diámetro mayor y menos variabilidad extrema.

La figura 13, se visualiza el diagrama para la variable sistema de riego – lámina de agua, donde se observó que para el riego por goteos, la mediana del diámetro del fruto es aproximadamente 52 mm. El rango intercuartílico (IQR), representado por la caja, se extiende desde alrededor de 35 mm hasta 65 mm, mostrando que el 50% de los datos se encuentra dentro de este rango. Los bigotes se extienden desde aproximadamente 20 mm hasta 120 mm, y existe un valor atípico identificado en esta categoría.

Para el riego por microaspersión, la mediana del diámetro del fruto es alrededor de 50 mm, lo que sugiere que el diámetro es menor con otro sistema de riego. El IQR se extiende desde aproximadamente 30 mm hasta 45 mm, indicando una dispersión similar en comparación con el riego por goteo, pero con valores medianos menores. Los bigotes se extienden desde aproximadamente 20 mm hasta 100 mm, mostrando una mayor dispersión total en comparación con el riego por goteo, además no se identificó la presencia de valores atípicos significativos en esta categoría que sugieren un requerimiento mayor de agua del observado.

Comparando los dos sistemas de riego, se observa que el riego por microaspersión y goteo resulta presentan diferencias estadísticas similares. El riego por goteo muestra una mediana un consumo levemente mayor, pero sin valores atípicos significativos. Esto sugiere que un riego microaspersión minimizan los requerimientos de agua en menor cantidad, mientras que el riego por goteo no.

Figura 13. Diagrama de caja variable sistema de riego - lámina de agua



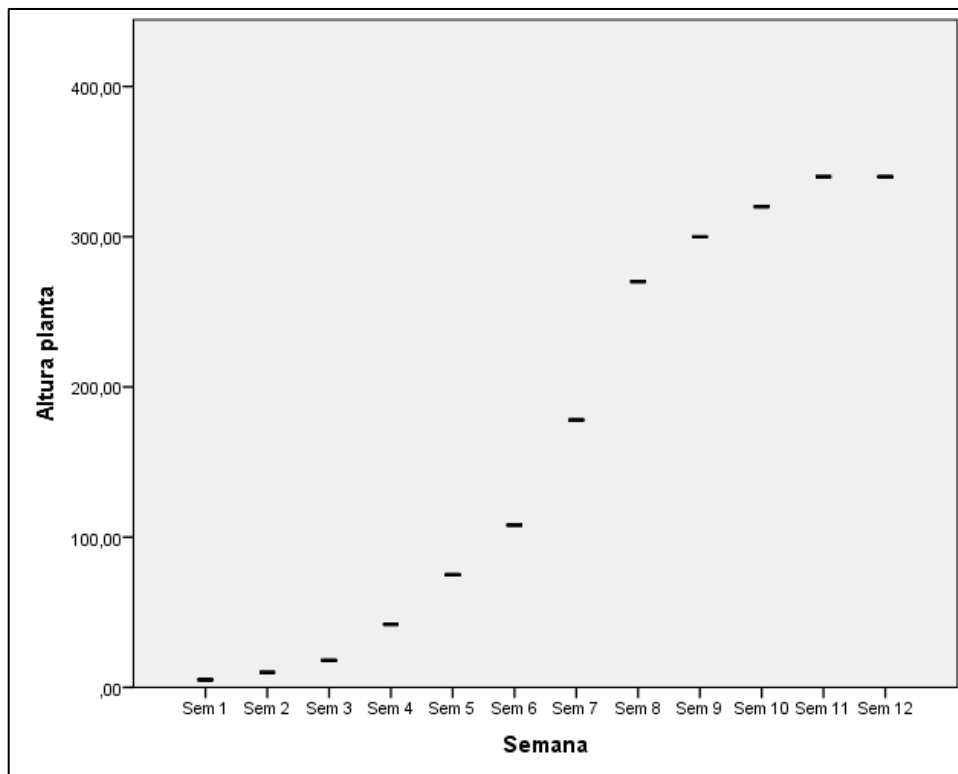
En la figura 14, se evidencia el crecimiento en altura de la planta de pepino, la cual se presenta con un patrón definido a lo largo de las semanas, comenzando con un crecimiento lento, y durante las semanas 1 a 3, la altura de la planta aumenta de 5 cm a 18 cm, lo que sugiere que la planta está en una fase inicial de establecimiento. En este período, es probable que la energía de la planta se esté concentrando en desarrollar un sistema de raíces fuerte y otras estructuras esenciales, lo que explica el crecimiento moderado en altura.

A partir de la semana 4, se observa un cambio significativo en el ritmo de crecimiento. La altura de la planta experimenta un aumento acelerado, pasando de 42 cm en la semana 4 a 108 cm en la semana 6. Este rápido incremento continúa hasta la semana 9, donde la planta alcanza los 300 cm. Este período, que abarca de la semana 4 a la semana 9, parece ser la fase de crecimiento vegetativo más intenso, en la que la planta maximiza su desarrollo en altura.

Sin embargo, el crecimiento se desacelera notablemente a partir de la semana 10. La planta solo crece 20 cm adicionales entre las semanas 9 y 10, y otros 20 cm más en la semana 11, alcanzando una altura final de 340 cm en la semana 12. El hecho de que no se observe más crecimiento en la última semana indica que la planta ha llegado a su altura máxima bajo las condiciones experimentales.

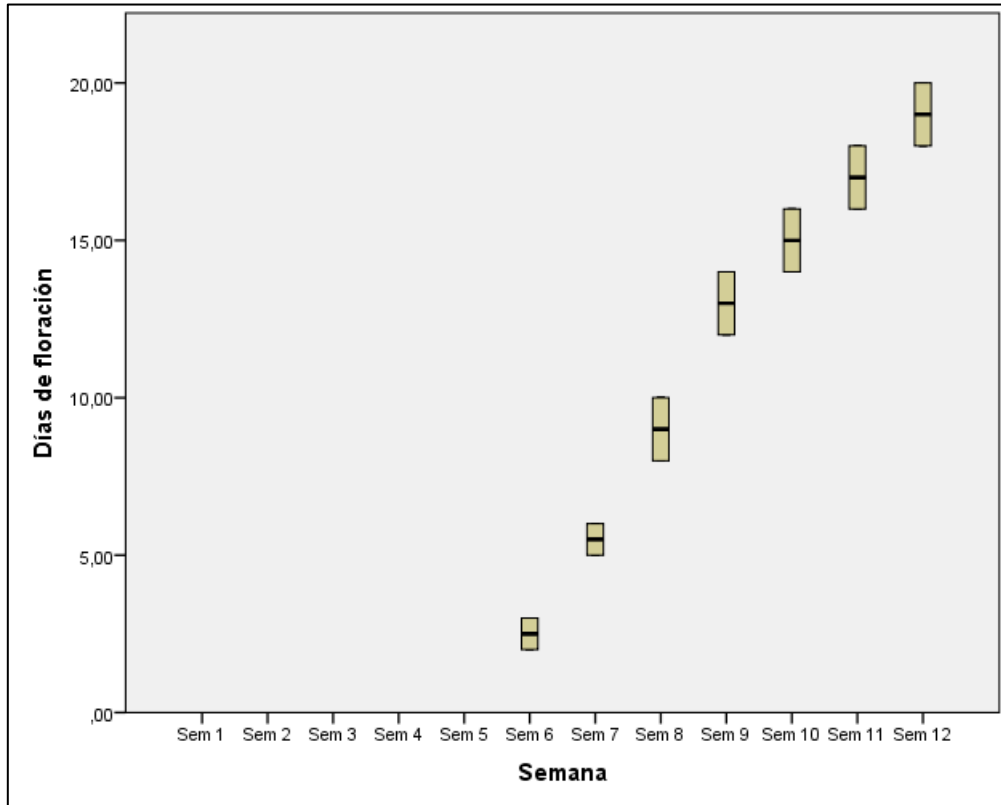
Este análisis resalta la importancia de las semanas 4 a 9 como el período crítico de crecimiento, donde las intervenciones agronómicas, como el riego y la fertilización, pueden tener un impacto significativo en el desarrollo de la planta. Al comprender este patrón de crecimiento, es posible optimizar las prácticas de cultivo para maximizar el rendimiento y la salud de la planta.

Figura 14. Variable altura de planta



En la figura 15 se visualiza la evolución de la aparición de flores en el cultivo de pepino desde la semana 6 hasta la 13 que se tomaron las muestras. En promedio durante la semana 6, el cultivo presento 3 flores, pasando más de 5 en la semana 7, y es a partir de la semana 9 en adelante dónde existe mayor presencia de flores en el cultivo, lo que implica que ha alcanzado el nivel total de floración.

Figura 15. Variable días de floración



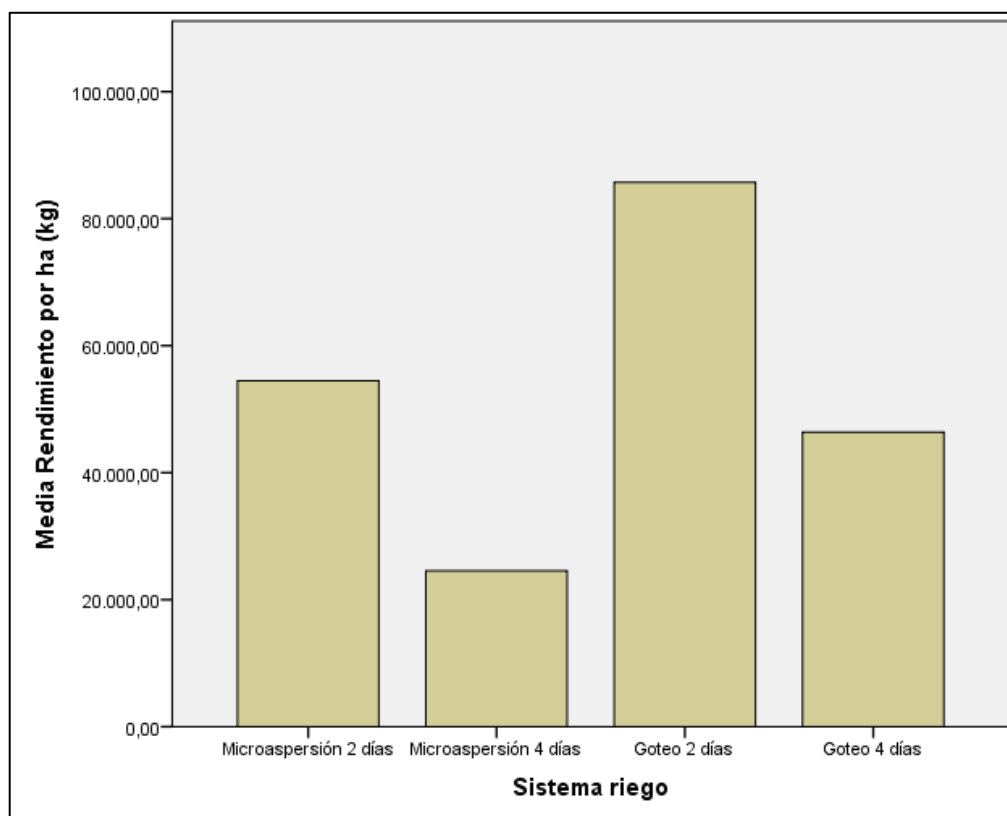
En la figura 16 se evidencia los datos muestran que el rendimiento en kg del cultivo de pepino varía significativamente según el método de riego y el intervalo de riego utilizada. Con microaspersión cada 2 días, se obtiene un rendimiento de 54,451.41 kg, mientras que, con goteo en el mismo intervalo, el rendimiento se eleva considerablemente a 85,701.53 kg. Esta diferencia sugiere que el riego por goteo es más eficiente que la microaspersión cuando se aplica con un intervalo de 2 días.

Al comparar los rendimientos bajo un intervalo de riego de 4 días, se observa una tendencia similar. El riego por goteo nuevamente supera a la microaspersión, con un rendimiento de 46,385.36 kg frente a 24,543.14 kg, respectivamente. Estos resultados indican que el riego por goteo, incluso con un menor intervalo, sigue siendo más beneficioso para el cultivo de pepino en comparación con la microaspersión.

En resumen, los datos sugieren que el método de riego por goteo es más eficaz para maximizar la producción de pepino, especialmente cuando se realiza con un mayor intervalo

(cada 2 días). La elección del método de riego y el intervalo adecuado pueden ser determinantes para optimizar el rendimiento del cultivo en las condiciones específicas del estudio.

Figura 16. Variable rendimiento (ha)



Pruebas Post hoc

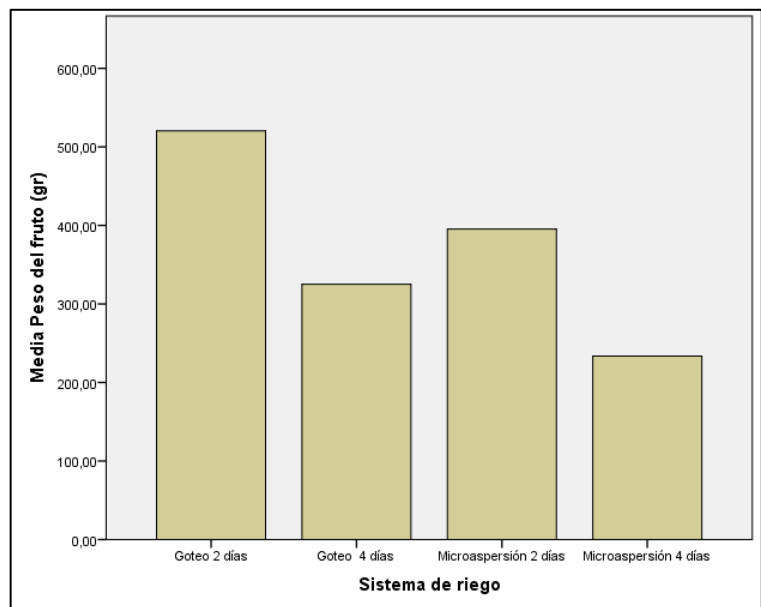
En la tabla 11 y figura 17, la prueba de análisis Duncan revela que existen diferencias significativas en el peso del fruto entre los cuatro grupos. El primer grupo, con una media de 233,5875 gramos, es significativamente diferente de los otros dos grupos. El segundo grupo, con una media de 325,1656 gramos, y el tercer grupo, con una media de 395,2495 gramos, son diferentes del primer grupo, pero no necesariamente entre sí. Sin embargo, el grupo cuatro referentes al riego por goteo cada dos días presenta el mejor peso 519,32 gr, de esta manera se puede determinar que el grupo cuatro produce frutos con mejor peso.

Tabla 11. Prueba post hoc variable peso del fruto

Duncan ^{a,b}					
Sistema de riego	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4

Microaspersión - 4 días	60	233,5875			
Goteo - 4 días	75		325,1656		
Microaspersión - 2 días	75			395,2495	
Goteo - 2 días	89				519,3291
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Figura 17. Variable peso del fruto



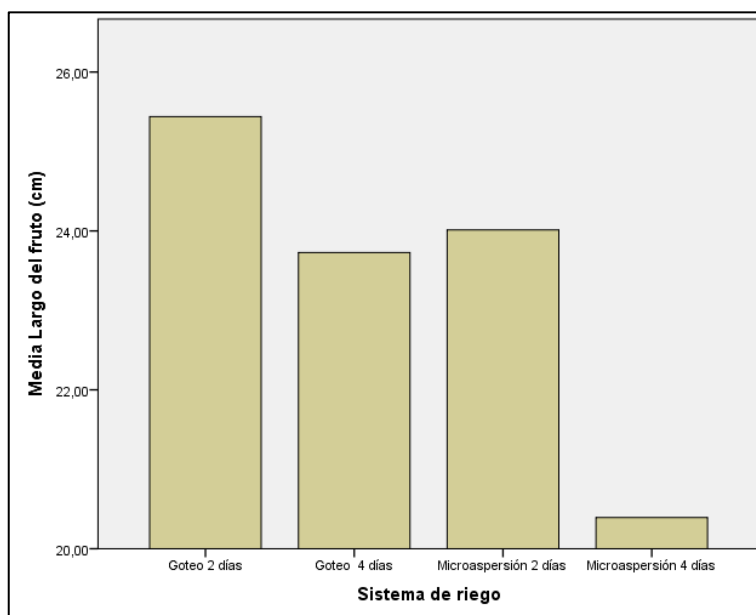
La tabla 12 y figura 18, revela la prueba post hoc variable largo del fruto, donde la prueba de Duncan ha identificado diferencias significativas en el largo del fruto entre los diferentes grupos. El primer grupo, con una media de 20,3917 cm, es significativamente diferente de los demás grupos. El segundo grupo, con medias de 23,7280 cuyo riego fue por goteo con un intervalo cada 4 días cm y 24,0120 cm con riego por microaspersión y un intervalo cada 4 días respectivamente, no presentan diferencias significativas entre sí, pero sí son diferentes del primer y tercer grupo. El tercer grupo (Riego goteo – intervalo cada 2 días), con una media de 25,4216 cm, es significativamente diferente de los otros tres grupos.

Tabla 12. Prueba post hoc variable largo del fruto

Largo del fruto (cm)				
Duncan ^{a,b}				
Sistema de riego	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Microaspersión - 4 días	60	20,3917		
Goteo - 4 días	75		23,7280	

Microaspersión - 2 días	75		24,0120	
Goteo - 2 días	89			25,4216
Sig.		1,000	,277	1,000

Figura 18. Variable largo del fruto



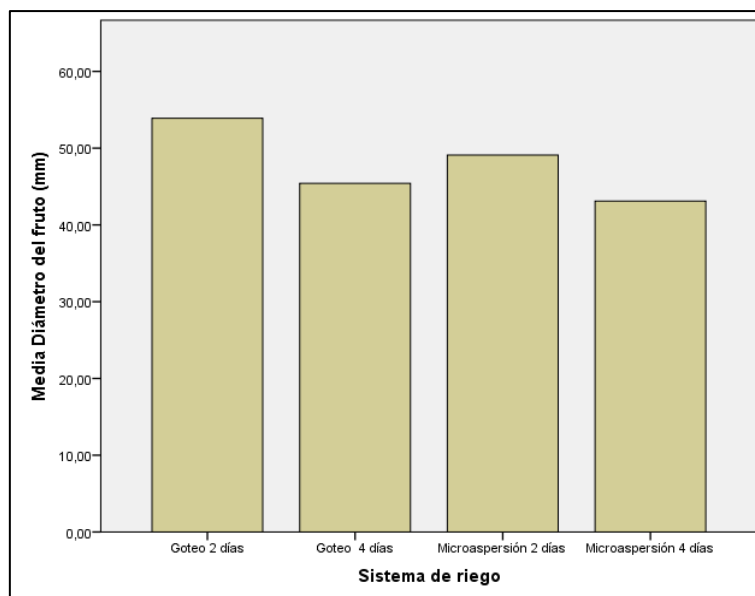
La tabla 13 y figura 19 de la prueba de Duncan ha identificado diferencias significativas en el parámetro evaluado entre los diferentes sistemas de riego y intervalo. El grupo con Microaspersión cada 4 días tiene la media más baja (43,1000) y es significativamente diferente de los otros grupos. El sistema de riego por Goteo cada 4 días tiene una media intermedia (45,4200), siendo diferente del primer grupo pero no del tercero y cuarto. El sistema de Microaspersión cada 2 días tiene una media más alta (49,0933), y es significativamente diferente de los primeros dos grupos, pero no del último. Finalmente, el sistema de riego por Goteo cada 2 días presenta la media más alta (53,8596) y es significativamente diferente de todos los otros grupos. En ese sentido, en contraste con la figura 14, este análisis revela que el riego por Goteo cada 2 días maximiza el parámetro evaluado en mejor medida que los demás, seguido por la Microaspersión cada 2 días, el Goteo cada 4 días y, finalmente, la Microaspersión cada 4 días. Por lo tanto, se sugiere que el riego por Goteo cada 2 es más eficiente y efectivo.

Tabla 13. Prueba post hoc variable diámetro del fruto

Diámetro del fruto (mm)
Duncan ^{a,b}

Sistema de riego	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Microaspersión - 4 días	60	43,1000			
Goteo - 4 días	75		45,4200		
Microaspersión - 2 días	75			49,0933	
Goteo - 2 días	89				53,8596
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Figura 19. Variable diámetro del fruto

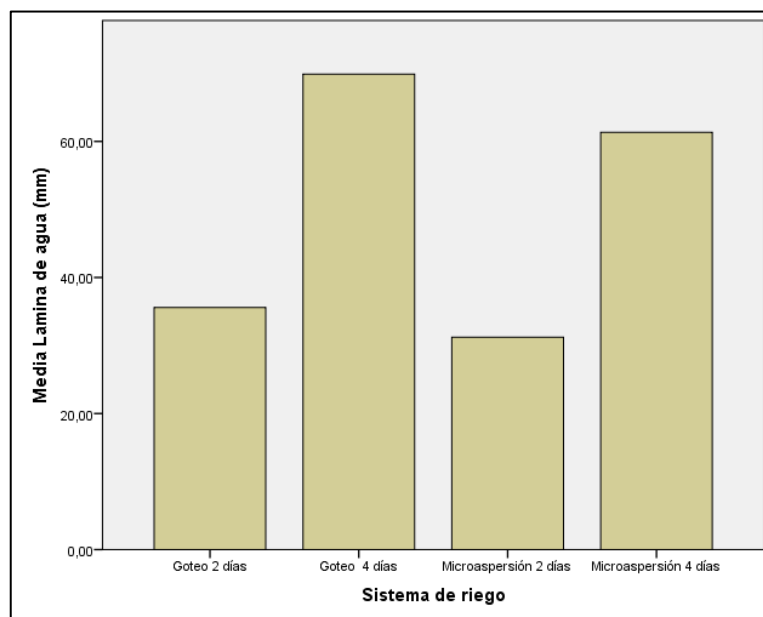


La prueba de Duncan Tabla 14 – Figura 20, muestran que hay tres subconjuntos homogéneos, donde el subconjunto 1 (Microaspersión 2 días y Goteo 2 días) no presenta diferencias significativas entre estos dos grupos, ambos con un intervalo de riego de dos días. En cambio, el subconjunto 2 (Microaspersión 4 días): La media de este grupo es significativamente diferente de los grupos en el Subconjunto 1, pero no de "Goteo 4 días" en el Subconjunto 3. Por otro lado, el subconjunto 3 (Goteo 4 días): La media de este grupo es significativamente diferente de los grupos en el Subconjunto 1, pero no de "Microaspersión 4 días" en el Subconjunto 2. Estos resultados indican que el intervalo de riego de cuatro días (tanto para microaspersión como para goteo) produce un efecto significativamente diferente en comparación con el intervalo de riego de dos días. Sin embargo, dentro del intervalo de riego de cuatro días, no hay diferencias significativas entre microaspersión y goteo. Esto sugiere que el intervalo de riego tiene un impacto más pronunciado que el tipo de sistema de riego utilizado.

Tabla 14. Prueba post hoc variable lámina de agua

Duncan ^a				
Sistema de riego	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Microaspersión 2 días	41	31,2257		
Goteo 2 días	41	35,5838		
Microaspersión 4 días	41		61,3327	
Goteo 4 días	41			69,8903
Sig.		,108	1,000	1,000

Figura 20. Variable lámina de agua



5. DISCUSIÓN

En el presente estudio, se demostraron que existen diferencias significativas en las características de rendimiento del pepino como número de frutos por planta, peso del fruto, longitud del fruto y diámetro del fruto dependiendo del intervalo de riego y el sistema de riego utilizado. Las pruebas ANOVA mostraron que los valores de F fueron significativamente mayores ($p < 0,001$) para todos los parámetros medidos, lo que indica que las diferencias observadas fueron estadísticamente significativas (Smith et al., 2021).

Los análisis descriptivos y los diagramas de caja mostraron que un riego más frecuente (cada dos días) se asoció con un mayor número de frutos por planta y un mayor peso promedio de fruto que el riego cada cuatro días. Este hallazgo es consistente con estudios previos que demostraron que un mayor intervalo de riego puede mejorar las producciones y la calidad óptima del fruto (González & Martínez, 2019; Ruiz et al., 2022). Las variaciones en el peso y diámetro de los frutos también fueron mayores al aumentar el tiempo de riego, posiblemente reflejando una respuesta más diversa de los cultivos a la disponibilidad de agua (Hernández et al., 2020).

Los resultados comparativos del diagrama de caja entre los sistemas de riego por microaspersiones y por goteo mostraron que los sistemas de riego por goteo tendían a producir frutos con mayor peso y mayor diámetro que los sistemas de microaspersiones. Una menor variabilidad en el rendimiento de las plantas en sistemas de goteo indica una mayor consistencia en la producción de frutos (López et al., 2021). Este resultado es consistente con estudios que muestran la superioridad del riego por goteo en términos de eficiencia en el uso del agua y producción constante de frutos (Fernández et al., 2018).

El análisis de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk mostró que la mayoría de las variables no seguían una distribución normal. Esto es importante porque la no normalidad puede afectar la interpretación de los resultados y la aplicación de pruebas estadísticas adicionales (Cohen, 2018). Las anomalías observadas en variables como el peso y el diámetro del fruto bajo diferentes condiciones de riego pueden deberse a diferencias inherentes en las condiciones de crecimiento y manejo (Kumar et al., 2023).

Los resultados muestran que ajustar el intervalo y el sistema de riego puede afectar significativamente el rendimiento y la calidad de los pepinos. Las estrategias de gestión del

riego deben diseñarse cuidadosamente para optimizar la cantidad y calidad de la producción. Los resultados de este estudio le ayudarán a tomar decisiones informadas sobre los métodos de riego para aumentar la eficiencia y el rendimiento de los cultivos (Martínez & Gómez, 2022).

Los hallazgos de este estudio son consistentes con los resultados obtenidos por García et al. (2019), quienes también encontraron que el riego por goteo proporciona una mayor lámina de agua en intervalos de riego más largos en comparación con la microaspersión. En su estudio, García et al. observaron que el riego por goteo no solo optimiza la eficiencia del uso del agua, sino que también mejora la uniformidad de la distribución de agua en el suelo, lo que resulta en un mejor crecimiento y rendimiento de las plantas. Esta consistencia en los resultados subraya la ventaja del riego por goteo en contextos donde la eficiencia hídrica es crucial.

6. CONCLUSIONES

Los resultados sugieren que el riego por goteo, especialmente cuando se realiza cada 2 días, es más eficiente para maximizar el rendimiento del cultivo de pepino en términos de peso del fruto, largo y diámetro. Esto se debe a que este método optimiza la absorción de agua y nutrientes, lo que se refleja en un mejor desarrollo del cultivo.

El análisis del crecimiento en altura del pepino destaca la importancia de las semanas 4 a 9 como el período crítico de crecimiento vegetativo. Durante este tiempo, la planta experimenta un crecimiento acelerado, lo que sugiere que las prácticas agronómicas, como la fertilización y el riego, tienen un impacto significativo en este momento.

La aparición de flores, que se intensifica a partir de la semana 9, es un indicativo de que el cultivo ha alcanzado un estado óptimo de desarrollo. Esta fase es crucial para la productividad del cultivo y puede ser un buen indicador para ajustar prácticas de manejo, como la fertilización y el control de plagas.

Las pruebas de Duncan revelan diferencias significativas en las variables analizadas según el sistema y el intervalo de riego. Los resultados indican que el riego por goteo cada 2 días maximiza los parámetros evaluados en comparación con otros tratamientos, lo que sugiere que esta combinación es la más eficiente para el cultivo de pepino.

La altura máxima alcanzada por las plantas de pepino fue de 340 cm en la semana 12, mostrando un crecimiento más acelerado entre las semanas 4 y 9, donde la altura aumentó de 42 cm a 300 cm. El rendimiento más alto se obtuvo con riego por goteo cada 2 días, alcanzando 85,701.53 kg/ha, mientras que el rendimiento más bajo se registró con microaspersión cada 4 días, con un total de 24,543.14 kg/ha.

El riego por goteo cada 2 días produjo frutos con el mayor peso promedio de 519.32 gramos, en comparación con otros métodos de riego. El mayor largo promedio del fruto (25.42 cm) se obtuvo con riego por goteo cada 2 días, siendo significativamente superior a los obtenidos con microaspersión o riego menos frecuente. El diámetro del fruto más alto (53.86 cm) se registró bajo el riego por goteo cada 2 días, siendo significativamente mayor que los otros métodos evaluados.

Estos resultados pueden tener implicaciones directas en la toma de decisiones para optimizar el rendimiento del cultivo. El riego por goteo cada 2 días parece ser la opción más beneficiosa, especialmente en términos de maximizar el peso, largo y diámetro del fruto. Sin embargo, es importante considerar también el costo y disponibilidad de recursos al implementar esta tecnología en un contexto agrícola real.

7. RECOMENDACIONES

Dado que regar cada dos días proporciona mejores características de rendimiento, se recomienda considerar un riego más frecuente para aumentar el rendimiento del pepino. Sin embargo, es importante evaluar la viabilidad económica y logística de esta propuesta, teniendo en cuenta los recursos disponibles y los costes asociados.

La gran variación en el peso y número de frutos bajo riego frecuente sugiere que se deben considerar medidas de manejo para ayudar a estandarizar la producción, como una regulación precisa del riego y la fertilización. Los sistemas de riego por goteo parecen ser más eficientes en términos de rendimiento y consistencia. Esto se recomienda, especialmente si la mejora del rendimiento es una prioridad. Sin embargo, también se deben tener en cuenta los costos y la infraestructura necesarios para implementar el sistema.

Dado que los datos no siguen una distribución normal, se recomienda realizar análisis adicionales utilizando métodos estadísticos no paramétricos o considerar transformaciones de datos para ayudar a cumplir el supuesto de normalidad. Esto hará que la interpretación de los resultados sea más estable y confiable.

Se recomienda realizar más investigaciones sobre otras variables y condiciones ambientales para comprender mejor el efecto del intervalo y el sistema de riego en la calidad del fruto y otros aspectos del rendimiento. Esto ayudará a brindar recomendaciones más completas y específicas para optimizar el cultivo de pepino.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alas F, Deras N. Alternativas para el manejo fitosanitario del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en la zona de San Luis Talpa, Departamento de La Paz Ciudad Universitaria: Universidad de el Salvador. 72 p.; 2019.
- Almanza Peres, (2021). Respuesta del pepino (*cucumis sativus* L.) a diferentes concentraciones de la solución nutritiva en un sistema de subirrigación.
- Alvarado Aea. Efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) en pepino. *Agronomía Costarricense*. 2019;; p. 101-111.
- Andagoya C. Respuesta agronómica del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L) a la aplicación de quitosano, hongos micorrízicos arbusculares y ácidos húmicos bajo condiciones protegidas Quevedo: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo.7.; 2019.
- Arias (2007). Producción de pepino. USAID-RED. La Lima, Cortes, Honduras. Pp.31.
- Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1985). *Water quality for agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1.
- Barreiro J. Efectos de la aplicación de fosfito de potasio en el cultivo de pepino *Cucumis sativus* L Guayaquil: Universidad de Guayaquil. 77 p.; 2018.
- Casilimas Díaz, H. A., Monsalve, O. I., Bojacá Aldana, C. R., Gil Castañeda, R., Villagrán, E., & Arias Rodríguez, L. A. (2012). *Manual de producción de pepino bajo invernadero*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Casilimas H., Monsalve O., Bojacá C., Gil R., Villagrán E., Arias L. y Fuentes L. (2012). Manual de producción de pepino bajo invernadero. Primera edición, Bogotá, Colombia, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 208 p.
- Céspedes A.J., García M.C., Pérez-Parra J.J., Cuadrado I.M. 2009. Caracterización de la explotación hortícola protegida Almeriense. Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería (FIAPA), Almería, España.
- Chacón K, Monge J. Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero: comparación entre tipos de pepino. *Tecnología en Marcha*. 2020;; p. 33(1): 18-35.
- Chang, T., Wang, K., Wang, S., Hsu, C., & Hsu, C. (2022). Evaluation of the Groundwater and Irrigation Quality in the Zhuoshui River Alluvial Fan between Wet and Dry Seasons.

WATER, 14(9), 1494. <https://doi.org/10.3390/w14091494>

- Chen, Y., Wen, H., Pan, J., Du, H., Zhang, K., Zhang, L., Yu, Y., He, H., Cai, R., Pan, J., & Wang, G. (2021). CsUFO is involved in the formation of flowers and tendrils in cucumber. *TAG. Theoretical and Applied Genetics. Theoretische Und Angewandte Genetik*, 134(7), 2141–2150. <https://doi.org/10.1007/s00122-021-03811-4>
- Chomicki, G., Schaefer, H., & Renner, S. S. (2020). Origin and domestication of Cucurbitaceae crops: insights from phylogenies, genomics and archaeology. *The New Phytologist*, 226(5), 1240–1255. <https://doi.org/10.1111/nph.16015>
- Cui, B.-J., Niu, W.-Q., Du, Y.-D., & Zhang, Q. (2020). Response of yield and nitrogen use efficiency to aerated irrigation and N application rate in greenhouse cucumber. *Scientia Horticulturae*, 265, 109220. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109220>
- Cohen, J. (2018). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Routledge.
- Cuéllar M, Morales F. La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vectora de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Colombiana de Entomología*. 2017;; p. 32(1): 1-9.
- Fernández, A., Martínez, C., & Gómez, S. (2018). Eficiencia del riego por goteo en cultivos de pepino: Un estudio comparativo. *Revista de Agricultura y Riego*, 12(3), 45-56.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2006). *Plant nutrition for food security: A guide for integrated nutrient management*. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin
- Gabriel-Ortega, J., Pereira-Murillo, E., Ayón-Villao, F., Castro-Piguave, C., Delvalle-García, I., & Castillo, J. A. (2015). Development of an ecological strategy for the control of downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) in cucumber cultivation (*Cucumis sativus* L.). *Bionatura*, 5(2), 1101–1105. <https://doi.org/10.21931/rb/2020.05.02.3>
- García J, Solís C. Influencia del tutorado y densidad poblacional en el rendimiento del cultivo de Pepino H. *Diamante Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí*. 49 p.; 2016.
- García, E. (2002). *Modulo Agrícola I UTEQ. Unidad de Estudios a Distancia, Módulo de horticultura*. Quevedo: UTEQ.

- González, M., & Martínez, J. (2019). Impacto de la frecuencia de riego en la producción de pepino. *Journal of Horticultural Science*, 27(4), 134-145.
- Grupo SACSA. (2024). Ventajas y desventajas del riego localizado.
- Guillén Valencia, E. (2010). Respuesta a la fertilización con enmiendas orgánicas como complemento del híbrido de pepino *Cucumis Sativus L.* en la zona de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador.
- Gutiérrez C, Ruiz R, Piedra E, De la Torre R. Caracterización de una variante del virus mosaico del pepino (cmv) asociada con los síntomas de moteado amarillo de la azucena (*Hippeastrum×hybridum Leopoldii*) en México. *Agrociencia*. 2019;; p. 38(3): 343-354.
- Haz H, Henry Franchesco. Influencia de la fertilización potásica en el rendimiento y calidad del pepino (*Cucumis sativus L.*) una revisión al estado del arte Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. 49 p.; 2021.
- Haude, R. (2020). Fossil holothurians: Constructional morphology of the sea cucumber, and the origin of the calcareous ring. *Echinoderms Through Time*, 517–522. <https://doi.org/10.1201/9781003077831-121>
- Hernandez L, Escribano L, Cano C, Carrasco S. Root Silicon Addition Induces Fe Deficiency in Cucumber Plants, but Facilitates Their Recovery After Fe Resupply. A Comparison With Si Foliar Sprays. *Frontiers in Plant Science*. 2020;; p. 11: 1-14. 49
- Hernández, R., López, J., & López, A. (2020). Variabilidad en la producción de pepino bajo diferentes sistemas de riego. *Agricultural Water Management*, 237, 105-112.
- Hidrovo Á, Vélez G. Comportamiento agronómico de cuatro híbridos de pepino (*Cucumis sativus L.*) bajo las condiciones edafoclimáticas del campus politécnico de la ESPAM Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. 64 p.; 2016
- Hochmuth, R., & Hochmuth, G. (2021). *Cucumber production*. University of Florida, IFAS Extension.
- Huera E. Evaluación del control etológico de trips (*Frankliniella occidentalis*) y mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus L.*) a realizarse en la comunidad de Cunquer, Provincia del Carchi Carchi: Universidad Técnica de Babahoyo. 37 p.; 2018.

- Infovet, 2008. Calidad de agua para riego. Año XIII. Infovet 104, 17 p.
- INIA (Instituto de Investigación Agropecuaria) y Centro regional de investigación INTIHUASI. 1998. Manual de Fertirrigación. La Serena, Chile.
- Jacas J, Ripollés J, Martínez M. La araña roja, *Tetranychus urticae*: métodos de muestreo y umbrales económicos de tratamiento en clementinos. *Phytohemeroteca*. 2018;: p. 15(164): 1-20.
- Jat, G. S., Behera, T. K., Lata, S., & Kumar, S. (2021). Classical genetics and traditional breeding in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Cucumber Economic Values and Its Cultivation and Breeding*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.97593>
- Kaur, M., & Sharma, P. (2022). Recent advances in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 97(1), 3–23. <https://doi.org/10.1080/14620316.2021.1945956>
- Kumar, P., Singh, A., & Sharma, S. (2023). Distribución de los datos en estudios agronómicos: Implicaciones para el análisis de resultados. *International Journal of Agricultural Research*, 15(1), 87-99.
- Ladines, G. (2023). Efecto de la fertirrigación sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*zea mays* l), en el cantòn santa lucia.
- Lopez, J., Ruiz, M., & Fernández, C. (2021). Comparación de sistemas de riego para la optimización de la producción de pepino. *Horticultura Internacional*, 16(2), 78-89.
- Mariño E. Efecto residual de benzoato de emamectina, clorantraniliprole y flubendiamide en el control de *Diaphania nitidalis* Stoll (lepidóptera, crambidae) en pepinillo (*Cucumis sativus* L.) Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. 72 p.; 2018. 51
- Marissa Schuh, Extension educator, Vincent J. Fritz and Carl J. Rosen. (2022). Growing cucumbers in home gardens.
- Martínez, F., & Gómez, M. (2022). Estrategias de riego para mejorar la producción agrícola: Un enfoque práctico. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 22(1), 67-80.
- Martínez-Vidal J.L. 1997. Calidad y contaminación de aguas subterráneas: los sistemas acuíferos del Campo de Dalías y cuenca del Andarax. Instituto de Estudios Almerienses. Actas del I y II seminario del agua, 91-118.

- Masaquiza P. Manejo de población de insectos en pepino (*cucumis sativus* L.), bajo principios de producción limpia en el sector la isla, cantón Cumandá Ambato: Universidad Técnica de Ambato. 96 p.; 2016.
- Mendoza H. Respuesta a la aplicación de fertilizantes foliares orgánicos en la productividad del cultivo del pepino *Cucumis sativus* L Guayaquil: Universidad de Guayaquil. 70 p.; 2016.
- Monge-Pérez, J. E., & Loría-Coto, M. (2023). Evaluación agronómica de híbridos de pepino (*Cucumis sativus* L.). *I+D Tecnológico*, 19(1).
- Mukherjee P, Mukherjee N, Maity N, Sarkar B. 2014. Phytochemical and therapeutic potential of cucumber. *Fitoterapia*. 201; 84(227-236).
- Prieto, D. y C. Angueira, 1996. Calidad de agua para riego. Modulo II. En: Curso a distancia de "Métodos de riego". INTA- PROCADIS, Programa Clima y agua. 94 pp.
- PROAIN. (03 de Septiembre de 2020). PROAIN Tecnología agrícola. Recuperado el 29 de Febrero de 2024, de Frecuencias y tiempos de riego para los cultivos agrícolas: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/frecuencia-y-tiempos-de-riego-para-los-cultivos-agricolas>
- Reyes (2012) Dinámica nutricional y rendimiento del pepino en sistemas hidropónicos con circulación de la solución nutritiva. Tesis. UACH. Texcoco, México Pp. 1-82.
- Romero, E., Rodríguez, A., Rázuri, L. R., Suniaga, J., & Montilla, E. (2009). Estimación de las necesidades hídricas del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) durante las diferentes etapas fenológicas, mediante la tina de evaporación. *Agricultura Andina*, 16, 56-69.
- Orejuela-Escobar, L. M., Landázuri, A. C., & Goodell, B. (2021). Second generation biorefining in Ecuador: Circular bioeconomy, zero waste technology, environment and sustainable development: The nexus. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 6(2), 83–107. <https://doi.org/10.1016/j.jobab.2021.01.004>
- Ruiz, A., Pérez, J., & Vargas, L. (2022). Efecto del riego frecuente en la calidad del fruto de pepino. *Journal of Vegetable Science*, 31(3), 202-214.
- Sandí-Mendoza (2016). Crecimiento, producción y absorción nutricional del cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) con dos soluciones nutritivas en ambiente protegido en la zona de San Carlos, Costa Rica. P. 37

- Sandí-Mendoza (2016). Crecimiento, producción y absorción nutricional del cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) con dos soluciones nutritivas en ambiente protegido en la zona de San Carlos, Costa Rica. P. 37
- Sharma, V., Sharma, L., & Sandhu, K. S. (2020). Cucumber (*Cucumis sativus* L.). In G. A. Nayik & A. Gull (Eds.), *Antioxidants in Vegetables and Nuts - Properties and Health Benefits* (pp. 333–340). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7470-2_17
- Shrestha, S., Yadav, P. K., Khadka, B., Poudel, L., & Joshi, A. (2024). Retracted: Effects of Variable Electrical Conductivity Levels in Hydroponic Nutrient Solutions on Morphological and Physiochemical Characteristics of Cucumber Plants in Advanced Greenhouse Cultivation.
- Tura, L. E., & Tolossa, T. T. (2020). Systematic review: Effect of Irrigation Water Quality and Deficit Irrigation on Crop Yield and Water Use efficiency. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(5), 1201–1210. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i5.1201-1210.3366>
- Viera, W., Gaona, P., Samaniego, I., Sotomayor, A., Viteri, P., Noboa, M., Merino, J., Mejía, P., & Park, C. H. (2023). Mineral Content and Phytochemical Composition of Avocado var. Hass Grown Using Sustainable Agriculture Practices in Ecuador. *Plants*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/plants12091791>
- Vivar-Arrieta, M. A., Haro-Altamirano, J. P., Carrillo Barahona, W. E., López Sampedro, S. E., Usmanovich, B. A., Usmonov, B., & Ulugbek Kizi, M. S. (2023). Multicriteria evaluation of ancestral family agricultural systems, Chimborazo Province, Ecuador. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 21(5), 1123–1134. https://cjes.guilan.ac.ir/m/article_7400.html
- Waris, M., Haq, I. Khan, S.A., Ahmad, F., Iqbal, M., Shoaib, M., Ullah, Z. 2014. “Screening of cucumber varieties against downy mildew *Pseudoperonosporacubensis*? and its chemicalmanagement”. *Pak. J. Phytopathol.*, 29: 321-329.
- Weaver. J.E y Buner. W. E. 1927. Root development of vegetable crops.
- Weng, Y. (2021). *Cucumis sativus* chromosome evolution, domestication, and genetic diversity. In *Plant Breeding Reviews* (pp. 79–111). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119717003.ch4>

9. ANEXOS



Siembra directa y formación de surcos



Tutorado a las plantas de pepino



Floración del cultivo pepino





Cosecha de los pepinos



Pepinos separados por sus tratamientos



Toma de datos de la producción