



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN RECURSOS  
HÍDRICOS Y MEDIO AMBIENTE**

**TESIS**

**EFFECTO DEL RIEGO DEFICITARIO Y FRECUENCIA DE RIEGO EN  
LA FORMACIÓN DE BULBO HÚMEDO Y RENDIMIENTO DEL  
CULTIVO DE PEPINILLO (*Cucumis sativus* L.)**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN  
INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIO  
AMBIENTE**

**AUTOR:**

Br. JULIO CESAR RONDAN RETAMOSO

**ASESOR:**

Dr. CARLOS JESUS BACA GARCIA

**ORCID:**

0000-0002-8284-0614

**CUSCO - PERÚ**

**2025**



# Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

## INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor CARLOS JESUS BACA GARCIA  
..... quien aplica el software de detección de similitud al  
trabajo de investigación/tesis titulada: EFFECTO DEL RIEGO DEFICITARIO  
Y FRECUENCIA DE RIEGO EN LA FORMACIÓN DE BULBO  
HÚMEDO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PEPINILLO  
(Cucumis sativus L.)

Presentado por: Julio Cesar Rondon Retamoso DNI N° 44482013 ;  
presentado por: ..... DNI N°: .....

Para optar el título Profesional/Grado Académico de MAESTRO EN INGENIERÍA  
CIVIL MENCIÓN RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIO AMBIENTE

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por dos veces, mediante el  
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**  
**Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9.....%.

### Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 18 de DICIEMBRE de 2025



Firma

Post firma DR. CARLOS JESUS BACA GARCIA

Nro. de DNI 23952035

ORCID del Asesor 0000-0002-8284-0614

#### Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: old: 27259:542025520

# **JULIO CESAR RONDAN RETAMOSO**

## **EFFECTO DEL RIEGO DEFICITARIO Y FRECUENCIA DE RIEGO EN LA FORMACIÓN DE BULBO HÚMEDO Y RENDIMIENTO DE...**

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

### **Detalles del documento**

Identificador de la entrega

trn:oid::27259:542025520

133 páginas

Fecha de entrega

18 dic 2025, 5:13 p.m. GMT-5

25.881 palabras

Fecha de descarga

18 dic 2025, 5:23 p.m. GMT-5

110.817 caracteres

Nombre del archivo

EFFECTO DEL RIEGO DEFICITARIO Y FRECUENCIA DE RIEGO EN LA FORMACIÓN DE BULBO HÚMED....pdf

Tamaño del archivo

13.9 MB






## 9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe


- Coincidencias menores (menos de 25 palabras)

### Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**  
152 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitan distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**ESCUELA DE POSGRADO**

---

**INFORME DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES A TESIS**

Dr. TITO LIVIO PAREDES GORDON, Director (e) de la Escuela de Posgrado, nos dirigimos a usted en condición de integrantes del jurado evaluador de la tesis intitulada **EFFECTO DEL RIEGO DEFICTARIO Y FRECUENCIA DE RIEGO EN LA FORMACIÓN DE BULBO HÚMEDO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PEPINILLO (*Cucumis sativus* L.)** de la Br. JULIO CESAR RONDAN RETAMOSO. Hacemos de su conocimiento que el (la) sustentante ha cumplido con el levantamiento de las observaciones realizadas por el Jurado el día **ONCE DE DICIEMBRE DE 2025**.

Es todo cuanto informamos a usted fin de que se prosiga con los trámites para el otorgamiento del grado académico de **MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIO AMBIENTE**.

Cusco, 18 DE DICIEMBRE 2025

**MGT. ZANDRO PENALVA GALLEGOS**  
Primer Replicante

**MGT. ALVARO HORACIO FLORES BOZA**  
Segundo Replicante

**DR. EDWIN ASTETE SAMANEZ**  
Primer Dictaminante

**MGT. NILTON MARIANO MONTOYA JARA**  
Segundo Dictaminante

## DEDICATORIA

Primero agradecer y dedicarlo a Dios todo poderoso,  
por siempre guiar mis pasos y protegerme de toda adversidad,  
por darme la sabiduría para afrontar los retos de la vida.

A mi madre Gavina Retamoso Huamanraza, por su cariño,  
su incondicional y sincero amor maternal, lo que fortaleció  
mi espíritu de hijo para lograr siempre mis aspiraciones.

A mi padre Alejo Rondan Ensiso, por su exigencia, su carácter  
para impulsarme siempre a lograr cada objetivo trazado,  
por su colaboración directa al facilitarme su espacio de terreno  
en Curahuasi y la logística necesaria para la presente tesis.

A la mujer que elegí como madre de mis hijos  
Mary Luz Huamán Becerra y a mis hijos  
Julio Alejandro, Luz Esmeralda y Cesar Teslan  
quienes llegaron a mi vida para fortalecer mis objetivos.

A todos mis familiares y amistades  
verdaderas, quienes me brindaron sus  
palabras de aliento para retomar y seguir en  
este hermoso sendero de la vida académica  
profesional.

Julio Cesar RONDAN RETAMOSO.

## **AGRADECIMIENTO**

A la tricentenaria Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
por darme esta gran oportunidad de seguir con mis estudios de Posgrado y  
el acceso a nuevos conocimientos para llegar a ser un destacado profesional.

A mi asesor Dr. Carlos Jesús Baca García,  
Quien desde un inicio me supo guiar en este sendero académico,  
gracias por su sencillez y capacidad profesional para compartir sus  
conocimientos académicos.

A todas las personas que, con su constante motivación y apoyo incondicional,  
hicieron posible la realización de esta investigación, especialmente  
al Gobernador Regional de Apurímac Percy Godoy Medina,  
por darme su confianza para seguir desarrollando mi capacidad técnica y política.

Julio Cesar RONDAN RETAMOSO.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	IX
ÍNDICE DE ACRONIMOS .....	XI
RESUMEN .....	XII
SUMMARY .....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XIV
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.    Situación Problemática.....	1
1.1.1. Escases del recurso hídrico en el distrito de Curahuasi .....	2
1.2.    Formulación del Problema.....	4
a.    Problema General.....	4
b.    Problemas específicos .....	4
1.3.    Justificación de la Investigación. ....	4
1.4.    Objetivos de la Investigación.....	7
a.    Objetivo general.....	7
b.    Objetivo específico.....	7
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	8
2.1.    Bases Teóricas.....	8
2.2.    Marco conceptual.....	21
2.2.1. Agua para riego y su dureza. ....	21



2.2.2. Radiación solar.....	21
2.2.3. Temperatura del aire.....	21
2.2.4. Humedad del aire.....	21
2.2.5. Velocidad del viento.....	22
2.2.6. Tanque evaporímetro A.....	23
2.2.7. El Manómetro.....	23
2.3. Antecedentes empíricos de la investigación.....	24
2.4. Hipótesis.....	26
a) Hipótesis general.....	26
b) Hipótesis específicas.....	26
2.5. Identificación de variables e indicadores.....	26
2.6. Operacionalización de variables.....	27
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	28
3.1. Ámbito de estudio: localización política y geográfica.....	28
3.2. Tipo y nivel de investigación.....	31
3.3. Unidad de análisis.....	31
3.4. Población de estudio.....	31
3.5. Tamaño de muestra.....	32
3.6. Técnicas de selección de muestra.....	32
3.7. Técnicas de recolección de información.....	32
3.8. Técnicas de análisis e interpretación de la información.....	57
3.9. Veracidad o falsedad de las hipótesis planteadas.....	59

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	60
4.1.    Procesamiento, análisis, interpretación y discusión de resultados.....	60
4.1.1. Formación del bulbo húmedo.....	60
4.1.2. Longitud (cm) del fruto de pepinillo fresco .....	64
4.1.3. Diámetro (cm) del fruto de pepinillo fresco. ....	66
4.1.4. Número de frutos (Unidades) de pepinillo fresco por planta.....	67
4.1.5. Rendimiento del cultivo de pepinillo por el método Gravimétrico.....	69
4.2.    Pruebas de hipótesis.....	71
4.3.    Presentación de resultados. ....	78
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
CONCLUSIONES .....	84
RECOMENDACIONES .....	85
VI. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS .....	86
BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS.....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Métodos de riego (litros/ 100l aplicados) .....	11
Tabla 2.	Etapas del ciclo vegetativo de cultivo de pepinillo. ....	13
Tabla 3.	Valores del coeficiente único (promedio temporal) del cultivo, Kc. ....	14
Tabla 4.	Recomendación de velocidad de agua en tuberías (m/s) .....	17
Tabla 5.	Operacionalización de las variables de la investigación. ....	27
Tabla 6.	Diseño agronómico para el cultivo del pepinillo. ....	41
Tabla 7.	Distribución de las láminas de riego.....	41
Tabla 8.	Distribución de las láminas de riego. ....	59
Tabla 9.	Resumen Estadístico para diámetro de suelo mojado (cm).....	61
Tabla 10.	Resumen estadístico para profundidad del bulbo húmedo (cm).....	62
Tabla 11.	Resumen Estadístico para longitud de fruto (cm).....	64
Tabla 12.	Resumen Estadístico para diámetro de fruto (cm) .....	66
Tabla 13.	Resumen Estadístico para el numero de frutos (unidades).....	67
Tabla 14.	Resumen Estadístico para el rendimiento de pepinillo. ....	69
Tabla 15.	Resultados del ANOVA para diámetro del suelo mojado (cm). ....	71
Tabla 16.	Prueba Tukey para diámetro del suelo mojado. ....	71
Tabla 17.	Resultados del ANOVA bulbo húmedo. ....	72
Tabla 18.	Prueba Tukey bulbo húmedo. ....	72
Tabla 19.	Resultados del ANOVA para la longitud del fruto.....	73
Tabla 20.	Prueba Tukey para la longitud del fruto.....	74
Tabla 21.	Resultados del ANOVA para el diámetro del fruto.....	74

Tabla 22.	Prueba Tukey para el diámetro del fruto. ....	75
Tabla 23.	Resultados del ANOVA para número de frutos. ....	75
Tabla 24.	Prueba Tukey para número de frutos. ....	76
Tabla 25.	Resultados del ANOVA para el Rendimiento en tm/ha ....	76
Tabla 26.	Prueba Tukey para el rendimiento (tm/ha) ....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Textura del suelo y bulbo húmedo. ....	9
Figura 2.	Sistema de riego por goteo ....	10
Figura 3.	Grafica de la curva del Kc. ....	13
Figura 4.	Disposición de las cintas para riego por goteo. ....	15
Figura 5.	Disposición de los goteros. ....	16
Figura 6.	Mapa del Departamento de Apurímac y Cuenca Hidrográfica.....	28
Figura 7.	Localización del distrito de Curahuasi.....	29
Figura 8.	Terreno ubicado en el sector de Pampahuacho, Curahuasi.....	29
Figura 9.	Distribución de los tratamientos en los módulos de la parcela ....	42
Figura 10.	Disposición de las cintas de goteo en una unidad experimental.....	43
Figura 11.	Diseño de la disposición de laterales con cintas de riego. ....	43
Figura 12.	Promedio del diámetro del suelo mojado ....	61
Figura 13.	Promedio de la profundidad del bulbo húmedo ....	62
Figura 14.	Resultado de formación del diametro de suelo mojado y profundidad de bulbo húmedo para lamina de riego de 100, 80, 70 y 60% (a 45min) ....	63

Figura 15.	Promedio de la longitud del fruto.....	65
Figura 16.	Promedio del diámetro del fruto .....	66
Figura 17.	Promedio de la cantidad de numero de frutos por planta .....	68
Figura 18.	Promedio del rendimiento de pepinillo fresco (Tm/ha) .....	70
Figura 19.	Resultado del diámetro de suelo mojado .....	78
Figura 20.	Resultado de la profundidad del bulbo húmedo .....	79
Figura 21.	Resultado de la longitud del fruto.....	80
Figura 22.	Resultado del diámetro del fruto .....	81
Figura 23.	Resultado del número de frutos .....	82
Figura 24.	Resultado del rendimiento del cultivo de pepinillo. ....	83

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.	Productores de maíz, utilizando el riego por gravedad -2017.....	1
Fotografía 2.	Alcalde de la Municipalidad Distrital de Curahuasi y Gerente Regional de Desarrollo Económico - Festival del Choclo – 2025.....	3
Fotografía 3.	Santuario Nacional del Ampay – Laguna Uspacocha.....	4
Fotografía 4.	Descenso al 30% del nivel, Laguna de Uspacocha - 2022.....	5
Fotografía 5.	Limpieza del área del terreno para la instalación del cultivo.....	33
Fotografía 6.	Roturación del terreno agrícola.....	34
Fotografía 7.	Acondicionamiento del sistema de riego por goteo.....	35
Fotografía 8.	Mecanismo de obtención de las muestras de suelo.....	36



Fotografía 9.	Obtención de las muestras de agua de riego.....	38
Fotografía 10.	Instrumentos utilizados en la determinación de (ET <sub>o</sub> ).....	39
Fotografía 11.	Accesorios utilizados en el trabajo de investigación.....	44
Fotografía 12.	Prueba hidráulica en el campo experimental. ....	45
Fotografía 13.	Trabajos de evaluación de diámetro de suelo mojado y formación del bulbo húmedo en el suelo de los distintos tratamientos. ....	46
Fotografía 14.	Semilla variedad de pepinillo híbrido Darlington.....	47
Fotografía 15.	Surcado del terreno .....	48
Fotografía 16.	Siembra del pepinillo en bandejas almacigueras. ....	49
Fotografía 17.	Germinación de las semillas del pepinillo.....	50
Fotografía 18.	Siembra de los plantines de pepinillo en campo definitivo. ....	51
Fotografía 19.	Siembra de los plantines de pepinillo en campo definitivo. ....	52
Fotografía 20.	Registro de datos para la reposición del agua. ....	53
Fotografía 21.	Cosecha del pepinillo fresco de todos los tratamientos.....	54
Fotografía 22.	Cosecha del pepinillo fresco de cada tratamiento. ....	54
Fotografía 23.	Cosecha del pepinillo fresco de todos los tratamientos.....	55
Fotografía 24.	Caracterización física de los frutos del pepinillo fresco. ....	56
Fotografía 25.	Pesado de los frutos del pepinillo fresco. ....	57
Fotografía 26.	Formación de diámetro de suelo y formación de suelo húmedo. ....	60

## ÍNDICE DE ACRONIMOS

%PMP	Punto de marchitez permanente
%CC	Porcentaje de Capacidad de Campo
cm <sup>2</sup>	Centímetros cuadrados
Da	Densidad Aparente
DDS	Días después de la siembra
ET	Evapotranspiración
ETc	Evapotranspiración de cultivo
ETo	Evapotranspiración de referencia
km/h	Kilometro hora
Kp	Coeficiente del tanque clase A
Kc	Coeficiente de cultivo
l/m <sup>2</sup>	Litros por metro cuadrado
Ln	Lamina neta
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetros
mm/día	Milímetros por día
mm/cm	Milímetros por centímetro
ppm	Partes por millón
pH	Potencial de Hidrogeniones
RH	Humedad Relativa
RLAF	Riego localizado de alta frecuencia
T <sup>0</sup>	Temperatura
ha	hectárea
tm/ha	Toneladas métricas por hectárea
UNSAAC	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

## RESUMEN

En la investigación se instaló riego localizado de alta frecuencia (RLAF) y se evaluó el efecto del riego deficitario y frecuencia de riego en la formación de bulbo húmedo y rendimiento del cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.); en una parcela experimental situada en la comunidad de la Unión, sector de Pampahuacho del distrito de Curahuasi, provincia de Abancay de la región de Apurímac. El estudio se basó en un diseño de bloques completos al azar distribuidos en la parcela experimental, agrupado en cinco bloques, dentro de cada bloque se distribuyeron cuatro láminas de riego de: 100%; 80%; 70% y 60%. Los mejores resultados se obtuvieron con lámina de riego de 80%; obteniéndose promedios estadísticos para la formación de bulbo húmedo; diámetro de suelo mojado 18.37cm y profundidad de bulbo húmedo 35.87cm. Respecto al rendimiento del cultivo se obtuvo promedios estadísticos; longitud de fruto 24.19cm, diámetro de fruto 6.68cm, cantidad de frutos 7.50 unidades y finalmente el rendimiento de 91.35 tm/ha. Así también con lámina de riego de 100% se obtuvo resultados similares. El estudio reveló que los tratamientos de riego con láminas del 100% y 80% mostraron diferencias estadísticas significativas en comparación con los tratamientos de láminas de riego del 70% y 60%. Así mismo con la planilla de riego se logró calcular la demanda hídrica con láminas de riego de 100% y 80% registrándose 550.90mm y 510.39mm de necesidades totales para la reposición de agua en el cultivo respectivamente.

Palabra clave: *Cucumis sativus*, Riego deficitario, Bulbo húmedo, Rendimiento.

## SUMMARY

In this research, high frequency localized irrigation (HFLI) was installed, and the effect of deficit irrigation and irrigation frequency on wetting bulb formation and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) was evaluated in an experimental plot located in the community of La Unión, Pampahuacho sector of the Curahuasi district, Abancay province, Apurímac region. The study was based on a randomized complete block design distributed in the experimental plot, grouped into five blocks. Within each block, four irrigation levels were distributed: 100%, 80%, 70%, and 60%. The best results were obtained with an 80% irrigation depth, yielding statistical averages for wetting bulb formation: wetted soil diameter of 18.37 cm and wetting bulb depth of 35.87 cm. Regarding crop yield, the following statistical averages were obtained: fruit length 24.19 cm, fruit diameter 6.68 cm, number of fruits 7.50, and a final yield of 91.35 t/ha. Similar results were obtained with a 100% irrigation depth. The study revealed that the 100% and 80% irrigation treatments showed statistically significant differences compared to the 70% and 60% irrigation treatments. Likewise, with the irrigation schedule, it was possible to calculate the water demand with irrigation levels of 100% and 80%, registering 550.90mm and 510.39mm of total needs for water replenishment in the crop respectively.

Keyword: *Cucumis sativus*, Deficit irrigation, Wet bulb, Yield.

## INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación nace sobre una realidad preocupante que el Perú se encuentra en el puesto 66 en el ranking de estrés hídrico de las Naciones Unidas, con un rango que oscila entre -40% y -80%, colocándolo entre los países con mayor probabilidad de enfrentar escasez de agua dulce para el 2040. Esta situación de alta vulnerabilidad se ve agravada por el impacto del cambio climático, que ya está alterando los sistemas hidrológicos del país.

El pepinillo o pepino (*Cucumis sativus* L.) es una especie importante de la familia Cucurbitaceae y corresponde a uno de los cultivos hortícolas más antiguos, pues fue domesticado en India hace unos 3000 años (Deepa, Hadimani, Hanchinamani, Shet, Koulgi, & Ashok, 2018).

La producción estadística de pepinillo en el Perú es de 41.583 tn/año de los cuales la región Lima es el mayor productor con el 39 % (16.052tn/año) y la región Apurímac produce el 0.35%(144tn/año) del total de la producción nacional (MIDAGRI, 2022).

En la investigación se evaluó el riego deficitario utilizando cuatro láminas de riego, todas inferiores a la lámina de evapotranspiración (ET<sub>o</sub>) del cultivo de pepinillo. A través de este análisis, se logró identificar cuál es la lámina de agua más adecuada para aplicar en el cultivo. Los resultados obtenidos permitieron plantear un sistema de riego que logre optimizar el uso del recurso hídrico, asegurando un balance adecuado entre la eficiencia del agua utilizada y el rendimiento del cultivo de pepinillo. Finalmente, la aplicación del riego deficitario al 80% a una frecuencia de riego diaria según los resultados nos permite optimizar el uso del recurso hídrico de una manera eficiente, logrando así un uso racional del recurso hídrico en la región sierra del Perú, en especial del distrito de Curahuasi, de la provincia de Abancay.



## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Situación Problemática**

Actualmente nuestro país se ubica en el puesto 66 del ranking de estrés hídrico de los estados miembros de las Naciones Unidas. Asimismo, estudios recientes colocan al Perú en un rango de estrés hídrico entre -40 % y -80 %, ubicándonos entre los países con mayor probabilidad de escasez de agua dulce para el 2040; evidenciando que el Perú se encuentra en una situación de alta vulnerabilidad al riesgo de la crisis por el agua, junto al impacto del cambio climático (World Resources Institute, 2025).



**Fotografía 1. Productores de maíz, utilizando el riego por gravedad -2017.**

### **1.1.1. Escases del recurso hídrico en el distrito de Curahuasi.**

Curahuasi es un distrito de la Provincia de Abancay, región de Apurímac, con un gran potencial agrícola en la producción del anís (*Pimpinella anisum*; L.) el cual es un cultivo estacional que solo necesita de las condiciones ambientales de precipitaciones fluviales y no tiene mucha demanda hídrica; durante muchos años Curahuasi ha sido denominada como la capital mundial del anís. Sin embargo, en los últimos años los agricultores han optado por sustituir el cultivo del anís por cultivos de Maíz (*Zea mays* L.) y plantaciones de paltos (*Persea americana*) estas nuevas alternativas de cultivo han agudizado más el problema de escases hídrica en el distrito, estos cultivos son de alta demanda hídrica, más aún por el mal uso del recurso hídrico, ya que los agricultores riegan estos cultivos por la técnica de riego por gravedad o inundación. Estas nuevas alternativas de cultivo han sido promovidas por autoridades locales y regionales a través de proyectos de inversión con código único de inversiones (CUI):

**CUI: 2335794:** Mejoramiento de los servicios de apoyo al desarrollo de la cadena productiva de la palta en 85 localidades de 30 distritos en las provincias de Abancay, Andahuaylas, Aymaraes y Chincheros de la región Apurímac.

**CUI: 2302268:** Mejoramiento de la competitividad de la cadena productiva del cultivo de maíz amiláceo en las provincias de Abancay, Aymaraes, Antabamba, Grau y Cotabambas de la Región de Apurímac, 5 provincias del departamento de Apurímac.



**Fotografía 2.      Alcalde de la Municipalidad Distrital de Curahuasi y Gerente Regional de Desarrollo Económico - Festival del Choclo – 2025.**

Particularmente en el distrito de Curahuasi, en la comunidad La Unión, sector de Pampahuacho, los agricultores aún no han implementado un programa de riego adecuado, lo que puede resultar en un uso ineficiente del agua y una menor productividad en cultivos o áreas agrícolas. Esto sucede porque se aplica el agua al suelo sin tener en cuenta factores importantes como las necesidades hídricas de las plantas, las condiciones climáticas y las características del suelo. Al no considerar estos aspectos, no se optimiza la cantidad de agua utilizada, lo que puede afectar negativamente el rendimiento del cultivo.

Actualmente, el 90% de estos productores utilizan el riego por inundación. Este método no permite determinar con precisión la lámina de agua adecuada que debe aplicarse, lo que resulta en un exceso de humedad en el cultivo.

Es así que la presente investigación plantea evaluar el efecto del riego deficitario en la formación del bulbo húmedo y rendimiento del cultivo de pepinillo, en los valles interandinos del distrito de Curahuasi.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **a. Problema General**

¿Cuál será el efecto del riego deficitario y frecuencia de riego para la formación de bulbo húmedo y rendimiento del cultivo de pepinillo?

### **b. Problemas específicos**

¿Cómo afectará el riego deficitario en la formación del diámetro y profundidad del bulbo húmedo del cultivo de pepinillo?

¿Cómo afectará el riego deficitario en el rendimiento del cultivo de pepinillo?

¿Cómo afectará la frecuencia de riego en la formación de bulbo húmedo del cultivo de pepinillo?

¿Cómo afectará la frecuencia de riego en el rendimiento del cultivo de pepinillo?

## **1.3. Justificación de la Investigación.**

En la Región de Apurímac, la problemática de la escases del agua dulce que se ve agravada por el impacto del cambio climático, el cual ya está alterando los sistemas hidrológicos en la provincia de Abancay, principalmente en el Santuario Nacional del Ampay, reconocido y creado por el estado peruano el 23 de julio de 1987.



**Fotografía 3. Santuario Nacional del Ampay – Laguna Uspacocha.**





**Fotografía 4. Descenso al 30% del nivel, Laguna de Uspacocha - 2022.**

La fotografía 4, nos muestra los efectos del cambio climático que tiene impacto directo en la disminución de las fuentes de agua dulce por la alteración de los sistemas hidrológicos, principalmente del retroceso del glaciar y la disminución del volumen de almacenamiento de agua dulce de la laguna de Uspacocha del Santuario Nacional del Ampay ubicado en la provincia de Abancay.

Así mismo en el distrito de Curahuasi de la provincia de Abancay, es urgente optimizar el uso del agua ya que el manejo de sistemas de riego tecnificado es limitado. Los productores de hortalizas en esta zona siguen utilizando mayoritariamente el riego por inundación. Esta aplicación de riego tradicional no permite aplicar la lámina de agua óptima, lo que resulta en humedades excesivas que pueden dañar los cultivos.

Estas condiciones adversas producen daños al cultivo y, en consecuencia, el rendimiento de las cosechas. Por esta razón, se realiza esta investigación con el objetivo de identificar la lámina de riego más adecuada para las condiciones climáticas específicas de la zona y para las características del cultivo.



Al lograr una aplicación más precisa del agua, se espera no solo mejorar los rendimientos del cultivo, sino también contribuir al desarrollo económico de los productores locales, optimizando el uso del recurso hídrico y reduciendo los problemas asociados al riego por inundación. Esta investigación tiene el potencial de ofrecer soluciones prácticas que promuevan la sostenibilidad agrícola en el distrito de Curahuasi.

Al contar con una lámina de agua adecuada y un buen diseño de riego ofrece múltiples beneficios para los productores de hortalizas. Algunos de estos beneficios incluyen: La aplicación precisa de la lámina de riego garantiza que las plantas reciban la cantidad exacta de agua que necesitan, lo que evita el desperdicio y maximiza la eficiencia del uso del recurso hídrico. Reducción en los requerimientos de mano de obra, un sistema de riego bien diseñado puede automatizar y simplificar el proceso de riego, reduciendo la necesidad de intervención manual y, por lo tanto, los costos de mano de obra. Un riego adecuado minimiza la creación de condiciones excesivamente húmedas que favorecen la proliferación de plagas, enfermedades y malezas, contribuyendo a un cultivo más saludable y menos dependiente de tratamientos químicos.

Para lograr estos beneficios, es fundamental que los productores de hortalizas se familiaricen con los sistemas de riego más eficientes y adecuados para sus condiciones específicas. Al adoptar prácticas de riego optimizadas, no solo pueden aumentar los rendimientos de sus cultivos, sino que también pueden hacer un uso más sostenible y responsable del agua, un recurso cada vez más limitado. Esto no solo mejora la productividad, también garantizara la sostenibilidad de actividades agrícolas en la producción de hortalizas en la región Apurímac.

#### **1.4. Objetivos de la Investigación**

##### **a. Objetivo general**

Determinar el efecto del riego deficitario y frecuencia de riego para la formación de bulbo húmedo y rendimiento del cultivo de pepinillo.

##### **b. Objetivo específico**

Determinar el efecto del riego deficitario en la formación del diámetro y profundidad del bulbo húmedo del cultivo de pepinillo.

Determinar el efecto del riego deficitario en el rendimiento del cultivo de pepinillo.

Determinar el efecto de la frecuencia de riego en la formación de bulbo húmedo del cultivo de pepinillo.

Determinar el efecto de la frecuencia de riego en el rendimiento del cultivo de pepinillo.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

### **2.1. Bases Teóricas**

#### **2.1.1. Riego deficitario (RD)**

Gurovich (1998). Señala que el riego deficitario tiene por objetivo el control del desarrollo vegetativo de la planta, el cual consiste en aportar agua de riego en cantidades inferiores a los requerimientos evapotranspirativos de una planta.

Fereres y Villalobos (2016). Debido a los gastos relacionados con el desarrollo de sistemas de riego, la mayoría de estos están diseñados para proporcionar el agua necesaria que satisfaga las demandas de los cultivos (ETc). No obstante, en situaciones donde hay una falta estructural de recursos hídricos, como cuando se incrementa el área regada sin un aumento correspondiente en la disponibilidad de agua, ocurre escasez temporal durante períodos de sequía, se recurre al riego deficitario (RD). Esta técnica de manejo del riego implica aplicar menos agua de la necesaria, lo que resulta en que la transpiración de las plantas sea menor que su máximo potencial en condiciones sin estrés.

#### **2.1.2. Riego por goteo**

Palomino (2007) el riego por goteo es un sistema que conduce el agua a través de tuberías hasta el punto donde libera el agua de gota a gota, donde el agua se infiltra en el suelo generando y manteniendo la humedad de la lámina de riego en la zona radicular de la planta llamado también bulbo húmedo.

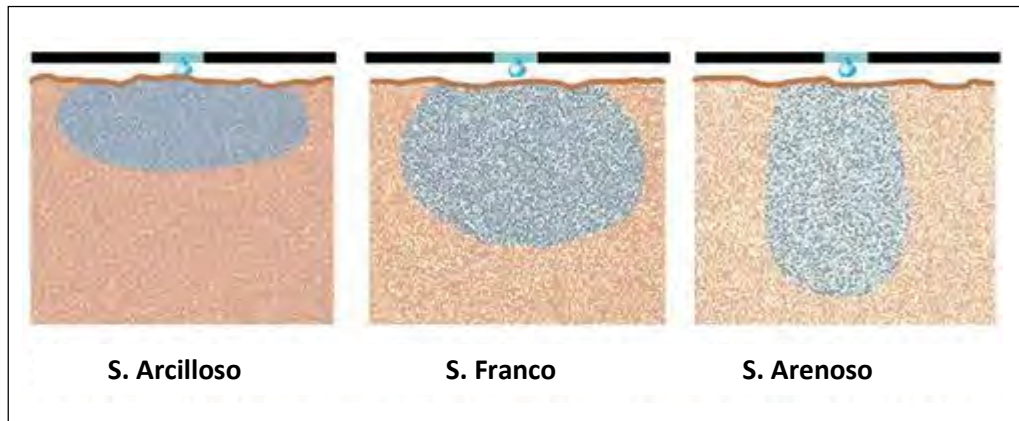
#### **2.1.3. Láminas de riego por goteo**

Según (Daza et al., 2015), indican que las láminas de riego en el cultivo de inciden significativamente en la mayor longitud de raíz, debido a la necesidad de las plantas de buscar agua en situaciones de escasez.

#### **2.1.4. Bulbo húmedo**

Palomino (2007) la formación de bulbo húmedo es el resultado del riego por goteo donde el agua se distribuye por el suelo formando un padrón de humedecimiento dando lugar a la formación del bulbo húmedo. Las tuberías por donde se conduce y

se libera el agua gota a gota a través del gotero en la denominada zona de saturación ocurre que la velocidad de infiltración disminuye a medida que el suelo se humedece, ver Figura 1.



**Figura 1. Textura del suelo y bulbo húmedo.**

Fuente: Fernández (2010).

#### **2.1.5. Componentes de un sistema de riego por goteo**

El sistema de riego tecnificado abarca varios componentes clave que aseguran un manejo eficiente y controlado del agua desde su captación hasta su aplicación en el campo. Los elementos principales del sistema incluyen:

- a. Toma de captación del agua:** Este es el punto inicial donde se extrae el agua para riego. Dependiendo de la fuente de agua (río, embalse, pozo, etc.), el diseño de la captación variará.
- b. Tratamiento preliminar del agua:** Antes de que el agua sea distribuida por el sistema de riego, puede ser necesario un tratamiento preliminar para asegurar su calidad y evitar obstrucciones en los componentes del sistema.

**Desarenador:** Si el agua se capta desde un río, es fundamental construir un desarenador para eliminar partículas de arena y otros sedimentos. Esto previene daños y obstrucciones en las tuberías y emisores del sistema.

c. **Sistemas de prefiltros y componentes de cabezal:** Estos elementos son cruciales para filtrar el agua antes de su distribución en el sistema de riego. Incluyen filtros de diferentes tipos (de malla, de anillas, de arena) que eliminan impurezas que podrían afectar el funcionamiento del sistema.

d. **Accesorios y control:**

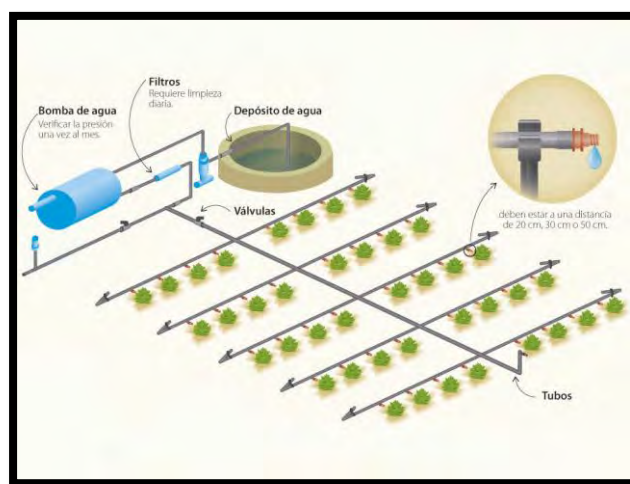
**Medidor de caudal:** Permite monitorear la cantidad de agua que fluye a través del sistema, asegurando que se aplica la cantidad correcta al cultivo.

**Medidor de presión:** Es importante para mantener una presión adecuada en el sistema, lo que asegura un riego uniforme y eficiente.

**Válvulas y llaves:** Estos dispositivos permiten controlar y dirigir el flujo de agua en diferentes partes del sistema, facilitando su manejo y mantenimiento.

e. **Sistema de fertirrigación:** Este componente permite la aplicación de fertilizantes disueltos en el agua de riego, lo que facilita una distribución uniforme de nutrientes directamente a las raíces de las plantas. Este proceso mejora la eficiencia del uso de fertilizantes y puede incrementar el rendimiento del cultivo.

La implementación adecuada de todos estos componentes garantiza que el sistema de riego sea eficiente, sostenible y capaz de maximizar la productividad agrícola, como se describe en la Figura 2.



**Figura 2. Sistema de riego por goteo**

### 2.1.6. Eficiencia de riego

Cisneros (2003) para la eficiencia de riego es determinante el método de riego utilizado es decir cuál sea el método de riego aplicado se medirá por el litro de agua útil en el suelo por cada 100 litros aplicado, la eficiencia de riego también se determina por la cantidad de agua útil que sobra en el suelo después de la aplicación de un método de riego.

**Tabla 1. Métodos de riego (litros/ 100l aplicados)**

<b>METODO DE RIEGO</b>	<b>AGUA UTIL PARA EL CULTIVO</b>
<b>Tendido</b>	20 a 30
<b>Surcos</b>	40 a 70
<b>Aspersión</b>	65 a 80
<b>Goteo</b>	<b>90 a 95</b>

Fuente: Cisneros (2003).

### 2.1.7. Diseño agronómico

Es muy crucial el diseño agronómico del sistema de riego, un diseño bien planificado asegura que las plantas reciban la cantidad de agua adecuada en el momento oportuno, optimizando el uso del recurso hídrico y maximizando el rendimiento del cultivo (Mendoza 2013).

#### **Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>)**

Para la determinación de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>), existen diversos métodos desarrollados por distintos investigadores, como Hargreaves, Linacre, Papadakis, Serruto, y García. Sin embargo, los métodos más comúnmente utilizados y recomendados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) son el método del tanque evaporímetro y la ecuación de Penman-Monteith.

- a) **Método del Tanque Evaporímetro:** Este método se basa en la medición directa de la evaporación del agua desde un tanque, generalmente un tanque de Clase A. La evaporación medida se ajusta con un coeficiente para estimar la ETo. Es un método sencillo y ampliamente utilizado en campo debido a su facilidad de aplicación.
- b) **Ecuación de Penman-Monteith:** Considerado como el estándar por la FAO, este método es más complejo y preciso. Combina factores meteorológicos como la RS, T<sup>0</sup>, humedad relativa, y velocidad del viento para calcular la evapotranspiración de referencia (ETo). La ecuación de Penman-Monteith es preferida en situaciones donde se dispone de datos meteorológicos detallados y se busca una alta precisión en la estimación de la ETo.

#### **Evapotranspiración del cultivo (ETc)**

La ETc es la pérdida de humedad por evapotranspiración de un cultivo que desarrolla su crecimiento en las óptimas condiciones (buena humedad del suelo y libre de enfermedades fitosanitarias). El cálculo de la ETc siempre se realizará siempre las condiciones normales de campo de cultivo. Véase la siguiente ecuación.

$$ET_c = ET_o * K_c$$

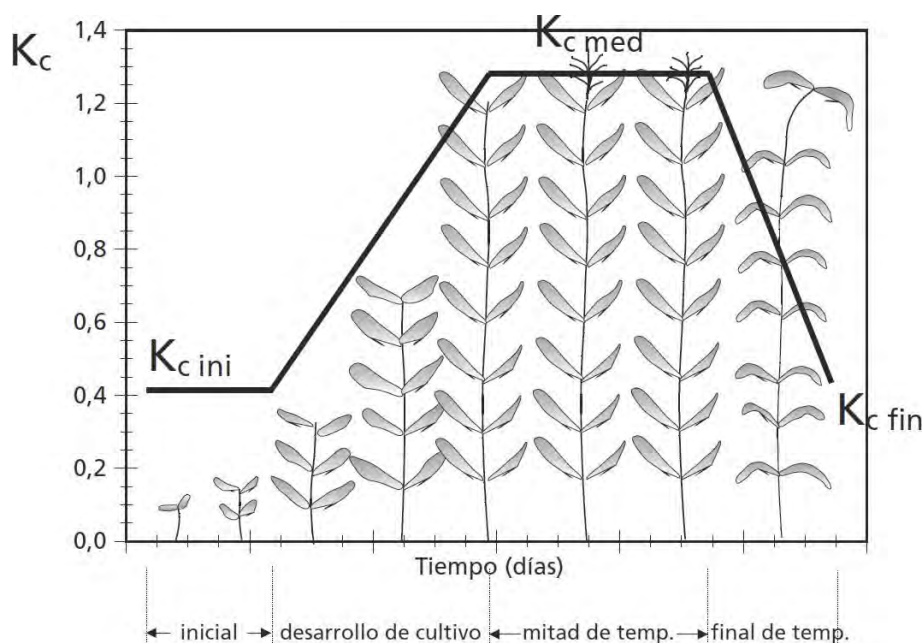
#### **Donde:**

Coeficiente del cultivo (Kc)

Evapotranspiración del cultivo (ETc)

Evapotranspiración de referencia (ETo)

El (**K<sub>c</sub>**) nos muestra las variaciones del volumen de agua extraída por la planta desde el suelo, además este es un valor adimensional. El K<sub>c</sub> esta en función al estado fisiológico de la planta y es variable, se inicia en la siembra y finaliza en la cosecha, este valor es independiente para los distintos cultivos (Figura 3).



**Figura 3. Grafica de la curva del K<sub>c</sub>.**

Fuente: Riego y Drenaje (56) Estudios FAO

Se puede determinar el requerimiento hídrico del cultivo de pepinillo, para ello se utilizará los datos registrados en las siguientes tablas (Tabla 2 y 3), se utilizará dichos datos en una planilla de Excel para manejo de riego en parcela.

**Tabla 2. Etapas del ciclo vegetativo de cultivo de pepinillo.**

Hortalizas - Familia de las Cucurbitáceas							
Cultivo	Etapas de crecimiento del cultivo				Total (días)	Fecha de siembra	Región
	Inicial (L ini.)	Desarrollo (Ldes.)	Mediados (Lmed.)	Final (Lfinal.)			
Pepino	20	30	40	15	105	Junio/Ago.	Región Árida
(pepinillo)	25	35	50	20	130	Nov; Feb.	Región Árida

Fuente: Estudios FAO: Riego y Drenaje (56)



**Tabla 3. Valores del coeficiente único (promedio temporal) del cultivo, Kc.**

Hortalizas - Familia de las Cucurbitáceas					
Cultivo	Valores del coeficiente único (promedio temporal) del cultivo, Kc				Altura Máx. Cultivo (m)
	Tipo de cosecha	Kc ini1	Kc med	Kc fin	
Pepino (pepinillo)	Cosechado Fresco	0.6	1	0.75	0.3
	Cosechado a Máquina	0.5	1	0.9	0.3

Fuente: Estudios FAO: Riego y Drenaje (56)

En la gestión del riego agrícola, es crucial distinguir entre las necesidades netas (Nn) de agua (la cantidad de agua realmente necesaria para el cultivo) y las necesidades totales (Nt) de agua (la cantidad de agua que debe aplicarse para satisfacer las necesidades del cultivo considerando las pérdidas).

Las necesidades totales de agua suelen ser significativamente mayores que las necesidades netas debido a varios factores que pueden causar pérdidas o ineficiencias en el sistema de riego:

- a. **Infiltración Profunda:** Parte del agua aplicada puede infiltrarse más allá de la zona efectiva de las raíces. Por lo tanto, se debe considerar un margen adicional para compensar esta pérdida.
- b. **Salinidad:** Si hay riesgo de acumulación de sales en el suelo, es necesario aplicar más agua para leaching, o lavado del suelo.
- c. **Uniformidad de Riego:** La eficiencia del sistema de riego puede no ser perfecta, lo que puede llevar a una distribución desigual del agua. Para garantizar que todas las áreas del campo reciban la cantidad adecuada de agua, se debe considerar un incremento en la cantidad total de agua aplicada.

Al diseñar un sistema de riego, es fundamental calcular las Nt de agua teniendo en cuenta estos factores adicionales.

### **2.1.8. Diseño geométrico**

#### **a) Disposición de las tuberías**

Según Mendoza (2013), menciona que una de los criterios a observar en el diseño e instalación de un sistema de riego localizado por goteo es la adecuada disposición de las tuberías de acuerdo al pendiente del terreno.

Para minimizar los efectos de la variación de presión en las tuberías laterales se sugiere que se distribuyan siguiendo las curvas a nivel, y las tuberías portallaterales, en sentido de la pendiente del terreno y de existir pendientes muy pronunciadas, se recomienda instalar los reguladores de presión (Figura 4).

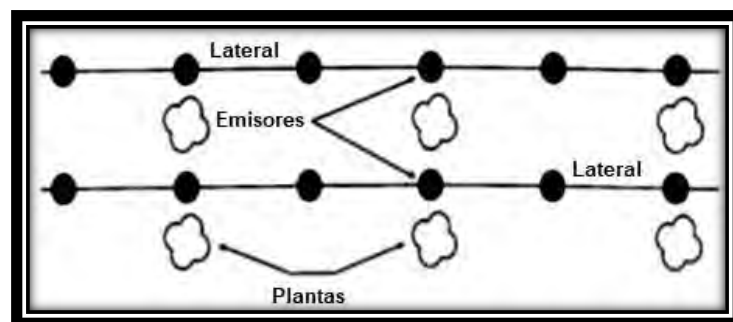


**Figura 4. Disposición de las cintas para riego por goteo.**

Fuente: Wiquifarmer, (2025).

### b) Disposición de los goteros

Según Monge (2018), la disposición de los goteros, se dispone de acuerdo al tipo de plantación de cultivos, ya sea para cultivos leñosos o hortícolas, donde para este último se recomienda utilizar un lateral de riego por fila de plantas (Figura 5).



**Figura 5. Disposición de los goteros.**

Fuente: Monge, (2018).

### c) Caudal emitido por los goteros

Por lo general el caudal para goteros varía desde 0.5 hasta 8.0 Litros/hora. Se selecciona según el volumen de suelo a humedecer; para cultivos hortícolas y herbáceos se emplean generalmente caudales desde 0.5 a 4.0 L/h (Monge, 2018).

#### 2.1.9. Diseño hidráulico

Es muy importante controlar la velocidad del flujo de agua en las tuberías para evitar problemas como la erosión, las pérdidas de carga excesivas y la reducción de la eficiencia del sistema. Las recomendaciones para las velocidades máximas del flujo de agua en diferentes tipos de tuberías (Monge, 2018).

**a. Tuberías Principales y Secundarias:** La velocidad máxima del flujo en estas tuberías suele ser de 2.5 a 3.0 m/s. En estas tuberías, que suelen tener diámetros más grandes, la mayor capacidad de flujo permite mantener velocidades relativamente altas sin provocar grandes pérdidas de carga.

**b. Tuberías Terciarias y Laterales:** En tuberías de menor diámetro, la velocidad máxima del flujo debe ser menor, entre 1.5 y 2.0 m/s. Las tuberías más pequeñas tienen una mayor resistencia al flujo de agua, lo que puede llevar a mayores pérdidas de carga y potenciales problemas de erosión si la velocidad es demasiado alta.

**Tabla 4. Recomendación de velocidad de agua en tuberías (m/s)**

<b>Velocidad del agua</b>	<b>Tuberías principales y secundarias</b>	<b>Tuberías terciarias y Laterales</b>	<b>Gravedad</b>	<b>Impulsiones</b>
Velocidad máx.	2.5 – 3.0	1.5 – 2.0	3.0	1.5 – 2.0
Velocidad mín.	0.5	0.5	0.5	1.0

Fuente: Monge, (2018).

#### **2.1.10. Punto de marchitez.**

Orson, I. y Vaughn, H. (1985). Manifiesta que el contenido de humedad de los suelos, cuando las plantas se marchita permanentemente, que corresponde el límite inferior de la humedad aprovechable por los vegetales. La planta se marchita cuando no puede obtener permanentemente humedad necesaria para hacer frente a sus requerimientos hídricos. Cuando se registran vientos tropicales la planta sufre un marchitamiento transitorio, seguidamente las plantas se recuperan en el transcurso del día sobre todo en las horas más frías, mediante el cálculo de humedad del terreno en el cual las plantas se han marchitado.

#### **2.1.11. Disponibilidad de agua en el suelo.**

Según Palomino (2007) indica los efectos negativos si se excede o reduce la cantidad de agua disponible para una planta en campo definitivo, el cual estaría entre la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PMP). Si el contenido de humedad del suelo se mantiene por encima de la CC, hay un riesgo de que la escasez de aire en el suelo limite el crecimiento adecuado de las plantas. Por otro lado, si la humedad se encuentra cerca del punto de marchitez permanente, causará deterioros irreparables al cultivo, en términos fisiológicos.

#### **2.1.12. Capacidad de Campo (CC).**

Palomino (2007) indica que la CC es el punto máximo de retención de agua en un suelo con suficiente capacidad de drenaje estándar el cual se alcanza según la textura del suelo en un promedio de medio día a 3 días después de aplicar riego.

Según Orson, I. y Vaughn, H. (1985) la CC es el restante de agua que permanece en el suelo después de que discurre el agua gravitacional. Además, el concepto de capacidad de campo se refiere estrictamente a la cantidad de agua que es aprovechada eficientemente por la planta en un determinado tiempo.

#### **2.1.13. Pepinillo (*Cucumis sativus* L.)**

##### **a) Taxonomía**

Jeffrey (1991), clasificación taxonómica del pepinillo:

Clase	:	Dicotiledónea
Orden	:	Cucurbitales
Familia	:	Cucurbitaceae
Género	:	Cucumis
Especie	:	Sativus

## **b) Sanidad del cultivo y desórdenes fisiológicos.**

En el cultivo de pepinillo, es importante estar atento a las enfermedades fungosas que pueden afectar tanto al inicio como al desarrollo de las plantas. Pueden presentarse enfermedades como la chupadera (*Rhizoctonia solani*) Esta enfermedad ataca el cuello de las plántulas, causando un colapso y marchitamiento que puede llevar a la muerte de las plantas si no se trata a tiempo; mientras que durante el desarrollo de las plantas pueden presentarse otras enfermedades fungosas como mildiu y oídio.

## **c) Condiciones del fruto.**

Según Sayre (2018). El fruto del pepinillo (*Cucumis sativus*) tiene características distintivas que lo diferencian de otros vegetales. Aquí tienes una descripción detallada:

**Forma:** El fruto es alargado y oblonga, es decir, tiene una forma alargada y ligeramente ovalada.

**Superficie:** Puede estar más o menos cubierto de tubérculos espinescentes, que son pequeñas protuberancias o espinas que cubren su superficie. Estos tubérculos pueden variar en cantidad y tamaño.

**Color:** El color del fruto varía desde blanco hasta verde oscuro. A medida que el fruto madura, el color cambia a amarillo.

**Pulpa:** En su pulpa, el pepinillo contiene numerosas semillas. Estas semillas tienen una forma oblonga (alargada) y comprimida, lo que es típico de los frutos de pepinillo. Estas características hacen que el pepinillo sea fácilmente identificable y son importantes tanto para el cultivo como para el manejo post-cosecha.

#### **d) Variedades.**

Según Sayre (2018) se refiere a las variedades cultivadas en el Perú y comerciales:

**Marketmore 76**, Tiene un ciclo de desarrollo medio, vigoroso y tipo de floración monoica; además es exigente a la calor y luz sobre todo en épocas donde se presenta la polinización. Su floración es de 27 - 34 días después, seguidamente se cosecha en un tiempo de 43 a 50 días finalizando en un tiempo de 90 días. Los frutos tienen una tonalidad verde oscuro. (Babilonia y Reátegui, 1994).

**Híbrido Darlington**, es una variedad muy similar a la anterior y se cosecha en un tiempo de 45 días y finalizando a los 105 días; tiene buena producción y vigorosa, su germinación es a los 6 a 8 días. Tiene floración ginóica; es resistente a alta humedad y múltiples enfermedades causadas por virus o Pseudomonas (Hidrovo y Vélez, 2016).

**Híbrido Straight eight**, posee abundantes flores femeninas, posee muy buena adaptación y excelente rendimiento; además presenta buena producción de número de frutos con características cilíndricas que varía entre 24 cm y 6 cm de longitud y diámetro respectivamente; alta resistencia a enfermedades. Recomendable remojar la semilla de 8 a 10 hrs (Freitas, 2017).

#### **e) Cosecha y post-cosecha.**

En la producción de pepinillo para encurtido, las variedades generalmente se caracterizan por frutos más cortos, con un crecimiento máximo maduro que suele alcanzar alrededor de los 12 cm de longitud. Desde una perspectiva económica, es crucial cosechar estos frutos cuando tienen un tamaño menor, ya que esto optimiza la calidad y el valor del producto final.

## **2.2. Marco conceptual.**

### **2.2.1. Agua para riego y su dureza.**

La dureza del agua es la cantidad de minerales presentes, que incluye carbonatos, sulfatos, nitratos y otros compuestos. Esta característica no es deseable en sistemas de riego por goteo, ya que los precipitados, como los carbonatos, pueden bloquear los goteros, perjudicando la uniformidad del riego.

### **2.2.2. Radiación solar.**

Estudio FAO 56. (2006). Menciona que el proceso de la evapotranspiración está determinado por la cantidad de energía disponible para evaporar el agua. La radiación solar es la más importante fuente de energía en el planeta y puede cambiar grandes cantidades de agua líquida en vapor de agua. La cantidad potencial de radiación que puede llegar a una superficie evaporante viene determinada por su localización y época del año. Debido a las diferencias en la posición del planeta y a su movimiento alrededor del sol, esta cantidad potencial de radiación es diferente para cada latitud y para las diversas estaciones del año.

### **2.2.3. Temperatura del aire.**

Estudio FAO 56. (2006). Dice que la radiación solar absorbida por la atmósfera y el calor emitido por la tierra elevan la temperatura del aire. El calor sensible del aire circundante transfiere energía al cultivo y entonces ejerce un cierto control en la tasa de evapotranspiración. En un día soleado y cálido, la pérdida de agua por evapotranspiración será mayor que en un día nublado y fresco.

### **2.2.4. Humedad del aire.**

Estudio FAO 56. (2006). Señala que mientras que el aporte de energía del sol y del aire circundante es la fuerza impulsora principal para la evaporación del agua, la diferencia entre la presión de vapor de agua en la superficie evapotranspirante y el aire circundante es el factor determinante para la remoción de vapor. Áreas bien regadas en regiones áridas secas y calientes, consumen grandes cantidades de



agua debido a la gran disponibilidad de energía y al poder de extracción de vapor de la atmósfera. En cambio, en regiones húmedas tropicales, a pesar de que el ingreso de energía es elevado, la alta humedad del aire reducirá la demanda de evapotranspiración. En este último caso, como el aire está ya cerca de saturación, puede absorber menos agua adicional y por lo tanto la tasa de evapotranspiración es más baja que en regiones áridas.

#### **2.2.5. Velocidad del viento.**

Estudio FAO 56. (2006) indica respecto al proceso de remoción de vapor depende en alto grado del viento y de la turbulencia del aire. Con la evaporación del agua, el aire sobre la superficie evaporante se satura gradualmente con vapor. Si este aire no se substituye continuamente por un aire más seco, disminuye la intensidad de remoción de vapor de agua y la tasa de evapotranspiración disminuye. La demanda evapotranspiratoria es alta bajo condiciones de tiempo caliente y seco debido a la sequedad del aire y de la cantidad de energía disponible como radiación solar directa y calor latente. Bajo estas circunstancias, mucho vapor de agua puede ser almacenado en el aire mientras que el viento puede promover el transporte del agua permitiendo que se retire mayor cantidad de vapor de agua. Por otra parte, bajo condiciones atmosféricas húmedas, la alta humedad del aire y la presencia de nubes hacen que la tasa de evapotranspiración sea más baja. El aumento de la velocidad del viento para las dos condiciones climáticas presentadas, afecta la evapotranspiración.

#### **2.2.6. Tanque evaporímetro A.**

Estudio FAO 56. (2006). Señala que el tanque Clase A es circular, 120,7 cm de diámetro y 25 cm de profundidad. Está construido de hierro galvanizado o de láminas de metal (0,8 mm). El tanque se sitúa sobre una plataforma de madera en forma de reja que se encuentra a 15 cm por encima del nivel del suelo. El tanque debe estar a nivel. Una vez instalado, el tanque se llena con agua hasta 5 cm por debajo del borde y el nivel del agua no debe disminuir hasta más de 7,5 cm por debajo del borde. El agua debe ser regularmente cambiada, al menos semanalmente, para eliminar la turbidez. Si el tanque es galvanizado, debe ser pintado anualmente con pintura de aluminio. Las mallas sobre los tanques deben evitarse.

#### **2.2.7. El Manómetro.**

Instrumento de uso muy difundido utilizado para el control y la medición de la presión manométrica de un fluido ya sea en estado gaseoso o líquido, el cual se mantiene en un espacio cerrado o circula por algún tipo de tuberías.

### **2.3. Antecedentes empíricos de la investigación.**

Quijaite (1995) llevo adelante un proyecto de investigación en la prueba de rendimiento del pepinillo (*Cucumis sativus* L.) var. 'Market More 70', aplicando 3 diferentes distanciamientos para evaluar el distanciamiento más adecuado y obtener el mayor rendimiento productivo. La investigación consistió en bloques al azar con 4 repeticiones, 2 y 3 plantas por golpe y se utilizaron fertilizantes en una cantidad de 80 kg/ha. Con la Prueba de Duncan 0.05 los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento A1 b0 (1.25 m entre surcos 0.30 m entre golpes, dejando 2 plantas en cada golpe), así mismo le siguió el tratamiento A2bo (1.00 m entre surcos 0.30 m entre golpes, dejando dos plantas en cada golpe).

Gastanadui y Noemi, (2017) realizaron otro trabajo de investigación donde se evaluó el rendimiento del pepinillo (*Cucumis sativus* L.) en tres variedades, utilizando sustrato hidropónico. Los tratamientos que sobresalieron en los resultados son: T6 y T3 con 27. 79 kg / m<sup>2</sup> y 25. 75 kg / m<sup>2</sup> respectivamente. Así mismo se consideró el promedio del peso más alto (543. 98gr/fruto y 543. 04 gr/fruto), así como la mayor cantidad de frutos por planta con (26 y 24 frutas).

Mercado y Erasmo, (2017) en su investigación sobre el rendimiento comparativo de cuatro híbridos y un control comercial de pepinillo, realizado en el valle de Viru. En los resultados, informan que el híbrido C121138 logró 30. 75 flores femeninas por planta, mientras que el híbrido de control alcanzó 27. 25 gramos por planta.

Mendoza (2023), en su investigación titulada “Respuesta productiva del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) al riego deficitario, El Triunfo-Guayas”, utilizo láminas de riego de 100%, 80%, 60% y 40% en sus resultados reportó (números de frutos por planta: 3.56; 4.78; 2.46 y 1.18 unidades) (diámetro del fruto: 5.4; 5.84; 5 y 4.56 cm) (longitud de fruto: 24.38; 25.26; 22.56 y 17.04cm) (rendimiento: 52828.60; 79825.90; 34604.00 y 30590.00 kg/ha) respectivamente. Así mismo reportó el diámetro del bulbo de 67,64, 54 y 46 cm, así también la profundidad de bulbo de 28, 24, 20 y 17 cm con láminas de riego de 100%, 80%, 60% y 40%

Quispe (2018), en su investigación titulada “Continuidad del bulbo húmedo en sistemas de riego por goteo subsuperficial – San José de Ticllas Ayacucho”, reportó en sus resultados la distribución de humedad en las pruebas de campo, en un suelo arcilla arenoso, se muestran la forma geométrica que más se aproxima y describe el bulbo húmedo en el perfil del suelo, donde las dimensiones mayores de radio del bulbo húmedo y por debajo de la superficie del terreno se muestran de acuerdo con el tiempo de aplicación de riego, las pruebas de campo dieron los siguientes resultados: Tratamiento 4T: tiempo de riego 2 horas. El radio es de 19cm, a 44cm debajo de la superficie (profundidad del suelo o capa arable). Tratamiento 1T: tiempo de riego 1.8 horas. El radio es de 18cm, a 38 cm debajo de la superficie. Tratamiento 2T: tiempo de riego 1.6 horas. El radio es de 17 cm, a 32cm debajo de la superficie. Tratamiento 1T: tiempo de riego 1.4 horas. El mayor radio es de 14 cm, a 25cm debajo de la superficie.

Romero (2022), en su investigación titulada “Rendimiento de tres variedades de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) en las condiciones edafoclimáticas del distrito de monzón – 2020”, realizó una investigación con el objetivo de evaluar el rendimiento de tres variedades de pepinillo (*Cucumis sativus* L) bajo las condiciones edafoclimáticas del distrito de Monzón-2020 Huánuco, tipo de investigación aplicada, nivel experimental y el Muestreo Aleatorio Simple (MAS). Obteniendo los siguientes resultados: Utilizando tres tratamientos en función a la variedad de pepinillo T1 (Var. Straight eight) T2 (Var. Marketmore 76) y T3 (Var. Darlington). Reportando los siguientes resultados: (longitud de frutos: 21.12; 21.38 y 22.19 cm) (diámetro del fruto: 8.48; 8.27 y 8.36cm) (número de fruto: 4.33; 4 y 7.67 unidades) respectivamente. Respecto al rendimiento por hectárea, el tratamiento T3 (Var. Darlington) presentó una mejor respuesta con un mayor promedio en rendimiento de fruto de pepinillo (10 245 kg), seguida por el tratamiento T2 (Var. Marketmore 76) con 6 025 kg de rendimiento y el tratamiento T1 (Var. Straight eight), con menor promedio en rendimiento de fruto de pepinillo con 5 505 kg.

## **2.4. Hipótesis.**

### **a) Hipótesis general.**

El riego deficitario y frecuencia de riego afectan directamente en la formación de bulbo húmedo y rendimiento del cultivo de pepinillo.

### **b) Hipótesis específicas.**

El riego deficitario afecta al diámetro y profundidad del bulbo húmedo en un 20% y 80% respectivamente de la longitud de la raíz.

El riego deficitario disminuye el número de frutos, longitud y diámetro del cultivo de pepinillo.

La frecuencia de riego en la formación de bulbo húmedo del cultivo de pepinillo afecta el 50% de la capacidad de campo (cc).

La frecuencia de riego disminuye el rendimiento del cultivo de pepinillo en un 10%.

## **2.5. Identificación de variables e indicadores.**

### **2.5.1. Variables independientes (V.I.)**

#### **Riego deficitario**

Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) (100%, 80%, 70%, 60%). Representa el indicador.

#### **Frecuencia de riego**

Frecuencia de aplicación de agua al cultivo (Frecuencia de riego diario). Representa el indicador.

### **2.5.2. Variables dependientes (V.D.)**

#### **Formación de bulbo húmedo**

Diámetro de suelo mojado y formación de bulbo húmedo. Representa el indicador.

## Rendimiento del cultivo

Rendimiento de pepinillo fresco. Representa el indicador.

### Variables intervinientes

- Las propiedades fisicoquímicas del suelo agrícola.
- Las propiedades fisicoquímicas del agua requerida para la investigación.
- El diseño agronómico, geométrico e hidráulico para el cultivo, área y sistema de riego del pepinillo.
- Factores climáticos naturales de la temporada.

## 2.6. Operacionalización de variables.

**Tabla 5. Operacionalización de las variables de la investigación.**

Las variables	Dimensión	Indicador	Unid.
<b>V.I.</b>			
Riego deficitario	Riego localizado de alta frecuencia.	Láminas de riego (100, 80, 70, y 60).	%
Frecuencia de riego	Periodos de riego.	Frecuencia diaria de riego por goteo.	Diaria
<b>V.D.</b>			
Formación de bulbo húmedo	Capacidad de infiltración de agua.	Diámetro y profundidad del bulbo húmedo.	cm
Rendimiento del cultivo	Rendimiento del cultivo	Rendimiento del cultivo de pepinillo fresco	tm/ha

## CAPITULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Ámbito de estudio: localización política y geográfica.

El ámbito de estudio se ubica en Pampahuacho, sector ubicando a 7 Kilometros de la zona urbana del distrito de Curahuasi, con coordenadas ubicadas a  $13^{\circ}31'51.12''$  S y  $72^{\circ}40'23.29''$  O, ubicándose a una altitud de a 2,492 m.s.n.m, y se representan en las Figuras 6, 7 y 8. La ubicación hidrográfica corresponde a la Inter cuenca Alto Apurímac.

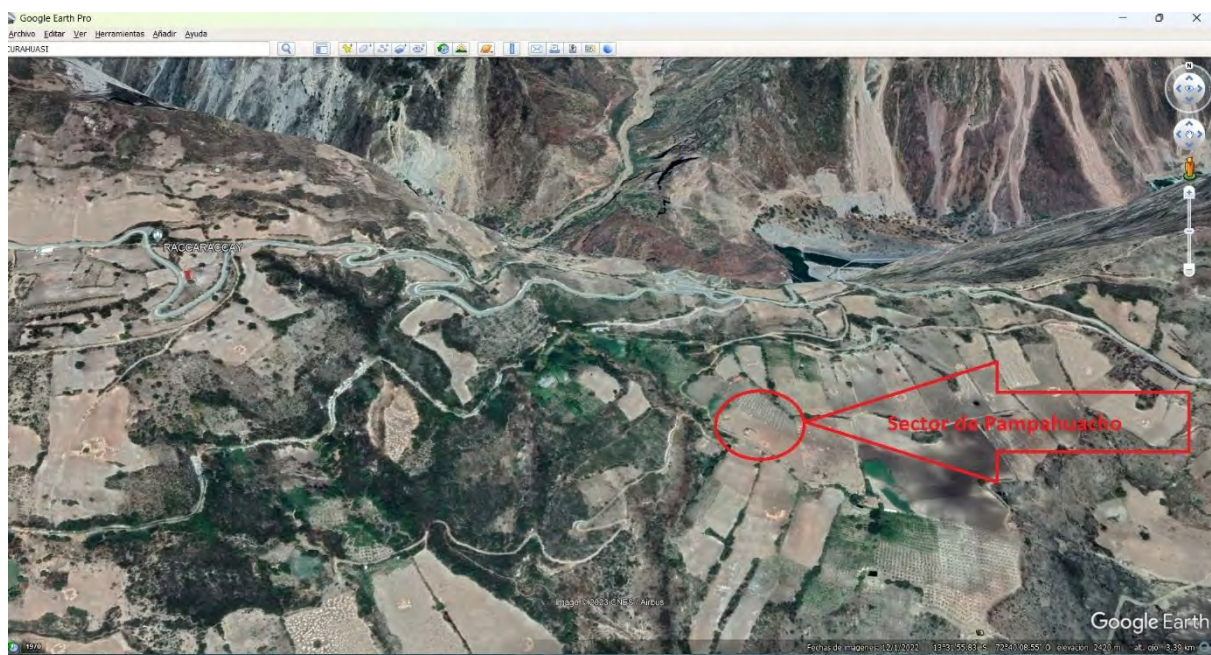


Figura 6. Mapa del Departamento de Apurímac y Cuenca Hidrográfica



**Figura 7. Localización del distrito de Curahuasi**

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 8. Terreno ubicado en el sector de Pampahuacho, Curahuasi.**

Fuente: Obtenido de Google Earth, (2021).



### **3.1.1. Materiales y Equipos.**

#### **Material vegetal**

Semillas de la especie y variedad de pepinillo híbrido Darlington. De la empresa SEMINIS.

#### **Materiales para el sistema de riego**

- Adaptador macho p.e 25 x 3/4 azul
- Codo p.e 16mm escamado
- Collarín p.e 63 x 3/4 negro
- Conector inicial 16mm poelsan
- Mangueta 2pulgadas (Tubería primaria)
- Válvula esférica octogonal 2 pulgadas vatten
- Manguera p.e 25mm x 100mts c-4 pn10 esp. 2mm (Tubería secundaria)
- Cinta de riego (17mm – 10mil - 1.6 Lt/h - gotero incrustado c/30cm) rollo x 1500m
- Niple p.e 3/4 x 2
- Tapón p.e 16mm escamado
- Tapón p.e 25mm azul
- Tee p.e 16 x 16 x 16 escamado
- Válvula esférica octogonal 3/4" vatten
- Válvula ramal 16mm x 16mm escamado
- Cinta teflón

#### **Equipos**

- Tanque evaporímetro Clase A
- Anemómetro
- Balanza digital
- Laptop y Software para análisis estadístico y tabulación de datos.

### **Materiales en general.**

- Bandejas almacigueras
- Sustrato (humus)
- Regadera
- Regla milimétrica de metal.
- Tijeras de podar
- Palas
- Wincha (Longitud 30m)

### **3.2. Tipo y nivel de investigación.**

Es una investigación aplicada, cuantitativa definida como experimental, se manipularon en el campo dos variables independientes (riego deficitario y frecuencia de riego), con el objetivo de evaluar la formación del bulbo húmedo y el rendimiento del pepinillo fresco.

El nivel de investigación es correlacional, donde se manipularon dos variables con distintos intervalos de estudio de cada variable que influyen directamente en los resultados de cada variable dependiente.

### **3.3. Unidad de análisis.**

La unidad de análisis son los diferentes tratamientos de riego deficitario a diferentes porcentajes (100%,80%,70% y 60%) y la frecuencia de riego diaria, a partir de los cuales se obtuvo los resultados de la formación de bulbo húmedo y rendimiento del pepinillo fresco.

### **3.4. Población de estudio.**

La población corresponde al área total de pepinillo cultivada en la parcela experimental (área total de 609 m<sup>2</sup>.) del sector de Pampahuacho del distrito de Curahuasi.

### **3.5. Tamaño de muestra.**

La investigación está basada en cuatro tratamientos con cinco repeticiones, instalado en cinco bloques obteniendo así 20 unidades experimentales. Dentro de cada módulo, se distribuyen cuatro láminas de riego (láminas de riego de: 100%, 80%, 70% y 60%) al azar para evaluar su impacto en el cultivo. Este diseño permite evaluar el impacto de diferentes niveles de riego en el rendimiento del cultivo de manera rigurosa y controlada, proporcionando datos valiosos sobre la eficiencia del uso del agua.

### **3.6. Técnicas de selección de muestra.**

En esta investigación se utilizó el muestreo probabilístico en los diferentes tratamientos del cultivo, asimismo se empleó la técnica del muestreo estratificado para la selección de los goteros y a través de estas se determinó la formación del bulbo húmedo.

Una vez instalada el sistema de riego, uno de los indicadores importantes es el tiempo de riego, este parámetro se determina midiendo la formación de diámetro mojado y la profundidad del bulbo húmedo, medido en diferentes tiempos, además a esto conociendo las características fisicoquímicas del suelo y la capacidad de las descargas del gotero.

Asimismo, se empleó el muestreo probabilístico con la técnica del muestreo al azar simple para la extracción de plantas con fruto, con lo que se determinó el rendimiento del cultivo de pepinillo fresco.

### **3.7. Técnicas de recolección de información.**

Se utilizaron fichas como instrumentos para recabar la información. Es decir, los resultados del laboratorio se recogieron en fichas de la empresa prestadora de servicios. Así mismo se realizó los cálculos matemáticos aplicando diferentes métodos en el diseño agronómico, geométrico e hidráulico en el presente proyecto de investigación.

**a) Acondicionamiento de la parcela demostrativa.**

Primero se retiraron los restos de vegetación de una cosecha anterior de trigo, retirando piedras y rastrojos. Seguidamente utilizando herramientas manuales se realizó la roturación para que ayude a aflojar el suelo, y la correcta infiltración del agua.



Vista panorámica del terreno antes de la ejecución, terreno con rastrojos y malezas después de la cosecha del trigo. Donde se realizó la quema de los rastrojos.

**Fotografía 5. Limpieza del área del terreno para la instalación del cultivo.**



Vista panorámica del terreno, realizando la roturación usando acémila y herramientas manuales, para la preparación del terreno agrícola.

**Fotografía 6. Roturación del terreno agrícola.**

Una vez roturada el suelo agrícola, se procedió con el acondicionamiento de tuberías, filtros, válvulas principales, caudalímetros, cintas de goteo las cuales se dispusieron para cada uno de las 20 unidades experimentales.





Vista panorámica del acondicionamiento del sistema de riego por goteo, utilizando todos los materiales necesarios para el acondicionamiento de la parcela de investigación.

**Fotografía 7. Acondicionamiento del sistema de riego por goteo.**

**b) Determinación del análisis fisicoquímico del suelo.**

Se realizó el análisis fisicoquímico del suelo de la parcela demostrativa con fines agrícolas, las muestras del suelo agrícola se obtuvieron utilizando la técnica de rejilla triangular ubicando un área representativa; se envió 1.00 Kg de muestra de suelo agrícola al laboratorio de la empresa denominada MC QUIMICALAB.



Vista panorámica de la toma de muestra de un punto representativo del suelo de la parcela experimental, dicho análisis con fines agrícolas. Fecha de la toma de la muestra 08 de julio del 2024.

**Fotografía 8. Mecanismo de obtención de las muestras de suelo.**

El Anexo 03 incluye el ENSAYO LQ 0283-23, el cual proporciona información detallada sobre los métodos y parámetros utilizados para analizar las propiedades fisicoquímicas, los cationes cambiabiles y los parámetros hídricos del suelo agrícola. Este informe es crucial para comprender las características del suelo y su comportamiento frente a los tratamientos de riego.

Según los resultados, el suelo agrícola tiene un pH= 7.3 y se clasifica como suelo franco arenoso y es bueno para la siembra y producción del cultivo de pepinillo.

**c) Análisis fisicoquímico del agua.**

Las muestras tomaron en tres ocasiones, del pequeño reservorio acondicionado para el presente trabajo de investigación, que está ubicado en la parte superior del terreno a 20m de la parcela, las muestras de agua se homogenizaron para asegurar que la composición del agua sea uniforme y representativa. La homogenización es crucial para evitar que cualquier variabilidad en la muestra afecte los resultados del análisis, se enviaron muestras en botella al laboratorio de la empresa MC QUIMICALAB.





Vista panorámica del pequeño reservorio acondicionado para el presente trabajo de investigación, lugar donde se realizó la toma de muestra de agua de riego. Fecha de la toma de la muestra 08 de julio del 2024.

**Fotografía 9. Obtención de las muestras de agua de riego.**

El Anexo 04 contiene el INFORME DE ENSAYO N°LQ 0282-23, que detalla los ensayos y métodos utilizados para analizar la muestra de agua de riego en relación con su uso agrícola, específicamente para el cultivo de pepinillo.

De acuerdo a los resultados, el agua de riego tiene un pH= 7.5 y se clasifica como C3S1 lo cual significa salinización ALTA y alcalinización BAJA, por lo que fue necesario, un manejo técnico en el uso del agua para el cultivo del pepinillo.

**d) Diseño agronómico.**

**Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>)**

La ET<sub>o</sub> se calculó utilizando el método del tanque evaporímetro, con datos del SENAMHI, respecto a la HR y velocidad del viento (m/s).



Vista panorámica del tanque evaporímetro clase A, se determinó el coeficiente del tanque (K<sub>p</sub>). Seguidamente con los datos de la evaporación registrados diariamente y multiplicado por el K<sub>p</sub> se logra obtener el ET<sub>o</sub>. Así mismo se registró la información diaria en PLANILLAS DE CÁLCULO.

**Fotografía 10. Instrumentos utilizados en la determinación de (ET<sub>o</sub>)**

### **Evapotranspiración de cultivo (ETc)**

Para calcular las necesidades de riego del cultivo de pepinillo, se utilizó la fórmula:

$$ETc = ETo \times Kc$$

donde:

**ETc (Evapotranspiración del Cultivo en mm/día):** Es la cantidad total de agua que el cultivo necesita, teniendo en cuenta la pérdida de agua por evapotranspiración.

**ETo (Evapotranspiración de Referencia en mm/día) :** Es la cantidad de agua que se evapora y transpira de una superficie de referencia, generalmente medida en una estación meteorológica o calculada a partir de datos climáticos.

**Kc (Coeficiente de Cultivo con unidad de medida adimensional):** Es un factor que ajusta la ETo para reflejar las necesidades específicas del cultivo en diferentes etapas de su crecimiento.

Para el riego por goteo, las necesidades netas y las necesidades totales del agua se calculan teniendo en cuenta diversos factores de corrección adicionales. Estos factores pueden incluir:

- **Pérdidas por Infiltración Profunda:** Agua que se pierde por debajo de la zona efectiva de raíces.
- **Salinidad del Suelo:** Si hay riesgo de acumulación de sales, se pueden requerir ajustes en la cantidad de agua aplicada.
- **Uniformidad del Riego:** Eficiencia del sistema de riego y su capacidad para distribuir el agua de manera uniforme.
- **Condiciones Climáticas Locales:** Variaciones en temperatura, humedad y viento que pueden afectar la cantidad de agua requerida.

Estos factores de corrección son esenciales para ajustar la cantidad de agua aplicada y garantizar que el cultivo reciba la cantidad adecuada sin desperdiciar recursos. Los detalles específicos sobre estos factores de corrección están documentados en el Anexo 5.

**Tabla 6. Diseño agronómico para el cultivo del pepinillo.**

Descripción	Unidad	Valores	Fuente
%CC	%	20	Análisis de Laboratorio
%PMP	%	12	Análisis de Laboratorio
Profundidad radicular	cm	40	FAO
% Fracción de agotamiento (para ET = 5 mm/día) (P o f)	%	0.5	FAO
Kc		0.45	FAO
Eficiencia aplicada (CU)	%	90%	FAO
Tipo de Suelo (Según Análisis de suelos)		Franco Arenoso	Análisis de Laboratorio

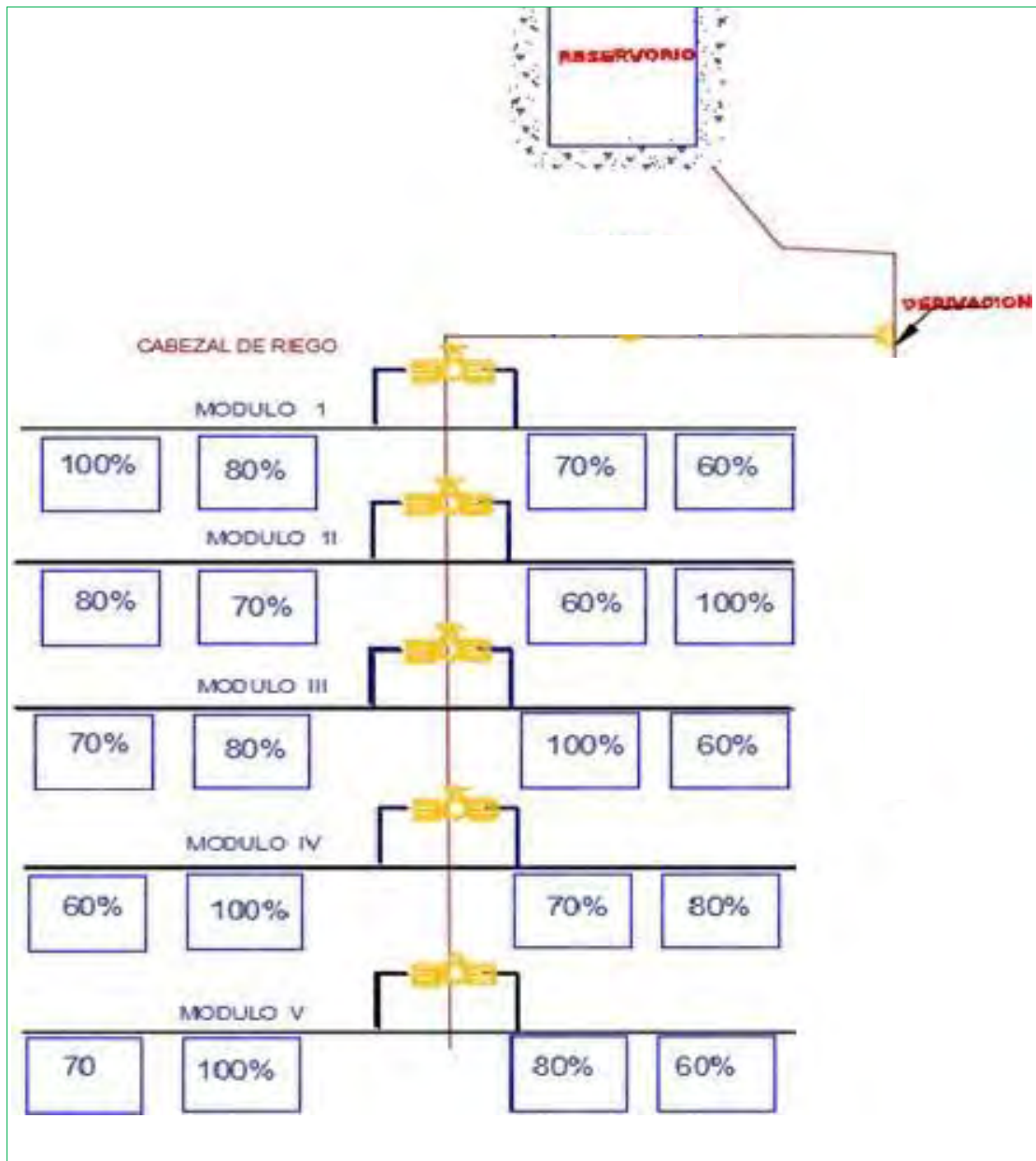
**Fuente: Elaboración propia.**

**e) Diseño Geométrico**

La investigación se fundamentó en un Diseño Bloque Completo al Azar. Se instalaron cinco Bloques, dentro de cada Bloque se distribuyeron 4 láminas de riego (100%, 80%, 70% y 60%) al azar para cada unidad experimental formada por 30 plantas de pepinillo, detallado en la Tabla 7.

**Tabla 7. Distribución de las láminas de riego.**

Tratamiento (Laminas de riego)	<u>Bloques</u>				
	1	2	3	4	5
<b>100%</b>	100% Eto 1	100% Eto 2	100% Eto 3	100% Eto 4	100% Eto 5
<b>80%</b>	80% Eto 1	80% Eto 2	80% Eto 3	80% Eto 4	80% Eto 5
<b>70%</b>	70% Eto 1	70% Eto 2	70% Eto 3	70% Eto 4	70% Eto 5
<b>60%</b>	60% Eto 1	60% Eto 2	60% Eto 3	60% Eto 4	60% Eto 5



**Figura 9. Distribución de los tratamientos en los módulos de la parcela**

El trabajo de investigación tiene un área de 609 m<sup>2</sup>, distribuido en 20 unidades experimentales con áreas de 3m por 6m equivalente a 18 m<sup>2</sup>, donde en cada uno se divide en 3 hileras, se siembran los plantines a una distancia de 60cm y 1.5m de distancia entre las hileras, con calles horizontales y verticales de 1m, total de plantas por unidad experimental son 30 plantas.



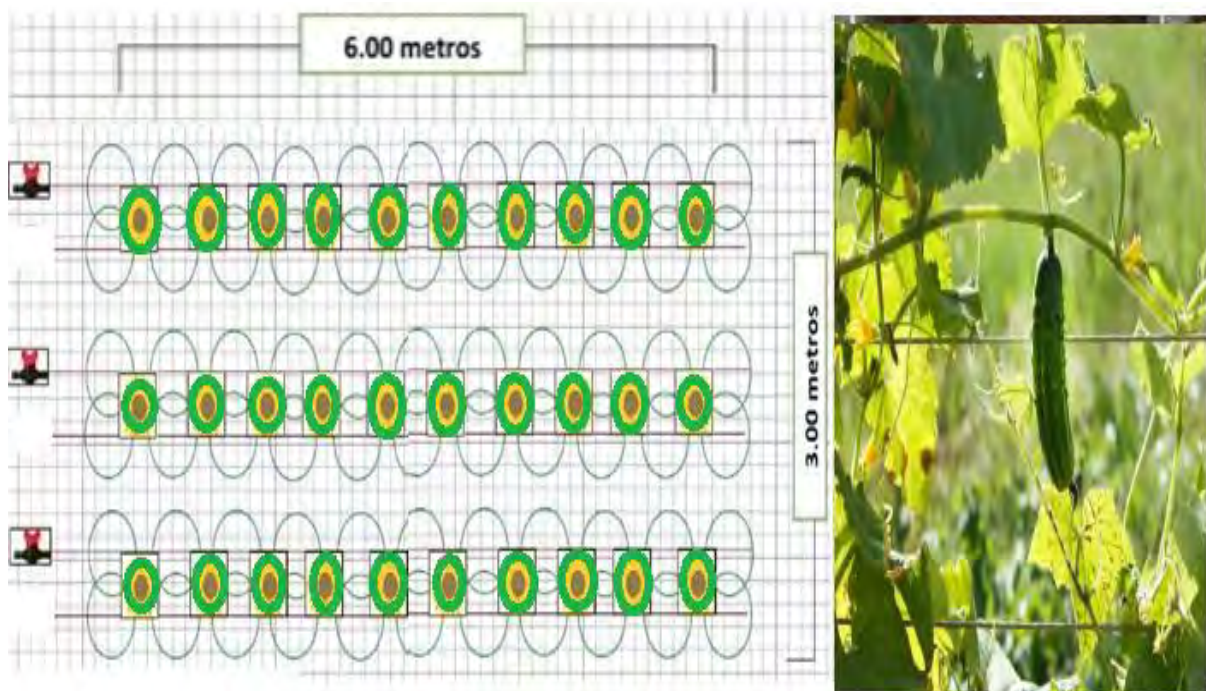


Figura 10. Disposición de las cintas de goteo en una unidad experimental.

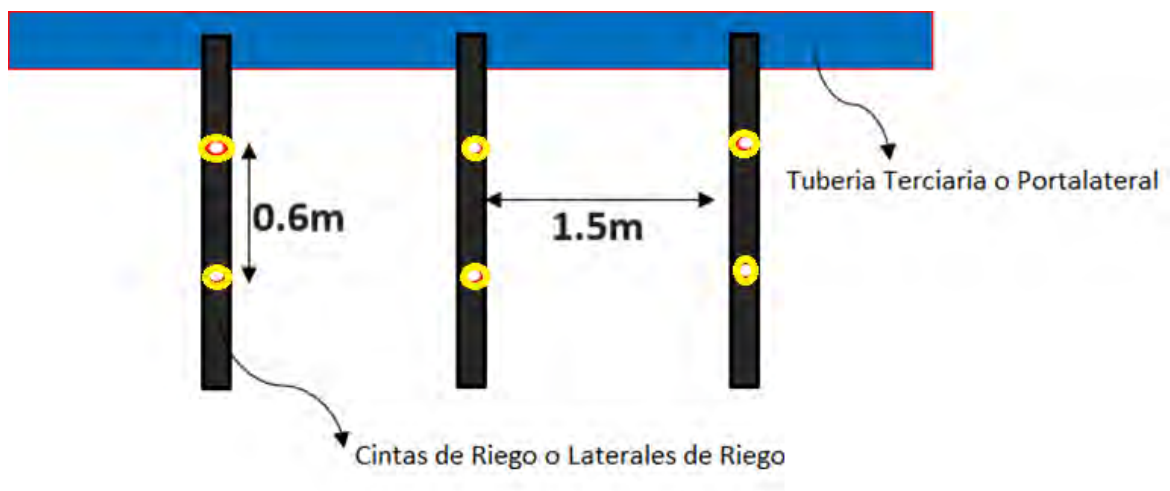


Figura 11. Diseño de la disposición de laterales con cintas de riego.

**f.1. Fuente del recurso hídrico para el proceso de instalación del sistema de riego**

Una vez determinados los parámetros clave del sistema de riego, tales como la longitud total de las cintas de riego, los diámetros comerciales de las tuberías y la cantidad de accesorios necesarios, se procedió con la instalación del sistema de riego, como se observa en las fotografías siguientes.



Vista panorámica de los materiales y accesorios utilizados en el trabajo de investigación.

**Fotografía 11. Accesorios utilizados en el trabajo de investigación.**





Vista panorámica de la prueba hidráulica realizada en el campo experimental de Panpahuacho.

**Fotografía 12. Prueba hidráulica en el campo experimental.**

**f) Determinación de formación de bulbo húmedo**

Ya instalado el sistema de riego, uno de los indicadores importantes es el tiempo de riego, este parámetro se obtiene directamente y se evidencia evaluando la formación de diámetro mojado y la profundidad del bulbo húmedo, haciendo controles del tiempo de riego, además es importante tener los parámetros fisicoquímicos del suelo y la capacidad de las descargas del gotero.

Para evaluar el funcionamiento del sistema de riego y su eficiencia en la distribución del agua en el suelo, se ha implementado un protocolo de monitoreo controlando los tiempos cada 15, 30 y 45 minutos y la medición de las dimensiones del diámetro mojado y la profundidad alcanzada por el agua en el suelo, empleando como instrumento la cinta métrica y las fichas de reporte de resultados.





Vista panorámica del diámetro de suelo mojado y la formación de bulbo húmedo.

**Fotografía 13. Trabajos de evaluación de diámetro de suelo mojado y formación del bulbo húmedo en el suelo de los distintos tratamientos.**

**g) Cultivo de pepinillo y sus etapas.**

Posterior a la instalación del sistema de riego por goteo y haber identificado las variables independientes en las 20 unidades experimentales se realizaron las siguientes actividades:

**a) Selección de semilla de pepinillo.**

Se selecciona la semilla que corresponde a la especie y variedad de pepinillo híbrido Darlington, que se caracteriza por ser precoz y de buena aceptación comercial.



Vista panorámica del anverso y reverso del sobre que contiene de la semilla de pepinillo.

**Fotografía 14. Semilla variedad de pepinillo híbrido Darlington.**



### **b) Surcado del terreno**

Esta actividad se realizó utilizando herramientas manuales y acémila (caballo arador).



Vista panorámica del surcado del terreno y la delimitación de los 20 unidades experimentales..

**Fotografía 15. Surcado del terreno**

### **c) Germinación de la semilla del pepinillo en bandejas almacigueras.**

La siembra de la especie y variedad de pepinillo híbrido Darlington. Las semillas germinaron en sustrato de compost en bandejas almacigueras con las siguientes características: Ancho

- Medida bandeja: 54 x 28 cm (Largo x)
- N° cavidades: 162 (9x18)
- Espesor: 0.85 mm
- Profundidad: 45 mm



Vista panorámica de la siembra de las semillas de pepinillo en bandejas almacigueras  
(Fecha 29 de Julio del 2023)

**Fotografía 16. Siembra del pepinillo en bandejas almacigueras.**





Vista panorámica del riego y germinación progresiva de las semillas del pepinillo en bandejas almacigueras.

**Fotografía 17. Germinación de las semillas del pepinillo.**

**d) Siembra de los plantines de pepinillo en campo definitivo.**

Una vez desarrollados los plantines de la especie y variedad de pepinillo híbrido Darlington, después de 21 días en las almacigueras, fueron trasplantados a campo definitivo y se cultivó en una parcela privada ubicada en el sector de Pampahuacho, en un piso altitudinal de 2,492msnm; La densidad de siembra fue de 60cm entre planta y 1.5cm entre hileras, en un área de  $6 \times 3\text{m} = 18\text{m}^2$  cada parcela (20 parcelas), en una extensión total de  $360\text{m}^2$ , ocupando un espacio experimental total de  $609\text{m}^2$ .



Vista panorámica del surcado del terreno para la siembra en campo definitivo para los plantines de pepinillo.

**Fotografía 18. Siembra de los plantines de pepinillo en campo definitivo.**



#### e) Riego del cultivo de pepinillo

Una vez instalado los plantines de pepinillo en campo definitivo, se precedió a la aplicación de riego deficitario (100%, 80%, 70 y 60%) para cada parcela. La frecuencia de riego se aplicó en forma diaria, utilizando una planilla de riego, mediante el método del tanque evaporímetro clase A y el equipo anemómetro, se aplicó el riego en horario diurno a horas de 7:30 AM, con un tiempo de riego promedio de 40 min para las cuatro láminas de riego, el cual es relativo en función del desarrollo vegetativo del cultivo de pepinillo



Vista panorámica de las parcelas experimentales y el registro de datos para la reposición del agua con el método del tanque evaporímetro clase A.

**Fotografía 19. Siembra de los plantines de pepinillo en campo definitivo.**



Vista panorámica del registro de datos para la reposición del agua con el método del tanque evaporímetro clase A.

**Fotografía 20. Registro de datos para la reposición del agua.**



**f) Cosecha del pepinillo**

La cosecha de la especie y variedad de pepinillo híbrido Darlington, se efectuó a los 105 días (11 de noviembre del 2023) días posteriores, las plantas de pepinillo registraron registros de producción de 5 – 7 frutos/ planta; y los frutos tenían entre 714 a 244 granos /fruto.



Vista panorámica de la planta y frutos de pepinillo listos para la cosecha.

**Fotografía 21. Cosecha del pepinillo fresco de todos los tratamientos.**



Vista panorámica de la cosecha de pepinillos frescos por cada tratamiento.

**Fotografía 22. Cosecha del pepinillo fresco de cada tratamiento.**



Vista panorámica de la cosecha de pepinillos de las 20 unidades experimentales.

**Fotografía 23. Cosecha del pepinillo fresco de todos los tratamientos.**

La caracterización física de los frutos del pepinillo se realizó tomando en consideración la norma técnica peruana NTP 011.113:2019 Hortalizas. Pepino. Requisitos. 2ª Edición, y su Corrigenda Técnica NTP 011.113:2019/CT 1, Hortalizas.



Vista panorámica de la caracterización física de los frutos del pepinillo fresco.

**Fotografía 24. Caracterización física de los frutos del pepinillo fresco.**

**g) Determinación del rendimiento del pepinillo**

La cosecha de la especie y variedad de pepinillo híbrido Darlington, se efectuó a los 105 días (11 de noviembre del 2023) se registró una producción de 5 – 7 frutos/ planta; y los frutos pesaban entre 714 a 244 gramos /fruto. Se utilizó una balanza para medir el peso cada unidad y la cantidad de fruto por planta cosechada, de esta forma se determinó con la densidad de siembra por 1 m<sup>2</sup> y se proyectó para 1.0 ha, para así obtener los rendimientos de pepinillo fresco en tm/ha.





Vista panorámica del procedimiento de pesado de los frutos fresco de pepinillo de cada tratamiento. Peso de 04 unidad de pepinillo fresco del tratamiento N°04, Total 1000 gramos.

**Fotografía 25. Pesado de los frutos del pepinillo fresco.**

### **3.8. Técnicas de análisis e interpretación de la información**

Se utilizó un Diseño Bloque Completo al Azar (DBCA) para evaluar el efecto de diferentes láminas de riego en el rendimiento del cultivo de pepinillo. Este diseño es particularmente adecuado cuando se desea controlar la variabilidad dentro de los tratamientos debido a factores externos, en este caso, los distintos periodos fenológicos del cultivo de pepinillo, cada bloque representa un periodo fenológico, se instalaron cinco módulos, dentro de cada módulo se distribuyeron 4 tratamientos (Laminas de riego de 100%, 80%, 70% y 60%), ver [Tabla 7](#). Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos (Laminas de riego) evaluados en la investigación, se realizó una prueba de comparación múltiple de medias utilizando la prueba de Tukey con un nivel de significancia de  $P < 0.05$ . Seguidamente, se precisa el esquema del diseño:

### **Modelo aditivo en forma lineal**

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + \varepsilon_{ijk}$$

#### **Donde:**

$Y_{ijk}$  : Valor observado (Formación de bulbo húmedo y rendimiento) en el i-ésimo tratamiento, la j-ésima observación y el k-ésimo bloque.

$\mu$  : Efecto de la media general del experimento.

$\alpha_i$  : Efecto del i-ésimo tratamiento (láminas de riego).

$\beta_k$  : Efecto del k-ésimo bloque (periodo fenológico).

$E_{ijk}$  : Efecto del error experimental en el i-ésimo tratamiento, j-ésima repetición y k-ésimo bloque.

a. : Tratamientos (número de láminas de riego) = 4 laminas

b. : Repeticiones (número de repeticiones) = 5 repeticiones

c. : Bloques (número de bloques o periodos fenológicos) = 4 bloques

**Tabla 8. Distribución de las láminas de riego.**

Tratamiento (Láminas de riego)	<u>Módulos</u>				
	1	2	3	4	5
<b>100%</b>	100% Eto 1	100% Eto 2	100% Eto 3	100% Eto 4	100% Eto 5
<b>80%</b>	80% Eto 1	80% Eto 2	80% Eto 3	80% Eto 4	80% Eto 5
<b>70%</b>	70% Eto 1	70% Eto 2	70% Eto 3	70% Eto 4	70% Eto 5
<b><u>60%</u></b>	<u>60% Eto 1</u>	<u>60% Eto 2</u>	<u>60% Eto 3</u>	<u>60% Eto 4</u>	<u>60% Eto 5</u>

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.9. Veracidad o falsedad de las hipótesis planteadas

**Hipótesis Nula 1: H01:** La variación del riego deficitario y frecuencia de riego no presentan efecto significativo para la formación del bulbo húmedo.

**Hipótesis alterna 1: Ha1:** La variación del riego deficitario y frecuencia de riego afectan de forma significativa en la formación del bulbo húmedo.

**Hipótesis Nula 2: H02:** La variación del riego deficitario y frecuencia de riego no afectan significativamente en los rendimientos de cultivo de pepinillo fresco.

**Hipótesis alterna 2: Ha2:** La variación del riego deficitario y frecuencia de riego muestran efecto significativo en los rendimientos del pepinillo fresco.

Para la veracidad de la hipótesis, se aplicó el análisis de varianza, con significancia de nivel de  $\alpha = 5\%$ ,  $\alpha = 0.05$ .

Si  $p < \alpha$ ; se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

Para comparar las diferencias significativas entre los tratamientos de riego en la investigación, empleando Tukey al 5% de significancia.

## CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Procesamiento, análisis, interpretación y discusión de resultados

#### 4.1.1. Formación del bulbo húmedo

Con el fin de llevar a cabo los estudios, se ha activado el sistema de riego, ajustando el tiempo en intervalos de 15, 30 y 45 minutos, para posteriormente medir el diámetro del área afectada por el agua y la profundidad del bulbo húmedo que se forma.



Vista panorámica de la cinta de riego para evaluar la formación del diámetro de suelo mojado y la profundidad del bulbo húmedo, lo cual es esencial para ajustar los tiempos de riego y asegurar que el agua llegue a la zona radicular de las plantas sin desperdiciar recursos.

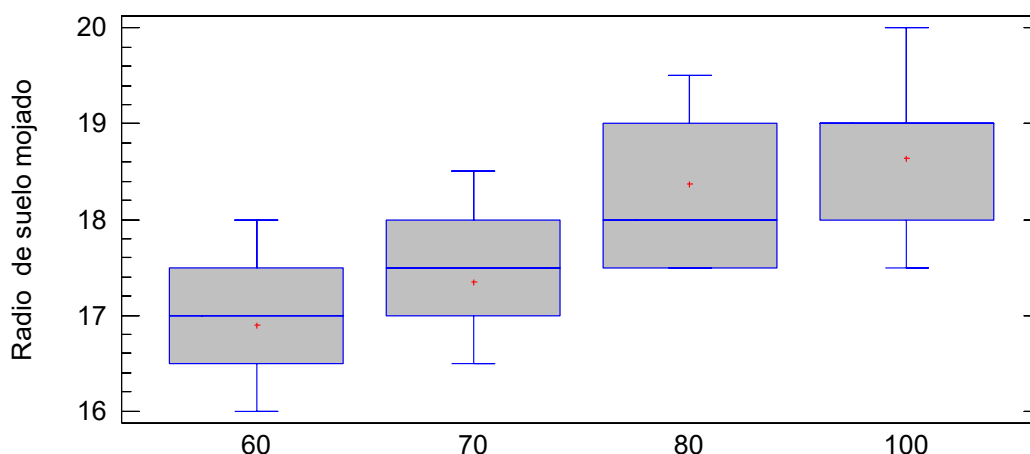
Profundidad de bulbo húmedo ( $h = 35\text{cm}$ ) (En 30min)

**Fotografía 26. Formación de diámetro de suelo y formación de suelo húmedo.**

**Tabla 9. Resumen Estadístico para diámetro de suelo mojado (cm)**

Lámina de riego	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
60	150	16.9	0.53	3.16%	16.0	18.0	2.0
70	150	17.35	0.64	3.70%	16.5	18.5	2.0
80	150	18.37	0.72	3.91%	17.5	19.5	2.0
100	150	18.64	0.63	3.39%	17.5	20.0	2.5
Total	600	17.82	0.96	5.36%	16.0	20.0	4.0

La Tabla 9, ilustra el diámetro de suelo mojado al aplicar con una irrigación de 45 minutos, tomando el promedio de las láminas de riego, se observa que hay diferencias en cada una de las láminas de riego aplicadas, se refiere a que los distintos tratamientos de riego tienen efectos variables en el desarrollo del cultivo y en las propiedades del suelo, los mayores promedios de diámetro de suelo mojado se obtuvieron en la aplicación de la lámina de riego del 100% y 80 %.



**Figura 12. Promedio del diámetro del suelo mojado**

De la figura 12, del diámetro de suelo mojado si existe diferencia significativa entre lámina de riego de 100% y lámina de riego de 80%, donde se alcanza un promedio de diámetro de suelo mojado de 18.64cm y 18.37cm respectivamente, esto se logra bajo las condiciones propuestas en el diseño geométrico e hidráulico en la presente investigación. Sin embargo, Mendoza (2023), reportó el diámetro del bulbo de 67,64, 54 y 46 cm con láminas de riego de 100%, 80%, 60% y 40% respectivamente, bajo un sistema irrigado por un tiempo de 30min, estos valores no se acercan con los

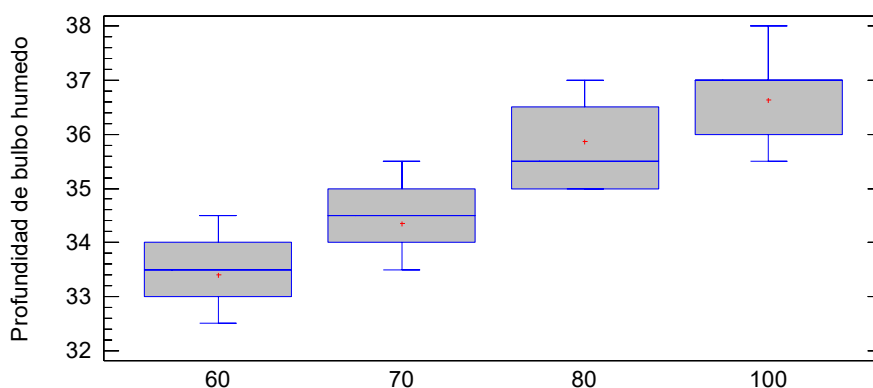


resultados de la investigación, a pesar de utilizar las mismas cintas de riego de similares características, capacidad de 1.6Lt/h de descarga. Esta diferencia del diámetro del bulbo es resultado del tipo de suelo, en los suelos pesados la velocidad de infiltración es menor que en lo ligeros, lo que hace que las fuerzas mátricas dominen sobre las gravitacionales (Pizarro, 1996).

**Tabla 10. Resumen estadístico para profundidad del bulbo húmedo (cm)**

Lámina de riego	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
60	150	33.4	0.53	1.60%	32.5	34.5	2.0
70	150	34.35	0.64	1.87%	33.5	35.5	2.0
80	150	35.87	0.72	1.99%	35.0	37.0	2.0
100	150	36.64	0.63	1.71%	35.5	38.0	2.5
Total	600	35.07	1.42	4.04%	32.5	38.0	5.5

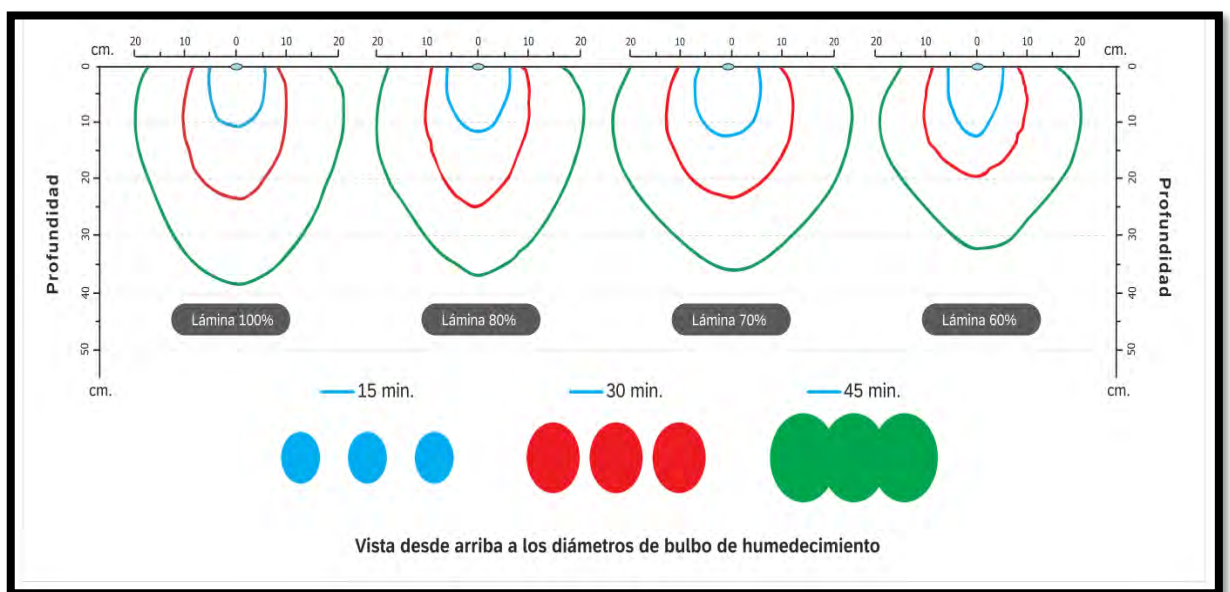
La Tabla 10, ilustra la profundidad del bulbo húmedo al aplicar con una irrigación de 45 minutos, tomando el promedio de las láminas de riego, se observa diferencias en cada una de las láminas de riego aplicadas, las mayores profundidades de bulbo húmedo se obtuvieron en la aplicación de la lámina de riego del 100% y 80 %.



**Figura 13. Promedio de la profundidad del bulbo húmedo**

De la figura 13, de la profundidad del bulbo húmedo si existe diferencia significativa entre láminas de riego. Sobre todo, entre las láminas de 100% y lamina de riego de 80%, donde se alcanza un promedio de profundidad de bulbo húmedo de 36.64cm y 35.87cm respectivamente, esto se logra bajo las condiciones propuestas en el diseño geométrico e hidráulico en la presente investigación. Sin embargo, Mendoza

(2023), en su investigación titulada “Respuesta productiva del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) al riego deficitario, el Triunfo-Guayas”, reportó profundidad de bulbo de 28, 24, 20 y 17 cm con láminas de riego de 100%, 80%, 60% y 40% respectivamente, bajo un sistema irrigado por un tiempo de 30min, estos valores si se acercan con los resultados de la investigación, donde se utilizaron las mismas cintas de riego de similares características, capacidad de 1.6Lt/h de descarga.



**Figura 14. Resultado de formación del diámetro de suelo mojado y profundidad de bulbo húmedo para lamina de riego de 100, 80, 70 y 60% (a 45min).**

De la figura 14, La formación del diámetro de suelo mojado y profundidad de bulbo húmedo se obtuvo en un tiempo de irrigación de 45min, porque la profundidad del sistema radicular del cultivo de pepinillo alcanzo como máximo los 40cm, para las cuatro láminas de riego (100, 80, 70 y 60%) se puede apreciar la formación de círculos irregular en las gráficas. En el comparativo de las cuatro láminas de riego existe similitud respecto a la formación del bulbo húmedo. Pizarro (1996) menciona esta característica de formación particular para un tipo de suelo franco arenoso. Respecto al diámetro de suelo mojado por cada lamina de riego, se obtuvo con

lámina 100% = 18.64cm; lámina 80% = 18.37cm; lámina 70% = 17.35cm y lámina 60% = 16.9 cm mientras que, para la profundidad del bulbo húmedo fue como sigue lámina 100% = 36.64cm; lámina 80% = 35.87cm; lámina 70% = 34.35cm y lámina 60% = 33.4 cm. Los cuatro tratamientos fueron realizados evaluados a distintos tiempos (15, 30 y 45 min). Por otro lado, Quispe (2018) utilizando goteo subterráneo obtuvo en sus tratamientos (4T=19cm de radio, 44 cm de profundidad. 1T=18cm de radio, 38 cm de profundidad. 2T=17cm de radio, 32 cm de profundidad. 3T=14cm de radio, 25 cm de profundidad. En tiempos de riego de 2, 1.8, 1.6 y 1.4 horas respectivamente); por consiguiente, los resultados no se acercan en el diámetro de suelo mojado ni la profundidad de bulbo húmedo. Esto se explica ya que en nuestra investigación la textura del suelo fue de franco arenoso y en los evaluados por Quispe (2018) corresponde a una textura de arcilla arenoso.

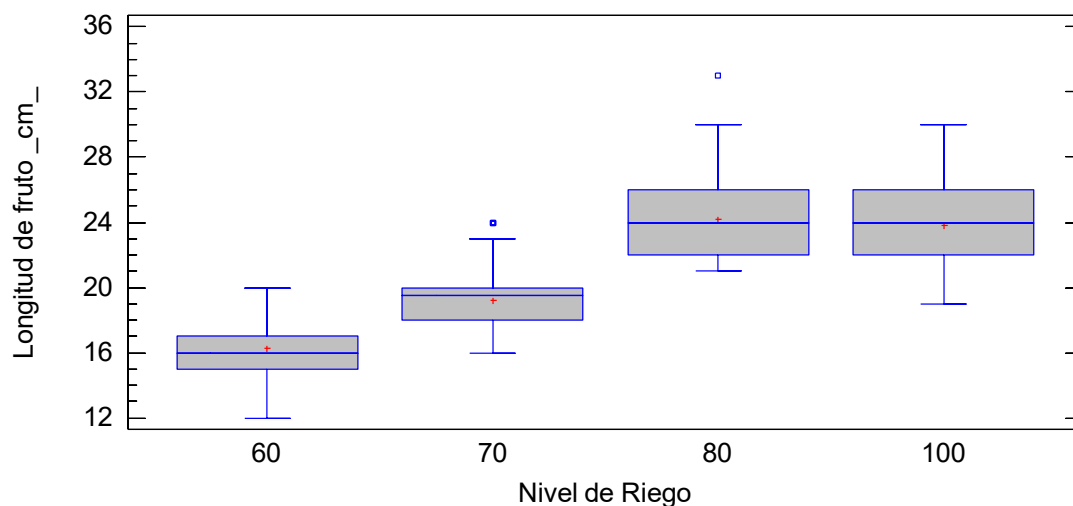
#### 4.1.2. Longitud (cm) del fruto de pepinillo fresco

Una vez cosechado los pepinillos frescos, se procedió al registro de la medida de la longitud de fruto de pepinillo de cada tratamiento para los promedios estadísticos.

**Tabla 11. Resumen Estadístico para longitud de fruto (cm)**

Lámina de riego	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
60	150	16.27	1.73	10.65%	12.0	20.0	8.0
70	150	19.23	1.92	9.98%	16.0	24.0	8.0
80	150	24.19	2.01	8.32%	21.0	33.0	12.0
100	150	23.81	2.37	9.97%	19.0	30.0	11.0
Total	600	20.87	3.87	18.54%	12.0	33.0	21.0

La Tabla 11, ilustra la longitud del fruto, tomando el promedio de las láminas de riego, se observa una diferencia significativa en cada una de las láminas de riego aplicadas, las mayores longitudes de fruto se obtuvieron en la aplicación de la lámina de riego del 100% y 80 %.



**Figura 15. Promedio de la longitud del fruto**

De la figura 15, respecto a la longitud del fruto se evidencia que la lámina de riego de 80% fue el tratamiento con mayor media de longitud de fruto 24.19cm y la lámina de riego de 60% fue el tratamiento con menor media de longitud de fruto 16.27cm, esto se logra bajo las condiciones propuestas en el diseño geométrico e hidráulico en la presente investigación. Sin embargo, Mendoza (2023), en su investigación titulada “Respuesta productiva del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) al riego deficitario, el Triunfo-Guayas”, reportó promedios de longitud de fruto de 24.38cm, 25.26cm, 22.56cm y 17.04cm con láminas de riego de 100%, 80%, 60% y 40% respectivamente. Estos valores si se acercan con los resultados de la investigación. Así mismo, Romero (2022), en su investigación titulada “Rendimiento de tres variedades de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) en las condiciones edafoclimáticas del distrito de monzón – 2020”, utilizando el pepinillo de la variedad de Darlington reportó los mejores rendimientos superando a otras variedades, obteniendo la mayor longitud de fruto 22.19cm. Este valor si se acerca con los resultados de la investigación ya que en la presente investigación se utilizó la misma variedad de semilla de pepinillo.

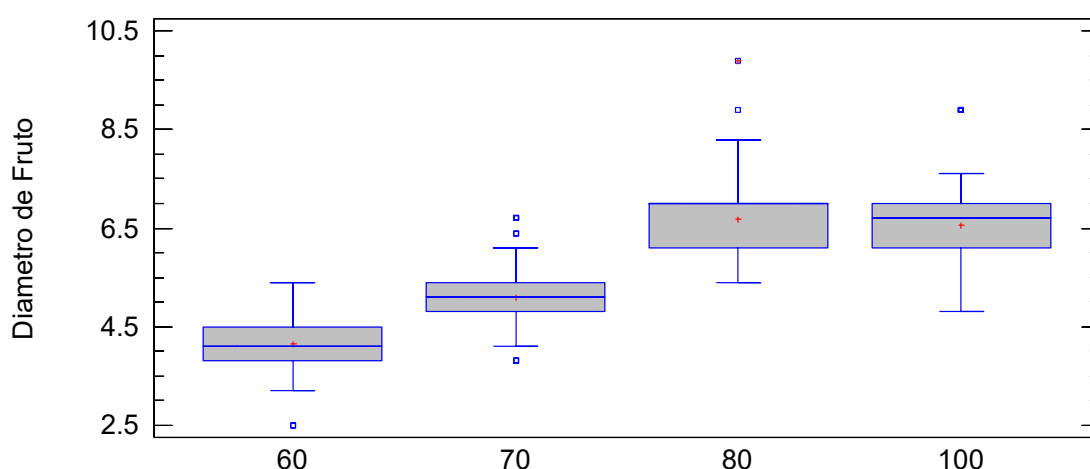
#### 4.1.3. Diámetro (cm) del fruto de pepinillo fresco.

Una vez cosechado los pepinillos frescos, se procedió al registro de la medida del diámetro de fruto de pepinillo de cada tratamiento para los promedios estadísticos.

**Tabla 12. Resumen Estadístico para diámetro de fruto (cm)**

Lámina de riego	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
60	150	4.15	0.61	14.75%	2.5	5.4	2.9
70	150	5.11	0.63	12.42%	3.8	6.7	2.9
80	150	6.68	0.71	10.63%	5.4	9.9	4.5
100	150	6.56	0.84	12.78%	4.8	8.9	4.1
Total	600	5.63	1.27	22.51%	2.5	9.9	7.4

La Tabla 12, ilustra el diámetro del fruto, tomando el promedio de las láminas de riego, se observa una diferencia significativa en cada una de las láminas de riego aplicadas, las mayores longitudes de fruto se obtuvieron en la aplicación de la lámina de riego del 100% y 80 %.



**Figura 16. Promedio del diámetro del fruto**

De la figura 16, respecto al diámetro del fruto se evidencia que la lámina de riego de 80% fue el tratamiento con mayor media de diámetro de fruto 6.68cm y la lámina de riego de 60% fue el tratamiento con menor media de diámetro de fruto 4.15cm, esto se logra bajo las condiciones propuestas en el diseño geométrico e hidráulico en la presente investigación. Sin embargo, Mendoza (2023), en su investigación titulada

“Respuesta productiva del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) al riego deficitario, el Triunfo-Guayas”, reportó promedios del diámetro del fruto de 5.84cm, 5.4cm, 5cm y 4.56cm con láminas de riego de 100%, 80%, 60% y 40% respectivamente. Estos valores si se acercan con los resultados de la investigación.

Así mismo, Romero (2022), en su investigación titulada “Rendimiento de tres variedades de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) en las condiciones edafoclimáticas del distrito de monzón – 2020”, utilizando tres variedades de pepinillo, en sus resultados obtuvo que el tratamiento T1 (Var. Straight eight) en promedio supera a los demás, con 8.48cm, seguida por el tratamiento T3 (Var. Darlington) con 8.36 cm y el tratamiento T2 (Var. Marketmore 76) 8.27 cm de diámetro del fruto. Estos valores si se acercan con los resultados obtenidos ya que en la presente investigación se utilizó la misma semilla de pepinillo variedad Darlington.

#### 4.1.4. Número de frutos (Unidades) de pepinillo fresco por planta

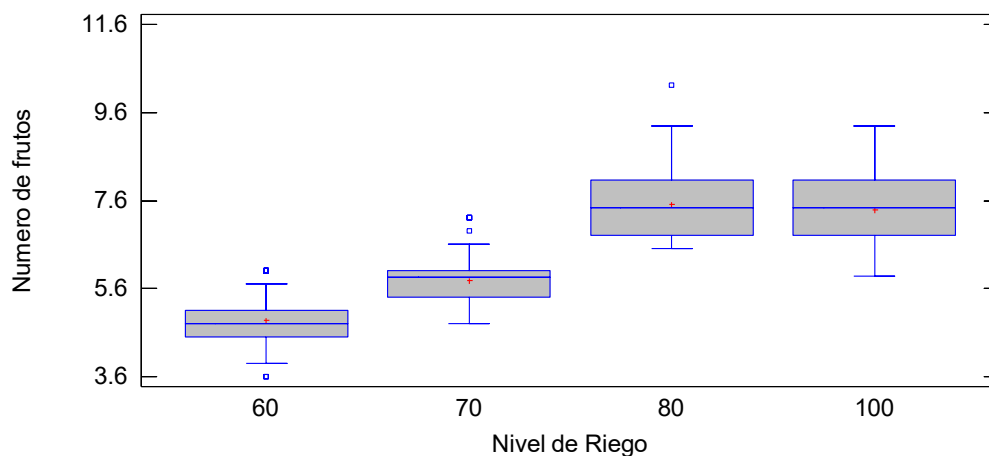
Una vez cosechado los pepinillos frescos, se procedió al registro de la medida del número de frutos de pepinillo de cada tratamiento para los promedios estadísticos.

**Tabla 13. Resumen Estadístico para el numero de frutos (unidades)**

<b>Lámina de riego</b>	<b>Recuento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Coefficiente de Variación</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Rango</b>
60	150	4.88	0.52	10.65%	3.6	6.0	2.4
70	150	5.77	0.58	9.98%	4.8	7.2	2.4
80	150	7.50	0.62	8.32%	6.51	10.23	3.72
100	150	7.38	0.74	9.97%	5.89	9.3	3.41
Total	600	6.38	1.27	19.84%	3.6	10.23	6.63

La Tabla 13, ilustra la cantidad de numero de frutos por planta, tomando el promedio de las láminas de riego, se observa una diferencia significativa en cada una de las láminas de riego aplicadas, las mayores cantidades de numero de fruto se obtuvieron en la aplicación de la lámina de riego del 100% y 80 %.





**Figura 17. Promedio de la cantidad de numero de frutos por planta**

De la figura 17, respecto a la cantidad de numero de frutos por planta se evidencia que la lámina de riego de 80% fue el tratamiento con mayor media de cantidad de numero de frutos 7.50 unidades y la lámina de riego de 60% fue el tratamiento con menor media de cantidad de frutos 4.88 unidades, esto se logra bajo las condiciones propuestas en el diseño geométrico e hidráulico en la presente investigación. Sin embargo, Mendoza (2023), en su investigación titulada “Respuesta productiva del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) al riego deficitario, el Triunfo-Guayas”, reportó promedios de cantidades de unidades de fruto de 4.78 unidades, 3.56 unidades, 2.46 unidades y 1.18 unidades con láminas de riego de 100%, 80%, 60% y 40% respectivamente. Estos valores no se acercan con los resultados de la investigación.

Así mismo, Romero (2022), en su investigación titulada “Rendimiento de tres variedades de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) en las condiciones edafoclimáticas del distrito de monzón – 2020”, utilizando tres variedades de pepinillo, en sus resultados obtuvo que el tratamiento T3 (Var. Darlington) es estadísticamente diferente a los demás y presenta mejor respuesta con un mayor promedio en número de fruto

de pepinillo con 7.67 unidad, seguida por el tratamiento T1 (Var. Straight eight) con 4.33 unidades de numero de frutos y el tratamiento T2 (Var. Marketmore 76), fue el que presentó el menor promedio en número de fruto de pepinillo con solo 4.00 unidades. Estos resultados si se acercan con los resultados obtenidos ya que en la presente investigación se utilizó la misma semilla de pepinillo variedad Darlinton.

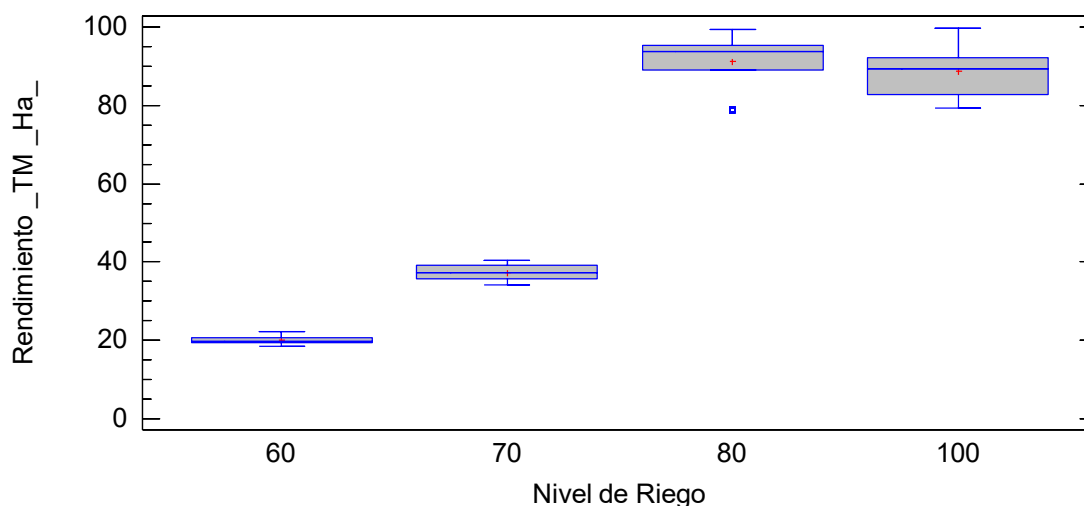
#### **4.1.5. Rendimiento del cultivo de pepinillo por el método Gravimétrico.**

Este método permite obtener una estimación precisa del rendimiento total del cultivo a nivel de hectárea, basado en las mediciones realizadas en una parcela pequeña. La proyección a una escala mayor facilita la evaluación de la eficiencia de cada tratamiento de riego; dado que 1 hectárea (ha) equivale a 10,000 m<sup>2</sup>, se proyectó el rendimiento observado por planta a una escala de 1 hectárea, obteniendo los rendimientos de pepinillo fresco en t/ha.

**Tabla 14. Resumen Estadístico para el rendimiento de pepinillo.**

<b>Lámina de riego</b>	<b>Recuento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Coefficiente de Variación</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Rango</b>
60	150	20.07	1.09	5.4336%	18.45	22.2	3.75
70	150	37.33	2.08	5.57652%	34.21	40.37	6.16
80	150	91.35	7.03	7.69745%	78.65	99.57	20.92
100	150	88.72	7.01	7.90174%	79.32	99.8	20.48
Total	600	59.37	31.72	53.4282%	18.45	99.8	81.35

La Figura 14, interpretamos que los mejores rendimientos del cultivo de especie y variedad de pepinillo híbrido Darlington, fueron 91.35 Tm/ha para la lámina de riego de 80%, seguido de 88.72Tm/ha para la lámina de riego de 100%, seguido de un rendimiento de 37.33Tm/ha para la lámina de riego de 70%, finalmente un rendimiento de 20.07Tm/ha para lámina de riego de 60%.



**Figura 18. Promedio del rendimiento de pepinillo fresco (Tm/ha)**

De la figura 18, del rendimiento de la producción de pepinillo, si existe diferencia significativa entre láminas de riego. Sobre todo, entre las láminas de 100% y lamina de riego de 80%, donde se alcanza un promedio de rendimiento de 88.72 tm/ha y 91.35 tm/ha respectivamente, esto se logra bajo las condiciones propuestas en el diseño geométrico e hidráulico en la presente investigación. Sin embargo, Mendoza (2023), en su investigación titulada “Respuesta productiva del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) al riego deficitario, el Triunfo-Guayas”, reportó rendimientos de 53, 80, 35 y 31tm/ha con láminas de riego de 100%, 80%, 60% y 40% respectivamente, estos valores si se acercan con los resultados de la investigación. Sobre todo, para la lámina de riego de 80%.

En tanto, Romero (2022), en su investigación titulada “Rendimiento de tres variedades de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) en las condiciones edafoclimáticas del distrito de monzón – 2020”, utilizando tres variedades de pepinillo, en sus resultados obtuvo que el tratamiento T3 (Var. Darlington) presenta una mejor respuesta con un mayor promedio en rendimiento de fruto de pepinillo (10 245 kg), seguida por el tratamiento T2 (Var. Marketmore 76) con 6 025 kg de rendimiento y el tratamiento T1 (Var. Straight eight), con menor promedio en rendimiento de fruto de pepinillo con 5 505 kg.

## 4.2. Pruebas de hipótesis

**H<sub>01</sub>:** La variación del riego deficitario y frecuencia de riego no presentan efecto significativo para el diámetro y profundidad del bulbo húmedo en un 20% y 80% respectivamente de la longitud de la raíz.

**H<sub>a1</sub>:** La variación del riego deficitario y la frecuencia de riego muestran efecto significativo para el diámetro y profundidad del bulbo húmedo en un 20% y 80% respectivamente de la longitud de la raíz.

**Tabla 15. Resultados del ANOVA para diámetro del suelo mojado (cm).**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	306.32	3	102.11	253.40	0.0000
Intra grupos	240.15	596	0.40		
Total (Corr.)	546.47	599			

La tabla ANOVA descompone la varianza de diámetro del suelo mojado (cm) en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 253.40, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Diámetro del suelo (cm) entre un nivel de lámina de riego y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

**Tabla 16. Prueba Tukey para diámetro del suelo mojado.**

Lámina de Riego	Casos	Media	Grupos Homogéneos
60 %	150	16.9	X d
70 %	150	17.35	X c
80 %	150	18.37	X b
100 %	150	18.64	X a

De los datos analizados Tabla N°16, la lámina de riego afecta significativamente la formación del diámetro del suelo mojado, haciendo prueba de ranking por prueba de Tukey se ve la formación de cuatro grupos, siendo el más alto valor las láminas de riegos

de 80 y 100 % que no tienen diferencias significativas, y lámina de riego 60% la que logra la menor formación del diámetro del suelo durante un periodo de tiempo de 45min.

**Tabla 17. Resultados del ANOVA bulbo húmedo.**

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	961.815	3	320.61	797.33	0.0000
Intra grupos	239.65	596	0.40		
Total (Corr.)	1201.46	599			

La tabla ANOVA descompone la varianza de Profundidad de bulbo húmedo, en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 797.33, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Profundidad de bulbo húmedo, entre un nivel de lámina de riego y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

**Tabla 18. Prueba Tukey bulbo húmedo.**

<b>Lámina de Riego</b>	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
60 %	150	33.4	X d
70 %	150	34.35	X c
80 %	150	35.87	X b
100 %	150	36.64	X a

De los datos analizados Tabla N°18, la lámina de riego afecta significativamente la formación de la profundidad del bulbo húmedo, haciendo prueba de ranking por prueba de Tukey se ve la formación de cuatro grupos, siendo el más alto valor las láminas de riegos de 80 y 100 % que no tienen diferencias significativas, y siendo 60% la lámina de riego que logra la menor formación del diámetro del suelo mojado en un tiempo de 45min.

Al evaluar el Análisis de Varianza y la prueba de Tukey, se busca determinar las diferencias significativas entre los tratamientos de riego aplicados y cómo estos afectan estas variables críticas para la gestión del riego; por consiguiente, se acepta la Hipótesis Alternativa ( $H_{a1}$ ), ya que la variación del riego deficitario y la frecuencia de riego muestran efecto significativo en la formación del diámetro y profundidad del bulbo húmedo en un 20% y 80% respectivamente de la longitud de la raíz.

**Hipótesis Nula 2:  $H_{02}$ :** La variación del riego deficitario y la frecuencia de riego no presentan efecto significativo en el número de frutos, longitud, diámetro y rendimiento del cultivo de pepinillo.

**Hipótesis Alternativa 2:  $H_{a2}$ :** La variación del riego deficitario y la frecuencia de riego muestran efecto significativo en el número de frutos, longitud, diámetro y rendimiento del cultivo de pepinillo.

**Tabla 19. Resultados del ANOVA para la longitud del fruto.**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	6533.96	3	2177.99	532.35	0.0000
Intra grupos	2438.41	596	4.09		
Total (Corr.)	8972.37	599			

La tabla ANOVA descompone la varianza de Longitud de fruto (cm) en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 532.346, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media



de Longitud de fruto (cm) entre un nivel de lámina de riego y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

**Tabla 20. Prueba Tukey para la longitud del fruto.**

Lámina de Riego	Casos	Media	Grupos Homogéneos	
60 %	150	16.27	X	
70 %	150	19.23		X
80 %	150	24.19		X
100 %	150	23.81		X

De los datos analizados Tabla N°20, la lámina de riego afecta significativamente la longitud del fruto, haciendo prueba de ranking por prueba de Tukey se ve la formación de tres grupos, siendo el más alto valor las láminas de riegos de 80 y 100 % que no tienen diferencias significativas, y siendo 60% la lámina de riego que logra la menor longitud de fruto.

**Tabla 21. Resultados del ANOVA para el diámetro del fruto.**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	664.938	3	221.646	446.10	0.0000
Intra grupos	296.127	596	0.496857		
Total (Corr.)	961.065	599			

La tabla ANOVA descompone la varianza de Diámetro de fruto (cm) en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 443.331, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Diámetro de fruto (cm) entre un nivel de lámina de riego y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

**Tabla 22. Prueba Tukey para el diámetro del fruto.**

Lámina de Riego	Casos	Media	Grupos Homogéneos		
60 %	150	4.15	X		c
70 %	150	5.11		X	b
80 %	150	6.68			X a
100 %	150	6.56			X a

De los datos analizados Tabla N°22, la lámina de riego afecta significativamente el diámetro del fruto, haciendo prueba de ranking por prueba de Tukey se ve la formación de tres grupos, siendo el más alto valor las láminas de riegos de 80 y 100 % que ambos son estadísticamente iguales, y siendo 60% la lámina de riego que logra el menor diámetro de fruto.

**Tabla 23. Resultados del ANOVA para número de frutos.**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	731.84	3	243.95	636.96	0.0000
Intra grupos	228.26	596	0.38		
Total (Corr.)	960.10	599			

La tabla ANOVA descompone la varianza de Numero de frutos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 636.96, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de número de frutos entre un nivel de lámina de riego y otro, con un nivel del 95.0% de confianza

**Tabla 24. Prueba Tukey para número de frutos.**

Lámina de Riego	Casos	Media	Grupos Homogéneos	
60 %	150	4.88	X	
70 %	150	5.77		X
80 %	150	7.50		X
100 %	150	7.38		X

De los datos analizados Tabla N°24, la lámina de riego afecta significativamente el número de frutos por planta, haciendo prueba de ranking por prueba de Tukey se ve la formación de tres grupos, siendo el más alto valor las láminas de riegos de 80 y 100 % que no tienen diferencias significativas, y siendo 60% la lámina de riego que logra el menor número de frutos por planta.

**Tabla 25. Resultados del ANOVA para el Rendimiento en tm/ha**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	587101.	3	195700.	7519.39	0.0000
Intra grupos	15511.6	596	26.03		
Total (Corr.)	602613.	599			

La tabla ANOVA descompone la varianza total del rendimiento en toneladas por hectárea (TM/Ha) en dos componentes principales: el componente entre-grupos y el componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 7519.39, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de rendimiento tm/ha entre un nivel de lámina de riego y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

**Tabla 26. Prueba Tukey para el rendimiento (tm/ha)**

Lámina de Riego	Casos	Media	Grupos Homogéneos		
60 %	150	20.07	X		
70 %	150	37.33		X	
80 %	150	91.35			X
100 %	150	88.72			X

De los datos analizados Tabla N°26, la lámina de riego afecta significativamente el rendimiento del cultivo de pepinillo, haciendo prueba de ranking por prueba de Tukey se ve la formación de cuatro grupos, obteniéndose el mayor rendimiento con láminas de riegos de 80% seguido de la lámina de riego de 100 %, a su vez seguido de la lámina de 70% y finalmente 60% la lámina de riego que logra el menor rendimiento del cultivo de pepinillo.

Por consiguiente, al evaluar el análisis de varianza y Tukey respecto al rendimiento del cultivo de pepinillo; es aceptada la Hipótesis Alternativa ( $H_{a2}$ ), ya que la variación del riego deficitario y la frecuencia de riego muestran efecto significativo en el número de frutos, longitud, diámetro y rendimiento del cultivo de pepinillo.

#### 4.3. Presentación de resultados.

##### DIAMETRO DE SUELO MOJADO

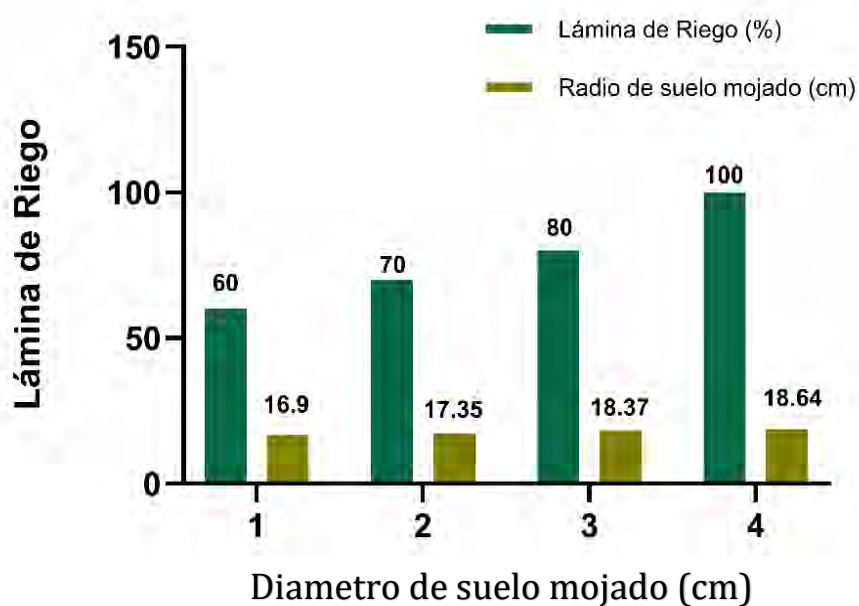
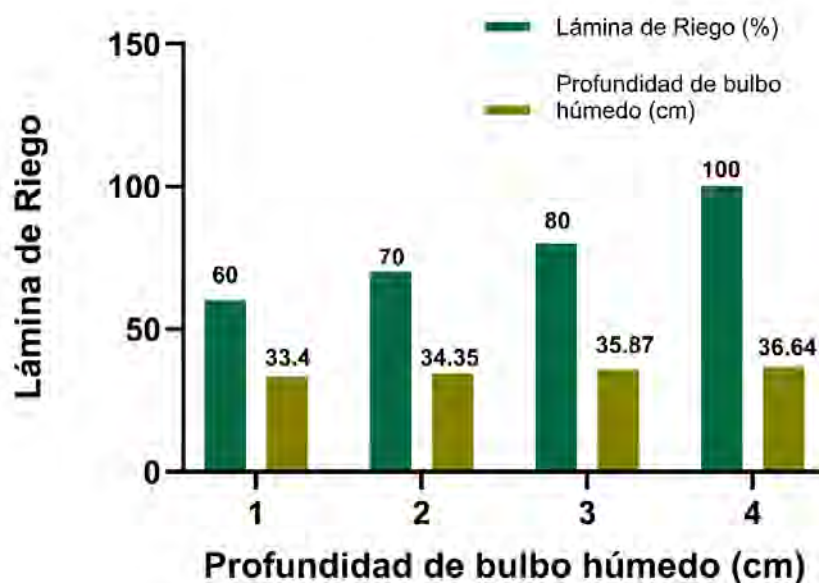


Figura 19.Resultado del diámetro de suelo mojado

El tiempo de irrigación se estableció a 45min, porque, la profundidad del sistema radicular del cultivo solamente alcanza en promedio hasta una profundidad de 40cm para el máximo aprovechamiento del recurso hídrico.

En la Figura N°19 se reporta los resultados de la formación del diámetro de suelo mojado, obteniéndose con lámina de riego de 60% = 16.9cm, lámina de riego de 70% = 17.35cm, lámina de riego de 80% = 18.37cm y lámina de riego de 100% = 18.64cm; en orden creciente.

## PROFUNDIDAD DE BULBO HÚMEDO



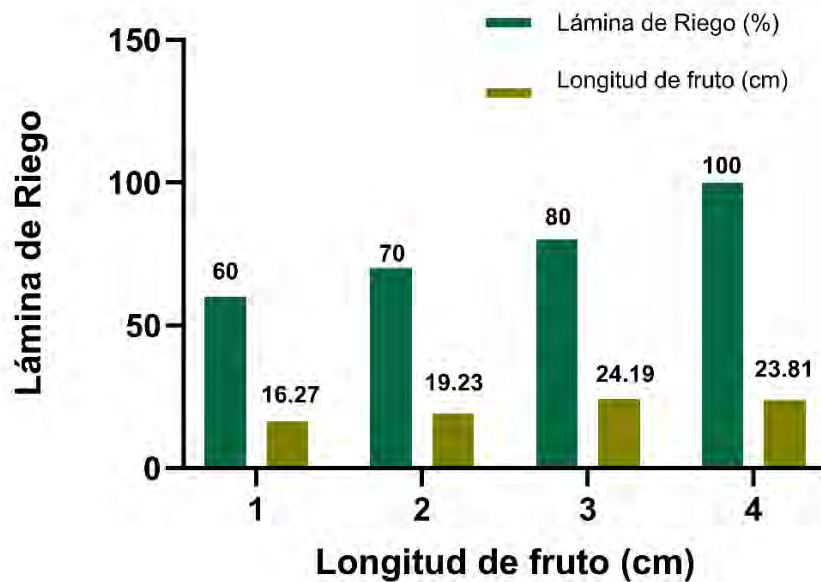
**Figura 20. Resultado de la profundidad del bulbo húmedo**

En la Figura N°20 se reporta los resultados de la profundidad del bulbo húmedo, obteniéndose con lámina de riego de 60% = 33.4cm, lámina de riego de 70% = 34.35cm, lámina de riego de 80% = 35.87cm y lámina de riego de 100% = 36.64cm; en orden creciente.

Las cuatro láminas de riego (60, 70, 80 y 100%) presentan diferencias en la formación del bulbo húmedo, coincidiendo las características con la textura del tipo de suelo franco arenoso, tal como lo clasifica Pizarro (1996), para un tipo suelo franco.



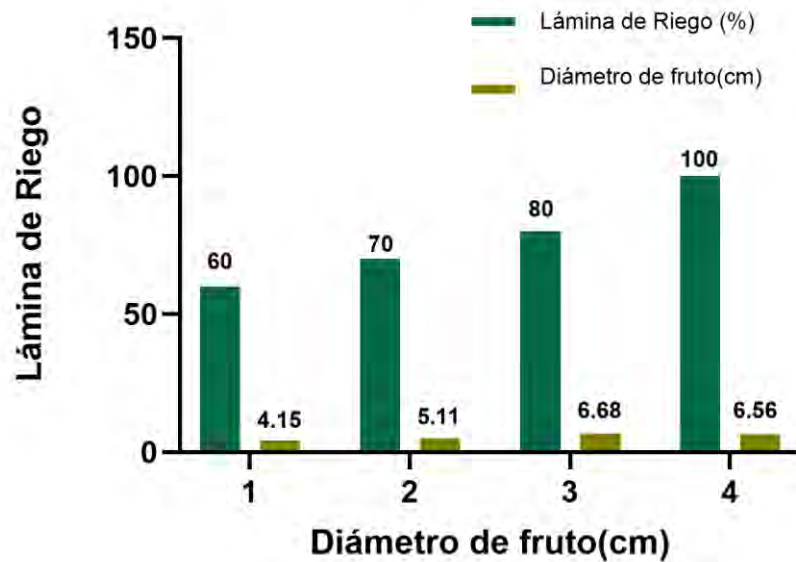
## LONGITUD DE FRUTO



**Figura 21. Resultado de la longitud del fruto**

Los resultados presentados en la Figura 21, evidencian que la lámina de riego de 80% fue el tratamiento con mayor media de longitud del fruto 24.19 cm; y lámina de riego de 60 % fue el tratamiento con menor media de longitud de fruto 16.27cm. Cabe precisar que los resultados muestran una gran similitud entre las longitudes de fruto de la lámina de riego de 80% y 100% (24.19cm y 23.81cm respectivamente).

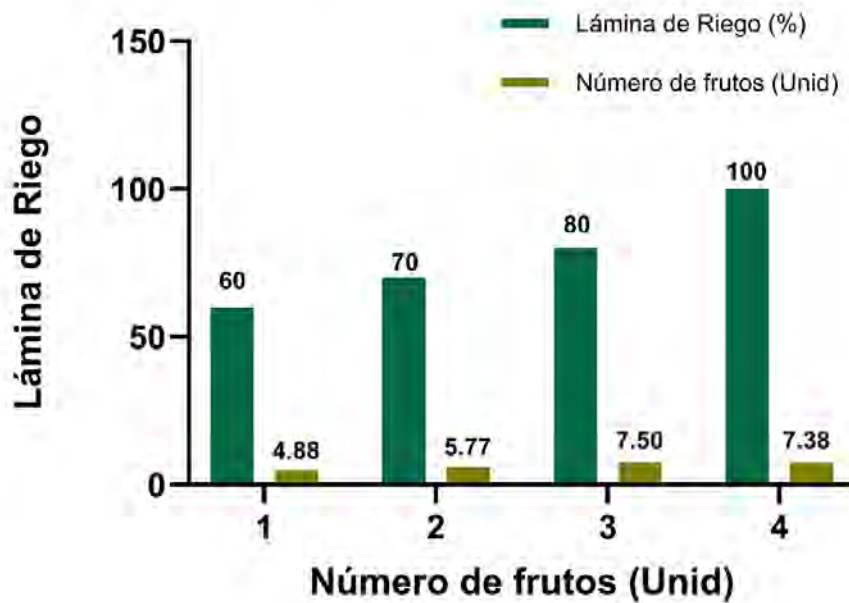
## DIÁMETRO DE FRUTO



**Figura 22.Resultado del diámetro del fruto**

Los resultados presentados en la Figura 22, evidencian que la lámina de riego de 80% fue el tratamiento con mayor media de diámetro del fruto 6.68cm; y lámina de riego de 60 % fue el tratamiento con menor media de diámetro de fruto 4.15 cm. Cabe precisar que los resultados muestran una gran similitud entre los diámetros de fruto de la lámina de riego de 80% y 100% (6.68cm y 6.56cm respectivamente).

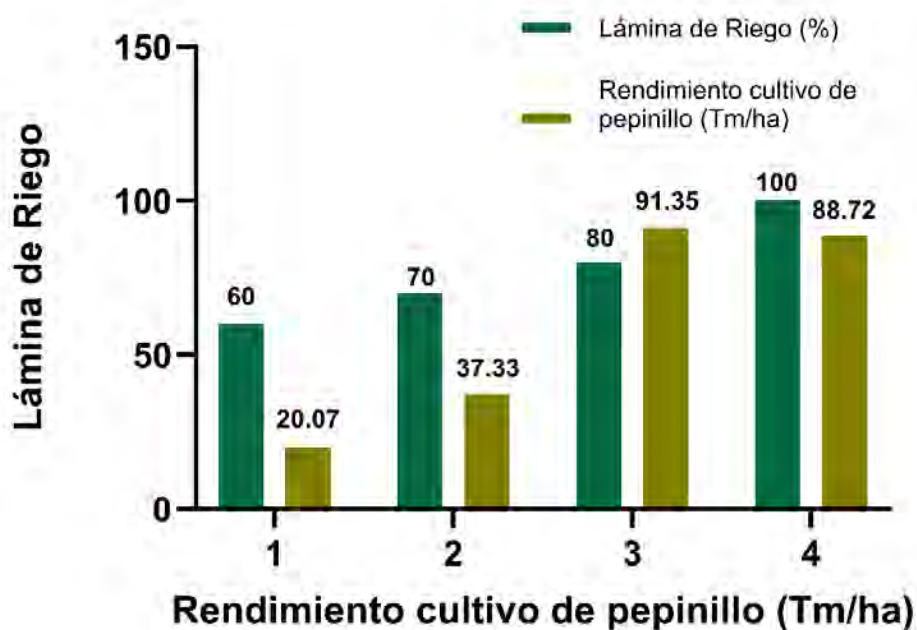
## NÚMERO DE FRUTOS



**Figura 23. Resultado del número de frutos**

Los resultados presentados en la Figura 23, evidencian que la lámina de riego de 80% fue el tratamiento con mayor media de número de frutos 7.50 Unid; y lámina de riego de 60 % fue el tratamiento con menor media de número de frutos 4.88 Unid. Cabe precisar que los resultados muestran una gran similitud entre la cantidad de número de frutos de las láminas de riego de 80% y 100% (7.50 Unid y 7.38 Unid respectivamente).

## RENDIMIENTO CULTIVO DE PEPINILLO



**Figura 24. Resultado del rendimiento del cultivo de pepinillo.**

Los resultados presentados en la Figura 24, evidencian que la lámina de riego de 80% fue el tratamiento con mayor media de rendimiento de cultivo de pepinillo 91.35 tm/ha; y lámina de riego de 60 % fue el tratamiento con menor media de rendimiento de cultivo de pepinillo 20.07 tm/ha. Cabe precisar que los resultados muestran una gran similitud entre los rendimientos de cultivo de pepinillo de las láminas de riego de 80% y 100% (91.35 tm/ha y 88.72 tm/ha respectivamente).

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- Se logro determinar el efecto del riego deficitario en el desarrollo del cultivo del pepinillo fresco con cuatro láminas de riego 100, 80, 70 y 60% en relación a la formación de bulbo húmedo del cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), obteniendo los mejores resultados con láminas de riego de 100 y 80 %; diámetro de suelo mojado 18.64cm y 18.37cm, profundidad de bulbo húmedo 36.64cm y 35.87cm respectivamente. Las láminas de 100% y 80% mostraron diferencias estadísticas significativas frente a los tratamientos con láminas de riego de 70% y 60%.
- Se logro determinar el efecto del riego deficitario en el desarrollo del cultivo del pepinillo fresco con cuatro láminas de riego 100, 80, 70 y 60% en relación al rendimiento del cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), obteniendo los mejores resultados con láminas de riego de 100 y 80 %; longitud de fruto 23.81cm y 24.19cm, diámetro de fruto 6.56cm y 6.68cm, cantidad de frutos 7.38 unid y 7.50 unid, rendimiento de 88.72 tm/ha y 91.35 tm/ha respectivamente. Las láminas de 100% y 80% mostraron diferencias estadísticas significativas frente a los tratamientos con láminas de riego de 70% y 60%.
- Se logro determinar que la lámina de riego de 80% a una frecuencia de riego diaria durante 45min resulto ser la más adecuada para la optimización del uso del recurso hídrico que influyó directamente en la formación del bulbo húmedo y en el rendimiento del cultivo de pepinillo.
- Finalmente se concluye que, si es posible reducir los requerimientos de riego para el desarrollo del cultivo de pepinillo en el sector de Panpahuacho del distrito de Curahuasi, provincia de Abancay.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar láminas de riego al 80 % en zonas de escasas hídrica, este porcentaje puede variar en función a las condiciones ambientales y en variedades de otros cultivos de hortalizas en condiciones edafoclimáticas similares a la investigación presente.
- Para futuras investigaciones, para riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) se recomienda para el cultivo de pepinillo una lámina de riego de 80% que tiene una demanda hídrica de 510.39 mm (5103.9m<sup>3</sup>/ha), lo cual permita desarrollar un óptimo bulbo húmedo y mantener un equilibrio de disponibilidad hídrica en el suelo y la planta desarrolle sus raíces absorbentes para que aprovechen el agua al máximo e incrementar el rendimiento del cultivo.
- Se recomienda a las autoridades políticas, pequeños y medianos productores de hortalizas de las zonas agrícolas del Perú, promover y seguir impulsando proyectos para la instalación de sistemas de riego por goteo optimizando el uso eficiente del agua.



## VI. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

### BIBLIOGRAFÍA

- Arriola, A. (1998). Evaluar tres cultivares de pepino para encurtido (*Cucumis sativus* L.) midiendo el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad. Trabajo tesis, Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú. 77p.
- Briceño, M.; Álvarez, F.; Barahona U. (2012). Manual técnico de riego con énfasis en riego por goteo. Zamorano – Honduras.
- Babilonia, A y Reátegui, T. (1994). Manual Teórico Practico para el cultivo de hortalizas en Trópico Húmedo. Vol. 1, Iquitos, Perú. 135 p
- Choquehuanca Perca, M. (2013). Evaluar dos variedades de pepinillo (*Cucumis sativum* L.) utilizando niveles de extractos húmicos vía foliar y medir la Influencia en el rendimiento del cultivo de pepinillo, en el CEA III–Los Pichones en la localidad de Tacna.
- Daza, T. M. C., Jurado, J. A., & Torres, V. M. (2015). Efecto de aplicación de diferentes láminas de riego en estevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) bajo invernadero. Temas agrarios, 20(1), 81-90.
- Deepa, S. K., Hadimani, H. P., Hanchinamani, C. N., Shet, R., Koulgi, S., & Ashok. (2018). Studies on carácter association in cucum-ber (*Cucumis sativus* L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences.
- Delgado de La Flor, F., J. Toledo, A. Casas, R. Ugás, S. Siura. (2000). Hortalizas datos básicos. 4ta Edición. Lima -Perú.
- FAO: RIEGO Y DRENAJE N° 56. (2006). Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma-Italia.
- Fernández R., Yruela M. C., Milla M., García J. y Oyonarte N. (2010). Manual de riego para agricultores – Riego localizado. Edita, Junta de Andalucía. Sevilla - España.
- Fereres, E., Villalobos, F.J. (2016). Chapter 21 Deficit Irrigation, In Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture. Springer.

- Freitas, D. (2017). Evaluar el rendimiento de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) híbrido Torneo 143. utilizando abonamiento foliar orgánico (SILMIX – ORGANO MINERAL). Lamas, Perú. 78 p.
- Garcia Córdova, N. (2012). Evaluación de tres variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) para hacer un comparativo y evaluar la productividad, en Alto Mayo.
- Gastanadui, V., & Noemi, I. (2017). Evaluación de tres variedades de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) empleando sustrato hidropónico para evaluar el rendimiento, en La Esperanza Trujillo.
- Hidrovo, A. y Vélez, G. (2016). Evaluación de cuatro híbridos de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) evaluando el comportamiento agronómico bajo las condiciones edafoclimáticas del campus politécnico de la ESPAM.
- Holle, M y Montes, O. (1995). “Manual de enseñanza para la producción de hortalizas”. IICA. Primera Edición. Primera Reimpresión. San José de Costa Rica. p.224.
- Israelsen y Hansen (1981). Principios y aplicaciones del riego. Editorial Reverte S.A. 2da Edición. Barcelona – España.
- Jeffrey, C. (1991). Systematics of the cucurbitaceae. En: Bates, D.M.; Robinson, R.W. Biology and utilization of the cucurbitaceae. Cornell University Press. New York – USA. 485 p.
- Mamani Calero, P. R. (2016). Evaluar dos variedades híbridas de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) midiendo el efecto de distintas concentraciones de sustrato, empleando un sistema hidropónico en el Centro Experimental de Cota Cota.
- Mercado, Y., & Erasmo, Y. (2017). Evaluación de cuatro híbridos y un testigo comercial de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) para realizar un comparativo de rendimiento en condiciones del valle de Viru.
- Mendoza A. E. (2013). Riego por goteo. 1ra Edición. El Salvador.
- Mendoza, V. R. D. (2023). Respuesta productiva del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) al riego deficitario, el Triunfo-Guayas. Trabajo Postgrado, Universidad

Agraria del Ecuador. Guayaquil – Ecuador. 80p.

- Montes, A; M. Holle. 1972. Pepinillo. Separata mimeografiada. Departamento de Horticultura. UNALM. Lima – Perú. 18p.
- Monge, M. A. (2018), Diseño agronómico e hidráulico de riegos agrícolas a presión. Editorial Agrícola Española S.A. Madrid – España.
- Moshe, S. (2006). Riego por goteo. 1ra Edición en español. Israel.
- Orson, W. I. Y Vaughn, E. H. (1985). “Principios y aplicaciones del riego “. (Segunda edición). Barcelona-España: Editorial reverté, S.A.
- Palomino V., K. (2007). “Riego por goteo”. (segunda edición). Lima-Perú: Editora macro EIRL
- Pizarro C., F. (1996). “Riego localizado de alta frecuencia (RLAF), goteo, micro aspersión, exudación”. (3era edición). Bilbao -España : Ediciones mundi-prensa
- Quijaite, J. (1995). Evaluación del cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), Var. Marketmore 70, aplicando altas densidades de siembra en Tingo María.
- Quispe, E. (2018). Continuidad del bulbo húmedo en sistemas de riego por goteo subsuperficial – San José de Ticllas. Tesis pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú. p108.
- Ramirez, J. (1993). Comparativo de cuatro cultivares de pepinillo para encurtido (*Cucumis sativus* L.) conducidos con o sin espalderas. Trabajo Tesis. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú. 52p.
- Rebaza, E. (1995). Efecto de la Frecuencia de Cosecha en el rendimiento de tres cultivares de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) Trabajo Tesis. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú. 54p.
- Romero, T. R. (2022). Rendimiento de tres variedades de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) en las condiciones edafoclimáticas del distrito de Monzón – 2020. Trabajo Tesis, Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Huánuco – Perú. 76p.

- Sobrino I.E. (1989). Tratado de Horticultura Herbácea. Hortalizas de Flor y Fruto. Editorial Aedos. Barcelona. 352p.
- Solórzano, H. A (1993). "Separatas de Olericultura sobre Origen y Evolución – Prácticas culturales. UNSM- Fagro- Tarapoto s/p
- Ugás, R; Siura, S; Delgado de la Flor, F; Casas, A; Toledo, J. (2000). Hortalizas. Datos Básicos. UNALM. Perú. 202p.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Matriz de consistencia.

**Anexo 2.** Análisis de normalidad y linealidad de los resultados del rendimiento.

**Anexo 3.** Análisis fisicoquímico de suelo.

**Anexo 4.** Análisis fisicoquímico de agua de riego.

**Anexo 5.** Reporte de planilla de cálculo de ETo y necesidades de agua para riego.

**Anexo 6.** Panel fotográfico (diámetro de suelo mojado y formación de bulbo húmedo).

**Anexo 7.** Panel fotográfico (rendimiento de cultivo de pepinillo fresco).

**Anexo 1.**  
**Matriz de consistencia.**

**a. Matriz de consistencia.**

**Anexo 1. Matriz de consistencia**

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
¿Cuál será el efecto del riego deficitario y frecuencia de riego para la formación de bulbo húmedo y rendimiento del cultivo de pepinillo?	Determinar el efecto del riego deficitario y frecuencia de riego para la formación de bulbo húmedo y rendimiento del cultivo de pepinillo.	El riego deficitario y frecuencia de riego afectan directamente en la formación de bulbo húmedo y rendimiento del cultivo de pepinillo.	<b>INDEPENDIENTE</b>  • Riego deficitario  • Frecuencia de riego	• Riego deficitario  • Frecuencia de riego	%  Día	<b>Enfoque de Investigación</b>  • Cuantitativo.  <b>Tipo de Investigación</b>  • Experimental.  <b>Nivel de Investigación</b>  • Correlacional.  <b>Diseño de Investigación</b>  • Experimental.	<b>Técnicas de investigación</b>  Normas y métodos.
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>DEPENDIENTE</b>				
¿Cómo afectará el riego deficitario en la formación del diámetro y profundidad del bulbo húmedo del cultivo de pepinillo?	Determinar el efecto del riego deficitario en la formación del diámetro y profundidad del bulbo húmedo del cultivo de pepinillo.	El riego deficitario afecta al diámetro y profundidad del bulbo húmedo en un 20% y 80% respectivamente de la longitud de la raíz.					
¿Cómo afectará el riego deficitario en el rendimiento del cultivo de pepinillo?	Determinar el efecto del riego deficitario en el rendimiento del cultivo de pepinillo.	El riego deficitario disminuye el número de frutos, longitud y diámetro del cultivo de pepinillo.	• Formación de bulbo húmedo.	• Diámetro y profundidad de bulbo húmedo.	cm.	<b>Población</b> Corresponde al área donde se cultivó el pepinillo (área total de 609 m2.) del sector de Pampahuacho-Curahuasi.	<b>Instrumentos</b>  Fichas de registro de datos.
¿Cómo afectará la frecuencia de riego en la formación de bulbo húmedo del cultivo de pepinillo?	Determinar el efecto de la frecuencia de riego en la formación de bulbo húmedo del cultivo de pepinillo.	La frecuencia de riego en la formación de bulbo húmedo del cultivo de pepinillo afecta el 50% de la capacidad de campo (cc).	• Rendimiento del cultivo	• Rendimiento del cultivo de pepinillo fresco.	Tm/ha	<b>Muestra</b> 20 unidades experimentales	Software estadístico.
¿Cómo afectará la frecuencia de riego en el rendimiento del cultivo de pepinillo?	Determinar el efecto de la frecuencia de riego en el rendimiento del cultivo de pepinillo.	La frecuencia de riego disminuye el rendimiento del cultivo de pepinillo en un 10%.				<b>Muestreo</b> • Muestreo probabilístico. • Al azar simple y estratificado.	



## **Anexo 2.**

### **Análisis de normalidad y linealidad de los resultados del rendimiento.**

## Análisis de normalidad y linealidad de los resultados del rendimiento.

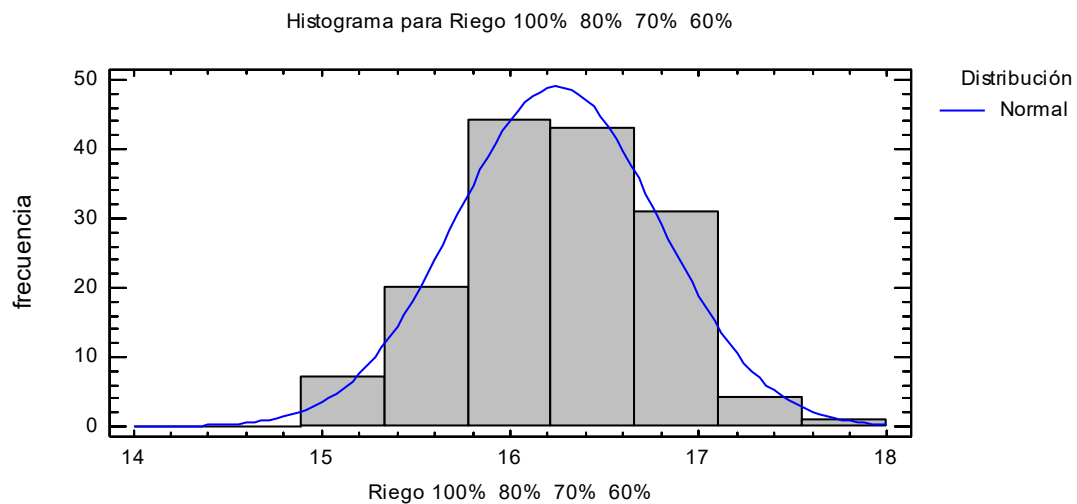
### a). Longitud de fruto.

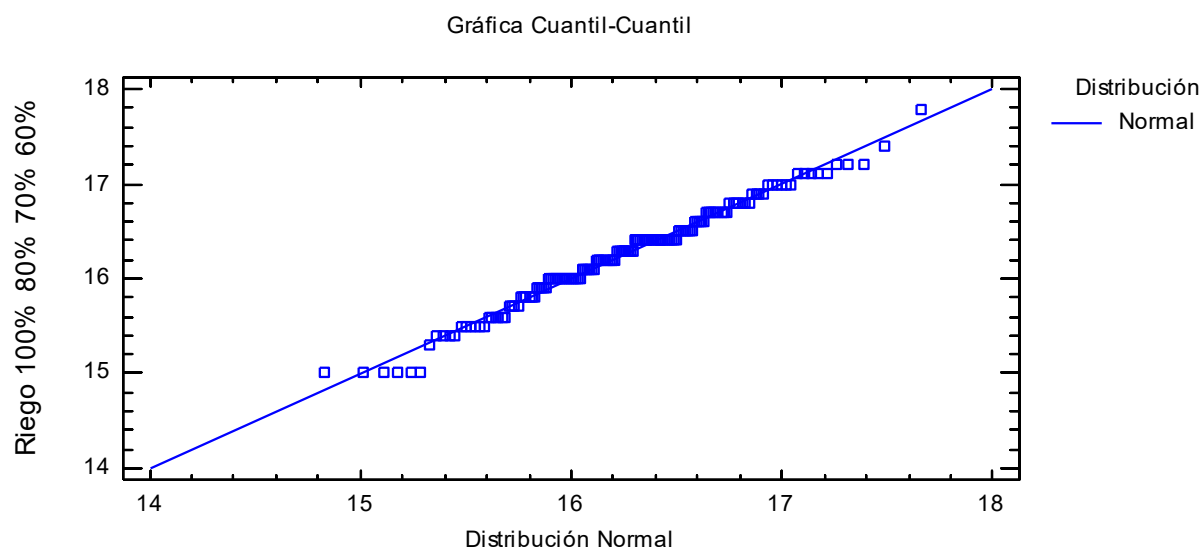
Tabla: Pruebas de normalidad para longitud de fruto.

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.974771	0.160867

La tabla de normalidad nos muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si la **longitud de fruto** puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor ó igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que la **longitud de fruto** proviene de una distribución normal con 95% de confianza.





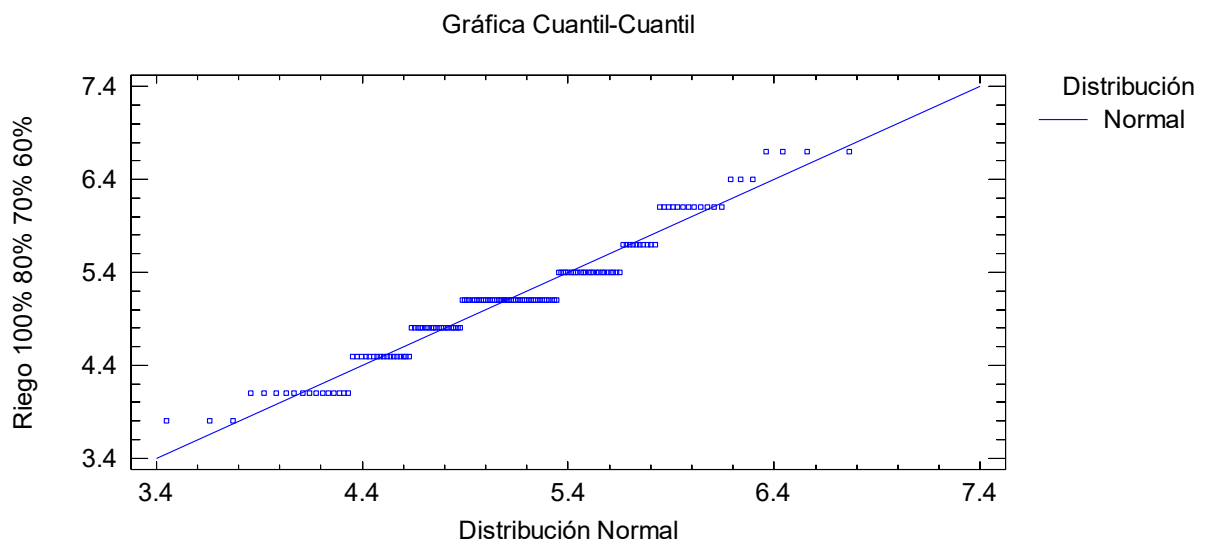
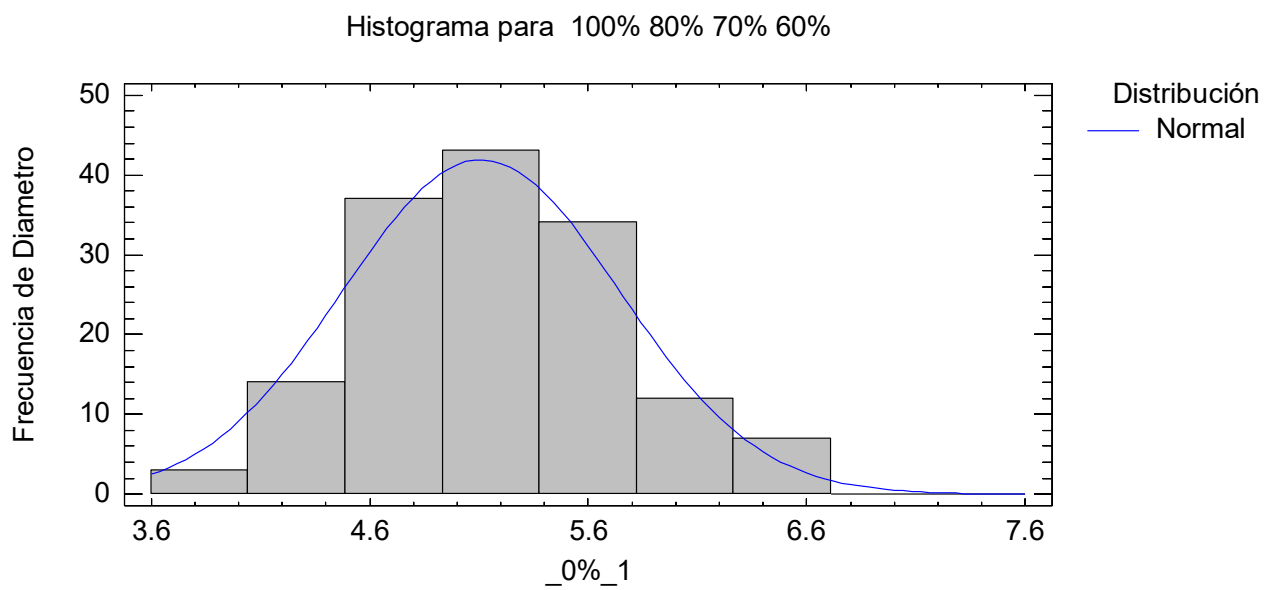
#### b). Diámetro de fruto

**Tabla: Pruebas de normalidad para el diámetro de fruto.**

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.940961	0.0687586

La tabla de normalidad nos muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si el **diámetro de fruto** puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuantiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que el **diámetro de fruto** proviene de una distribución normal con 95% de confianza.



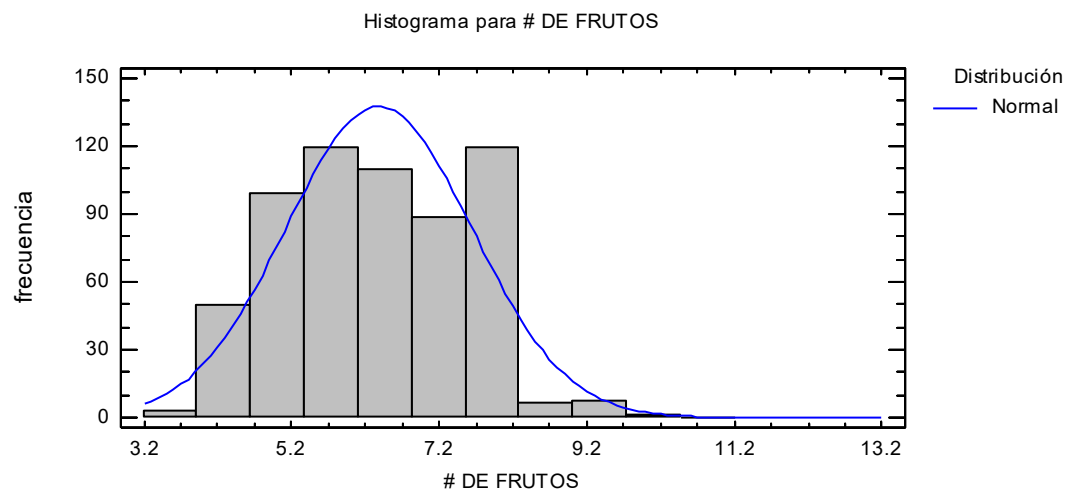
c). Numero de frutos por planta.

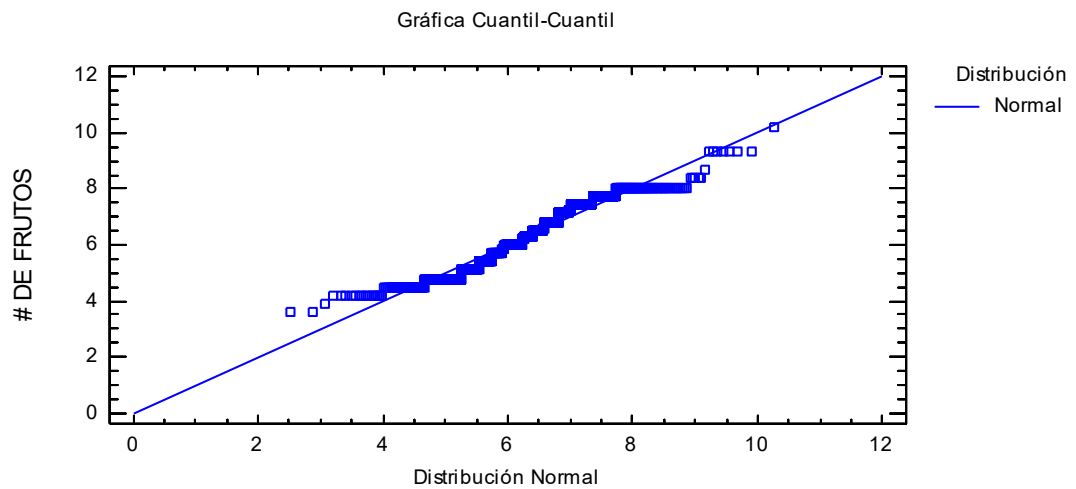
Tabla: Pruebas de normalidad para el numero de frutos por planta

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.940818	0.0751

La tabla de normalidad nos muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si el **número de frutos por planta** puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P mayor o igual a 0.05, no se puede rechazar la idea de que el **número de frutos por planta** proviene de una distribución normal con 95% de confianza.





**d). Rendimiento del cultivo de pepinillo fresco.**

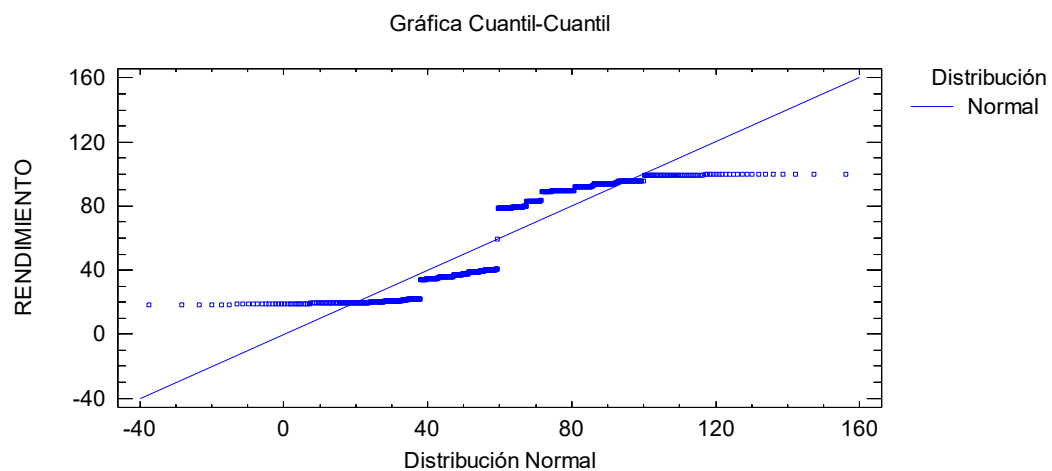
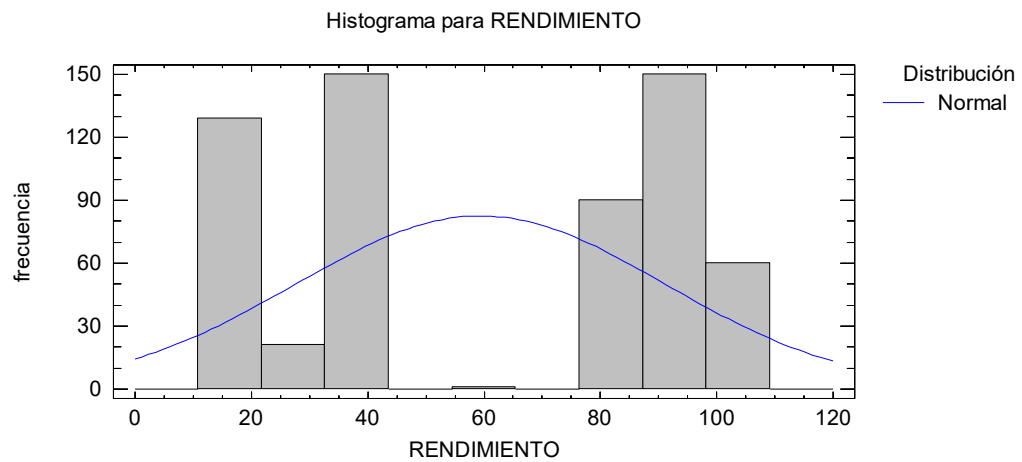
**Tabla: Pruebas de normalidad para el rendimiento del cultivo.**

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.793204	0.0

La tabla de normalidad para el rendimiento nos muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si **el rendimiento** puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuantiles de la distribución normal ajustada a los datos.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que **el rendimiento** proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

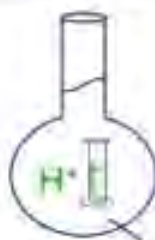




Finalmente se concluye que, de acuerdo al análisis de normalidad y linealidad de los resultados del rendimiento total del cultivo de pepinillo, los datos obtenidos en el caso de rendimiento aplicando las cuatro láminas de riego (100%, 80% 70% y 60%) son datos no paramétricos.

### **Anexo 3.**

## **Análisis fisicoquímico de suelo**



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez  
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776 - 951561574

## INFORME ~~N°~~ 0283-23 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE SUELO

SOLICITA : Julio Cesar Rondan Retamoso

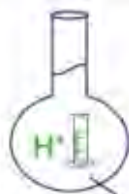
PROYECTO  
"EFECTO DEL RIEGO DEFICITARIO Y FRECUENCIA DE RIEGO EN LA FORMACIÓN  
DE BULBO HÚMEDO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PEPINILLO (*Cucumis sativus*,  
L.)

MUESTRA : M<sub>1</sub>-C-10.  
DISTRITO : CURAHUASI.  
PROVINCIA : ABANCAY.  
DEPARTAMENTO : APURÍMAC.  
FECHA DE INFORME : 08/08/2023  
1. RESULTADOS :

### 1. Resultados Físicoquímicos

DETERMINACIONES	UNIDAD	M <sub>1</sub>
Humedad	%	2.7
<u>Muestra seca</u>		
Nitrógeno total	%	0.04
Fosforo disponible P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/100	1.27
Potasio intercambiable K <sub>2</sub> O	mg/100	12.8
Materia orgánica	%	0.7
pH		7.3
Conductividad Eléctrica Saturada	μS/cm	420
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C)	<del>mg</del> /100	10
<u>Textura(malla 2 mm)</u>		
Arena	%	65.4
Arcilla	%	1.5
Limo	%	33.1
Clase textural		Franco Arenoso

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
  
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez  
INGENIERO QUÍMICO  
DIP 234334



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez  
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
RUC Nº 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776 - 951562574

INFORME N° LQ.0283-23

## ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE SUELO

SOLICITA

: Julio Cesar Rondan Relamoso

PROYECTO

"EFECTO DEL RIEGO DEFICITARIO Y FRECUENCIA DE RIEGO EN LA FORMACIÓN DE  
BULBO HÚMEDO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PEPINILLO (*Cucumis sativus* L.)

### 1.2. Resultados de parámetros hídricos:

Parámetro	UNIDAD	M <sub>1</sub>
Capacidad de Campo	%	20
Punto de Marchitez	%	12

#### MÉTODOS DE ANÁLISIS:

- El trabajo de análisis de suelos se ha realizado bajo los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Fairfull, Institute of Rural Studies, University of Wales, UK 2005; que a su vez está basado en el Manual *The Analysis of Agricultural Materials*, MAFF/ADAS.
- Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados - SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES - INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA - MÉXICO 2006.
- Soil Testing Methods - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) - ROME 2020.

#### NOTA:

- Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.
- La muestra fue tomada por el solicitante.

CHILE GURU INGENIEROS DEL PISO  
CONSEJO ASAMBLA DE INGENIEROS  
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez  
INGENIERO EN QUÍMICA  
CIP 234558

## **Anexo 4.**

### **Análisis fisicoquímico de agua de riego**



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez  
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
RUC N° 10468897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776 - 951562574

INFORME N° IQ 0282-23

## ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA PARA RIEGO

SOLICITA : Julio Cesar Rondan Retamozo

PROYECTO : EFECTO DEL RIEGO DEFICITARIO Y FRECUENCIA DE RIEGO EN LA FORMACION DE BULBO HÚMEDO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PEPINILLO (*Cucumis sativus* L.)

MUESTRA : M<sub>1</sub> - AGUA PARA RIEGO - SECTOR PAMPAHUACHO.

DISTRITO : CURAHUASI.

PROVINCIA : ABANCAY.

DEPARTAMENTO : APURIMAC.

FECHA DE INFORME : 08/08/23

RESULTADOS :

DETERMINACIONES		UNIDAD	M <sub>1</sub>
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	ppm	370
Alcalinidad	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	ppm	366
Acidez	CO <sub>2</sub>	ppm	7.7
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	ppm	92
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ppm	66
pH			7.5
Conductividad Eléctrica		μS/cm	990
RAS			1.5
Clase			C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>

**MÉTODO DE ANÁLISIS:** Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

**CONCLUSION:** De acuerdo a las determinaciones realizadas, la muestra de agua se clasifica como C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> que significa salinización ALTA y alcalinización BAJA, por consiguiente, SE REQUIERE DE UN MANEJO TÉCNICO para su uso.

**NOTA:**

- Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.
- La muestra fue tomada por el solicitante.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez  
INGENIERO QUÍMICO  
CIP 238338

## **Anexo 5.**

**Reporte de planilla de cálculo de  
ETo y necesidades de agua para riego  
(Lamina de 100, 80, 70 y 60%)**



PLANILLAS DE CALCULO - MANEJO DE AGUA PARA RIEGO - 2024														
Comunidad C. :	Provincia :	ABANCAY			Ln para llegar a CC:		48.00		Area del terreno (m2)		609			
	Distrito :	CURAHUASI			Ln (mínimo en suelo):		24.00		Cultivo		Pepinillo			
		La union			Eficiencia (%):		90.00%		Responsable		Julio Cesar RONDAN			
	Sector :	Panpahuacho			Fecha siembra:		29 de julio 2023		Tecnico					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
DDS	V (m/s)	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm)	Reposición de agua de riego			R.D. al 100%		tiempo de riego	
								Pp	Nec. Netas (mm)	Nec. Totales (mm)	C.C.	Descenso tolerable		
1	2.82	67.2	0.75	8.10	6.08	0.60	3.65		3.65	4.06	48.00	44.36		
2	2.70	70.7	0.80	7.20	5.76	0.60	3.46		3.46	3.84	48.00	44.54		
3	2.48	67	0.75	7.40	5.55	0.60	3.33		3.46	3.84	48.00	44.67		
4	2.61	70.2	0.80	6.60	5.28	0.60	3.17		3.17	3.52	48.00	44.83		
5	2.48	63.8	0.75	7.50	5.63	0.60	3.38		3.38	3.75	48.00	44.63		
6	2.54	69.4	0.75	6.70	5.03	0.60	3.02		3.02	3.35	48.00	44.99		
7	2.26	71.7	0.80	7.10	5.68	0.60	3.41		3.41	3.79	48.00	44.59		
8	2.51	70.4	0.80	7.20	5.76	0.60	3.46		3.46	3.84	48.00	44.54		
9	2.40	69.4	0.75	6.80	5.10	0.60	3.06		3.06	3.40	48.00	44.94		
10	2.37	61.7	0.75	7.10	5.33	0.60	3.20		3.20	3.55	48.00	44.81		
11	2.20	68.4	0.75	7.00	5.25	0.60	3.15		3.15	3.50	48.00	44.85		
12	1.86	75.4	0.85	5.70	4.85	0.60	2.91		2.91	3.23	48.00	45.09		
13	2.32	70.3	0.80	7.40	5.92	0.60	3.55		3.55	3.95	48.00	44.45		
14	2.05	80.5	0.80	5.60	4.48	0.60	2.69		2.69	2.99	48.00	45.31		
15	1.76	61.6	0.80	6.60	5.28	0.60	3.17		3.17	3.52	48.00	44.83		
16	1.92	66.6	0.80	5.20	4.16	0.60	2.50		2.50	2.77	48.00	45.50		
17	2.55	69.9	0.75	6.20	4.65	0.60	2.79		2.79	3.10	48.00	45.21		
18	2.41	64.3	0.75	7.10	5.33	0.60	3.20		3.20	3.55	48.00	44.81		
19	2.44	63.8	0.75	7.00	5.25	0.60	3.15		3.15	3.50	48.00	44.85		
20	2.44	63.8	0.75	7.50	5.63	0.60	3.38		3.38	3.75	48.00	44.63		
21	2.34	60.3	0.75	7.50	5.63	1.00	5.63		5.63	6.25	48.00	42.38		
22	2.05	64.5	0.75	6.30	4.73	1.00	4.73		4.73	5.25	48.00	43.28		
23	2.28	66.8	0.75	8.70	6.53	1.00	6.53		6.53	7.25	48.00	41.48		
24	2.04	71.4	0.80	6.40	5.12	1.00	5.12		5.12	5.69	48.00	42.88		
25	2.31	69.1	0.75	7.00	5.25	1.00	5.25		5.25	5.83	48.00	42.75		
26	2.27	68.6	0.75	7.90	5.93	1.00	5.93		5.93	6.58	48.00	42.08		
27	2.27	70.3	0.80	9.20	7.36	1.00	7.36		7.36	8.18	48.00	40.64		
28	2.37	66	0.75	6.80	5.10	1.00	5.10		5.10	5.67	48.00	42.90		
29	2.39	69.9	0.75	5.90	4.43	1.00	4.43		4.43	4.92	48.00	43.58		
30	2.30	74.5	0.80	8.20	6.56	1.00	6.56		6.56	7.29	48.00	41.44		
31	2.71	71.3	0.80	6.40	5.12	1.00	5.12		5.12	5.69	48.00	42.88		
32	2.51	72.5	0.80	6.70	5.36	1.00	5.36		5.36	5.96	48.00	42.64		
33	2.81	67.4	0.75	6.40	4.80	1.00	4.80		4.80	5.33	48.00	43.20		
34	1.30	82.3	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		5.19	5.76	48.00	42.82		
35	2.63	76.9	0.80	7.80	6.24	1.00	6.24		6.24	6.93	48.00	41.76		
36	2.09	89	0.80	5.20	4.16	1.00	4.16		4.16	4.62	48.00	43.84		
37	1.46	89.1	0.85	4.70	4.00	1.00	4.00		4.00	4.44	48.00	44.01		
38	1.52	85.7	0.85	6.00	5.10	1.00	5.10		5.10	5.67	48.00	42.90		
39	1.53	85.9	0.85	4.80	4.08	1.00	4.08		4.08	4.53	48.00	43.92		
40	1.62	91.3	0.85	6.50	5.53	1.00	5.53		5.53	6.14	48.00	42.48		
41	1.73	87.3	0.85	6.30	5.36	1.00	5.36		5.36	5.95	48.00	42.65		
42	1.36	82.5	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		5.19	5.76	48.00	42.82		
43	1.46	78.3	0.85	6.30	5.36	1.00	5.36		5.36	5.95	48.00	42.65		
44	1.64	87.8	0.85	6.70	5.70	1.00	5.70		5.70	6.33	48.00	42.31		
45	1.78	87.4	0.85	5.90	5.02	1.00	5.02		5.02	5.57	48.00	42.99		
46	1.66	83.5	0.85	5.80	4.93	1.00	4.93		4.93	5.48	48.00	43.07		
47	1.59	88.4	0.85	7.70	6.55	1.00	6.55		6.55	7.27	48.00	41.46		
48	1.70	88.8	0.85	6.70	5.70	1.00	5.70		5.70	6.33	48.00	42.31		
49	1.83	91.8	0.85	7.00	5.95	1.00	5.95		5.95	6.61	48.00	42.05		
50	1.98	88.7	0.85	6.00	5.10	1.00	5.10		5.10	5.67	48.00	42.90		

PLANILLAS DE CALCULO - MANEJO DE AGUA PARA RIEGO - 2024													
Provincia :	ABANCAY			Ln para llegar a CC:		48.00		Area del terreno (m2)		609			
Distrito :	CURAHUASI			Ln (mínimo en suelo):		24.00		Cultivo		Pepinillo			
Comunidad C. :	La union			Eficiencia (%):		90.00%		Responsable		Julio Cesar RONDAN			
Sector :	Panpahuacho			Fecha siembra:		29 de julio 2023		Tecnico					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
DDS	V (m/s)	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm)	Reposición de agua de riego			R.D. al 100%		tiempo de riego
								Pp	Nec. Netas (mm)	Nec. Totales (mm)	C.C.	Descenso tolerable	
51	1.88	89.6	0.85	7.70	6.55	1.00	6.55		6.55	7.27	48.00	41.46	
52	1.50	85	0.85	7.20	6.12	1.00	6.12		6.12	6.80	48.00	41.88	
53	1.66	88.9	0.85	7.80	6.63	1.00	6.63		6.63	7.37	48.00	41.37	
54	1.74	87.4	0.85	7.60	6.46	1.00	6.46		6.46	7.18	48.00	41.54	
55	1.87	89.4	0.85	7.30	6.21	1.00	6.21		6.21	6.89	48.00	41.80	
56	1.59	89.3	0.85	7.70	6.55	1.00	6.55		6.55	7.27	48.00	41.46	
57	1.93	86.9	0.85	7.50	6.38	1.00	6.38		6.38	7.08	48.00	41.63	
58	1.78	89.4	0.85	6.70	5.70	1.00	5.70		5.70	6.33	48.00	42.31	
59	1.48	85.8	0.85	6.20	5.27	1.00	5.27		5.27	5.86	48.00	42.73	
60	1.59	87.9	0.85	7.00	5.95	1.00	5.95		5.95	6.61	48.00	42.05	
61	2.02	90.8	0.80	6.00	4.80	1.00	4.80		4.80	5.33	48.00	43.20	
62	1.67	88.9	0.85	7.90	6.72	1.00	6.72		6.72	7.46	48.00	41.29	
63	1.72	89.3	0.85	5.30	4.51	1.00	4.51		4.51	5.01	48.00	43.50	
64	1.68	89.4	0.85	6.00	5.10	1.00	5.10		5.10	5.67	48.00	42.90	
65	1.92	90.9	0.85	5.30	4.51	1.00	4.51		4.51	5.01	48.00	43.50	
66	1.65	87.6	0.85	7.50	6.38	1.00	6.38		6.38	7.08	48.00	41.63	
67	1.27	91.6	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		5.19	5.76	48.00	42.82	
68	1.53	91	0.85	5.20	4.42	1.00	4.42		4.42	4.91	48.00	43.58	
69	1.95	90.1	0.85	6.50	5.53	1.00	5.53		5.53	6.14	48.00	42.48	
70	1.56	90.9	0.85	7.10	6.04	1.00	6.04	5.00	1.04	1.15	48.00	41.97	
71	1.32	92.8	0.85	5.30	4.51	1.00	4.51		4.51	5.01	48.00	43.50	
72	1.59	89.4	0.85	8.40	7.14	1.00	7.14		7.14	7.93	48.00	40.86	
73	1.76	89.6	0.85	5.80	4.93	1.00	4.93		4.93	5.48	48.00	43.07	
74	1.77	87.8	0.85	4.40	3.74	1.00	3.74		3.74	4.16	48.00	44.26	
75	1.49	86.4	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		5.19	5.76	48.00	42.82	
76	1.66	90.3	0.85	5.70	4.85	1.00	4.85		4.85	5.38	48.00	43.16	
77	1.58	92.3	0.85	5.80	4.93	1.00	4.93		4.93	5.48	48.00	43.07	
78	2.22	89.5	0.80	6.10	4.88	1.00	4.88		4.88	5.42	48.00	43.12	
79	2.05	84.9	0.80	6.60	5.28	1.00	5.28		5.28	5.87	48.00	42.72	
80	1.88	88.6	0.85	7.80	6.63	1.00	6.63	1.00	5.63	6.26	48.00	41.37	
81	2.21	88.4	0.80	7.30	5.84	1.00	5.84		5.84	6.49	48.00	42.16	
82	2.26	87.8	0.80	7.00	5.60	1.00	5.60		5.60	6.22	48.00	42.40	
83	2.26	89.6	0.80	7.10	5.68	1.00	5.68		5.68	6.31	48.00	42.32	
84	2.28	86.4	0.80	6.70	5.36	1.00	5.36		5.36	5.96	48.00	42.64	
85	2.20	86.6	0.80	7.40	5.92	1.00	5.92		5.92	6.58	48.00	42.08	
86	1.92	84.4	0.85	5.00	4.25	1.00	4.25		4.25	4.72	48.00	43.75	
87	1.77	81.6	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		5.19	5.76	48.00	42.82	
88	1.63	87.4	0.85	4.40	3.74	1.00	3.74		3.74	4.16	48.00	44.26	
89	1.64	89.7	0.85	4.20	3.57	1.00	3.57		3.57	3.97	48.00	44.43	
90	1.99	89.4	0.85	6.50	5.53	1.00	5.53	2.00	3.53	3.92	48.00	42.48	
91	2.28	91.6	0.80	6.20	4.96	0.75	3.72		3.72	4.13	48.00	44.28	
92	2.27	91.4	0.80	7.10	5.68	0.75	4.26		4.26	4.73	48.00	43.74	
93	1.76	90.5	0.85	3.40	2.89	0.75	2.17		2.17	2.41	48.00	45.83	
94	1.86	85.9	0.85	5.30	4.51	0.75	3.38		3.38	3.75	48.00	44.62	
95	2.05	88.5	0.80	7.30	5.84	0.75	4.38		4.38	4.87	48.00	43.62	
96	2.00	88.8	0.80	5.40	4.32	0.75	3.24		3.24	3.60	48.00	44.76	
97	1.78	88.4	0.85	6.20	5.27	0.75	3.95		3.95	4.39	48.00	44.05	
98	1.71	93.3	0.85	6.00	5.10	0.75	3.83		3.83	4.25	48.00	44.18	
99	2.42	90.8	0.80	6.40	5.12	0.75	3.84		3.84	4.27	48.00	44.16	
100	2.09	88.9	0.80	6.00	4.80	0.75	3.60		3.60	4.00	48.00	44.40	
101	2.10	87.9	0.80	7.00	5.60	0.75	4.20		4.20	4.67	48.00	43.80	
102	2.03	89.9	0.80	7.00	5.60	0.75	4.20		4.20	4.67	48.00	43.80	
103	1.91	82.4	0.85	5.10	4.34	0.75	3.25		3.25	3.61	48.00	44.75	
104	2.05	88.4	0.80	7.20	5.76	0.75	4.32		4.32	4.80	48.00	43.68	
105	1.86	88.8	0.85	6.60	5.61	0.75	4.21		4.21	4.68	48.00	43.79	
106	1.84	87.5	0.85	7.60	6.46	0.75	4.85		4.85	5.38	48.00	43.16	
							503.67	8	495.81	550.90			
							a	b	c	d			
Pérdida de agua del Cultivo					503.67	mm							
Aporte de lluvia					8	mm							
Necesidades netas de agua					495.81	mm							
Necesidades totales de agua					550.90	mm							

PLANILLAS DE CALCULO - MANEJO DE AGUA PARA RIEGO - 2024													
Provincia :	ABANCAY				Ln para llegar a CC:		48.00	Area del terreno (m2)		609			
Distrito :	CURAHUASI				Ln (minimo en suelo):		24.00	Cultivo		Pepinillo			
Comunidad C. :	La union				Eficiencia (%):		90.00%	Responsable		Julio Cesar RONDAN			
Sector :	Panpahuacho				Fecha siembra:		29 de julio 2023	Tecnico					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
DDS	V (m/s)	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm)	Reposición de agua de riego			R.D. al 80%		tiempo de riego
								Pp	Nec. Netas (mm)	Nec. Totales (mm)	C.C.	Descenso tolerable	
0											48.00		
1	2.82	67.2	0.75	8.10	6.08	0.60	3.65		2.92	3.24	47.28	47.28	
2	2.70	70.7	0.80	7.20	5.76	0.60	3.46		2.77	3.08	46.59	46.59	
3	2.48	67	0.75	7.40	5.55	0.60	3.33		2.66	2.96	45.92	45.92	
4	2.61	70.2	0.80	6.60	5.28	0.60	3.17		2.53	2.82	45.29	45.29	
5	2.48	63.8	0.75	7.50	5.63	0.60	3.38		2.70	3.00	44.61	44.61	
6	2.54	69.4	0.75	6.70	5.03	0.60	3.02		2.41	2.68	44.01	44.01	
7	2.26	71.7	0.80	7.10	5.68	0.60	3.41		2.73	3.03	43.33	43.33	
8	2.51	70.4	0.80	7.20	5.76	0.60	3.46		2.76	3.07	42.64	42.64	
9	2.40	69.4	0.75	6.80	5.10	0.60	3.06		2.45	2.72	42.30	42.30	
10	2.37	61.7	0.75	7.10	5.33	0.60	3.20		2.56	2.84	41.94	41.94	
11	2.20	68.4	0.75	7.00	5.25	0.60	3.15		2.52	2.80	41.59	41.59	
12	1.86	75.4	0.85	5.70	4.85	0.60	2.91		2.33	2.58	41.27	41.27	
13	2.32	70.3	0.80	7.40	5.92	0.60	3.55		2.84	3.16	40.87	40.87	
14	2.05	80.5	0.80	5.60	4.48	0.60	2.69		2.15	2.39	40.58	40.58	
15	1.76	61.6	0.80	6.60	5.28	0.60	3.17		2.53	2.82	40.22	40.22	
16	1.92	66.6	0.80	5.20	4.16	0.60	2.50		2.00	2.22	39.95	39.95	
17	2.55	69.9	0.75	6.20	4.65	0.60	2.79		2.23	2.48	39.64	39.64	
18	2.41	64.3	0.75	7.10	5.33	0.60	3.20		2.56	2.84	39.28	39.28	
19	2.44	63.8	0.75	7.00	5.25	0.60	3.15		2.52	2.80	38.93	38.93	
20	2.44	63.8	0.75	7.50	5.63	0.60	3.38		2.70	3.00	38.56	38.56	
21	2.34	60.3	0.75	7.50	5.63	1.00	5.63		4.50	5.00	37.93	37.93	
22	2.05	64.5	0.75	6.30	4.73	1.00	4.73		3.78	4.20	37.41	37.41	
23	2.28	66.8	0.75	8.70	6.53	1.00	6.53		5.22	5.80	36.68	36.68	
24	2.04	71.4	0.80	6.40	5.12	1.00	5.12		4.10	4.55	36.11	36.11	
25	2.31	69.1	0.75	7.00	5.25	1.00	5.25		4.20	4.67	35.53	35.53	
26	2.27	68.6	0.75	7.90	5.93	1.00	5.93		4.74	5.27	34.87	34.87	
27	2.27	70.3	0.80	9.20	7.36	1.00	7.36		5.89	6.54	34.05	34.05	
28	2.37	66	0.75	6.80	5.10	1.00	5.10		4.08	4.53	33.49	28.39	
29	2.39	69.9	0.75	5.90	4.43	1.00	4.43		3.54	3.93	27.89	27.89	
30	2.30	74.5	0.80	8.20	6.56	1.00	6.56		5.25	5.83	27.17	27.17	
31	2.71	71.3	0.80	6.40	5.12	1.00	5.12		4.10	4.55	26.60	26.60	
32	2.51	72.5	0.80	6.70	5.36	1.00	5.36		4.29	4.76	26.00	26.00	
33	2.81	67.4	0.75	6.40	4.80	1.00	4.80		3.84	4.27	25.47	25.47	
34	1.30	82.3	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		4.15	4.61	24.89	24.89	
35	2.63	76.9	0.80	7.80	6.24	1.00	6.24		4.99	5.55	24.20	24.20	
36	2.09	89	0.80	5.20	4.16	1.00	4.16		23.80	26.44	48.00	48.00	
37	1.46	89.1	0.85	4.70	4.00	1.00	4.00		3.20	3.55	47.55	47.55	
38	1.52	85.7	0.85	6.00	5.10	1.00	5.10		4.08	4.53	46.99	46.99	
39	1.53	85.9	0.85	4.80	4.08	1.00	4.08		3.26	3.63	46.53	46.53	
40	1.62	91.3	0.85	6.50	5.53	1.00	5.53		4.42	4.91	45.92	45.92	
41	1.73	87.3	0.85	6.30	5.36	1.00	5.36		4.28	4.76	45.33	45.33	
42	1.36	82.5	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		4.15	4.61	44.75	44.75	
43	1.46	78.3	0.85	6.30	5.36	1.00	5.36		4.28	4.76	44.15	44.15	
44	1.64	87.8	0.85	6.70	5.70	1.00	5.70		4.56	5.06	43.52	43.52	
45	1.78	87.4	0.85	5.90	5.02	1.00	5.02		4.01	4.46	42.96	42.96	
46	1.66	83.5	0.85	5.80	4.93	1.00	4.93		3.94	4.38	42.42	42.42	
47	1.59	88.4	0.85	7.70	6.55	1.00	6.55		5.24	5.82	41.69	41.69	
48	1.70	88.8	0.85	6.70	5.70	1.00	5.70		4.56	5.06	41.06	41.06	
49	1.83	91.8	0.85	7.00	5.95	1.00	5.95		4.76	5.29	40.40	40.40	
50	1.98	88.7	0.85	6.00	5.10	1.00	5.10		4.08	4.53	39.83	39.83	

PLANILLAS DE CALCULO - MANEJO DE AGUA PARA RIEGO - 2024													
Provincia : <b>ABANCAY</b>				Ln para llegar a CC:		<b>48.00</b>		Area del terreno (m2)		<b>609</b>			
Distrito : <b>CURAHUASI</b>				Ln (minimo en suelo):		<b>24.00</b>		Cultivo		<b>Pepinillo</b>			
Comunidad C. : <b>La union</b>				Eficiencia (%):		<b>90.00%</b>		Responsable		Julio Cesar RONDAN			
Sector : <b>Panpahuacho</b>				Fecha siembra:		<b>29 de julio 2023</b>		Tecnico					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
DDS	V (m/s)	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm)	Reposición de agua de riego		R.D. al 80%		tiempo de riego	
								Pp	Nec. Netas (mm)	Nec. Totales (mm)	C.C.	Descenso tolerable	
51	1.88	89.6	0.85	7.70	6.55	1.00	6.55		5.24	5.82	39.10	39.10	
52	1.50	85	0.85	7.20	6.12	1.00	6.12		4.90	5.44	38.42	38.42	
53	1.66	88.9	0.85	7.80	6.63	1.00	6.63		5.30	5.89	37.68	37.68	
54	1.74	87.4	0.85	7.60	6.46	1.00	6.46		5.17	5.74	36.97	36.97	
55	1.87	89.4	0.85	7.30	6.21	1.00	6.21		4.96	5.52	36.28	36.28	
56	1.59	89.3	0.85	7.70	6.55	1.00	6.55		5.24	5.82	35.55	35.55	
57	1.93	86.9	0.85	7.50	6.38	1.00	6.38		5.10	5.67	34.84	34.84	
58	1.78	89.4	0.85	6.70	5.70	1.00	5.70		4.56	5.06	34.21	34.21	
59	1.48	85.8	0.85	6.20	5.27	1.00	5.27		4.22	4.68	33.62	33.62	
60	1.59	87.9	0.85	7.00	5.95	1.00	5.95		4.76	5.29	32.96	32.96	
61	2.02	90.8	0.80	6.00	4.80	1.00	4.80		3.84	4.27	32.43	32.43	
62	1.67	88.9	0.85	7.90	6.72	1.00	6.72		5.37	5.97	31.68	31.68	
63	1.72	89.3	0.85	5.30	4.51	1.00	4.51		3.60	4.00	31.18	31.18	
64	1.68	89.4	0.85	6.00	5.10	1.00	5.10		4.08	4.53	30.62	30.62	
65	1.92	90.9	0.85	5.30	4.51	1.00	4.51		3.60	4.00	30.12	30.12	
66	1.65	87.6	0.85	7.50	6.38	1.00	6.38		5.10	5.67	29.41	29.41	
67	1.27	91.6	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		4.15	4.61	28.83	28.83	
68	1.53	91	0.85	5.20	4.42	1.00	4.42		3.54	3.93	28.34	28.34	
69	1.95	90.1	0.85	6.50	5.53	1.00	5.53		4.42	4.91	27.73	27.73	
70	1.56	90.9	0.85	7.10	6.04	1.00	6.04	5.00	1.04	1.15	27.84	27.84	
71	1.32	92.8	0.85	5.30	4.51	1.00	4.51		3.60	4.00	27.34	27.34	
72	1.59	89.4	0.85	8.40	7.14	1.00	7.14		5.71	6.35	26.55	26.55	
73	1.76	89.6	0.85	5.80	4.93	1.00	4.93		3.94	4.38	26.00	26.00	
74	1.77	87.8	0.85	4.40	3.74	1.00	3.74		2.99	3.32	25.58	25.58	
75	1.49	86.4	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		4.15	4.61	25.01	25.01	
76	1.66	90.3	0.85	5.70	4.85	1.00	4.85		3.88	4.31	24.47	24.47	
77	1.58	92.3	0.85	5.80	4.93	1.00	4.93		23.53	26.14	48.00	48.00	
78	2.22	89.5	0.80	6.10	4.88	1.00	4.88		3.90	4.34	47.46	47.46	
79	2.05	84.9	0.80	6.60	5.28	1.00	5.28		4.22	4.69	46.87	41.59	
80	1.88	88.6	0.85	7.80	6.63	1.00	6.63	1.00	5.63	6.26	35.96	35.96	
81	2.21	88.4	0.80	7.30	5.84	1.00	5.84		4.67	5.19	35.31	35.31	
82	2.26	87.8	0.80	7.00	5.60	1.00	5.60		4.48	4.98	34.69	34.69	
83	2.26	89.6	0.80	7.10	5.68	1.00	5.68		4.54	5.05	34.06	34.06	
84	2.28	86.4	0.80	6.70	5.36	1.00	5.36		4.29	4.76	33.46	33.46	
85	2.20	86.6	0.80	7.40	5.92	1.00	5.92		4.74	5.26	32.80	32.80	
86	1.92	84.4	0.85	5.00	4.25	1.00	4.25		3.40	3.78	32.33	32.33	
87	1.77	81.6	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		4.15	4.61	31.76	31.76	
88	1.63	87.4	0.85	4.40	3.74	1.00	3.74		2.99	3.32	31.34	31.34	
89	1.64	89.7	0.85	4.20	3.57	1.00	3.57		2.86	3.17	30.94	30.94	
90	1.99	89.4	0.85	6.50	5.53	1.00	5.53	2.00	3.53	3.92	27.42	27.42	
91	2.28	91.6	0.80	6.20	4.96	0.75	3.72		2.98	3.31	27.01	27.01	
92	2.27	91.4	0.80	7.10	5.68	0.75	4.26		3.41	3.79	26.53	26.53	
93	1.76	90.5	0.85	3.40	2.89	0.75	2.17		1.73	1.93	26.29	26.29	
94	1.86	85.9	0.85	5.30	4.51	0.75	3.38		2.70	3.00	25.92	25.92	
95	2.05	88.5	0.80	7.30	5.84	0.75	4.38		3.50	3.89	25.43	25.43	
96	2.00	88.8	0.80	5.40	4.32	0.75	3.24		2.59	2.88	25.07	25.07	
97	1.78	88.4	0.85	6.20	5.27	0.75	3.95		3.16	3.51	24.63	24.63	
98	1.71	93.3	0.85	6.00	5.10	0.75	3.83		3.06	3.40	24.21	24.21	
99	2.42	90.8	0.80	6.40	5.12	0.75	3.84		23.79	26.43	48.00	48.00	
100	2.09	88.9	0.80	6.00	4.80	0.75	3.60		2.88	3.20	47.60	47.60	
101	2.10	87.9	0.80	7.00	5.60	0.75	4.20		3.36	3.73	47.13	47.13	
102	2.03	89.9	0.80	7.00	5.60	0.75	4.20		3.36	3.73	46.66	46.66	
103	1.91	82.4	0.85	5.10	4.34	0.75	3.25		2.60	2.89	46.30	46.30	
104	2.05	88.4	0.80	7.20	5.76	0.75	4.32		3.46	3.84	45.82	45.82	
105	1.86	88.8	0.85	6.60	5.61	0.75	4.21		3.37	3.74	45.35	45.35	
106	1.84	87.5	0.85	7.60	6.46	0.75	4.85		3.88	4.31	44.82	39.97	
							503.67			459.35	510.39		

PLANILLAS DE CALCULO - MANEJO DE AGUA PARA RIEGO - 2024													
Provincia :	ABANCAY				Ln para llegar a CC:		48.00	Area del terreno (m2)		609			
Distrito :	CURAHUASI				Ln (minimo en suelo):		24.00	Cultivo		Pepinillo			
Comunidad C. :	La union				Eficiencia (%):		90.00%	Responsable		Julio Cesar RONDAN			
Sector :	Panpahuacho				Fecha siembra:		29 de julio 2023	Tecnico					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
DDS	V (m/s)	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm)	Reposición de agua de riego			R.D. al 70%		tiempo de riego
								Pp	Nec. Netas (mm)	Nec. Totales (mm)	C.C.	Descenso tolerable	
0											48.00		
1	2.82	67.2	0.75	8.10	6.08	0.60	3.65		2.56	2.84	46.91	46.91	
2	2.70	70.7	0.80	7.20	5.76	0.60	3.46		2.42	2.69	45.88	45.88	
3	2.48	67	0.75	7.40	5.55	0.60	3.33		2.33	2.59	44.88	44.88	
4	2.61	70.2	0.80	6.60	5.28	0.60	3.17		2.22	2.46	43.93	43.93	
5	2.48	63.8	0.75	7.50	5.63	0.60	3.38		2.36	2.63	42.91	42.91	
6	2.54	69.4	0.75	6.70	5.03	0.60	3.02		2.11	2.35	42.01	42.01	
7	2.26	71.7	0.80	7.10	5.68	0.60	3.41		2.39	2.65	40.99	40.99	
8	2.51	70.4	0.80	7.20	5.76	0.60	3.46		2.42	2.69	39.95	39.95	
9	2.40	69.4	0.75	6.80	5.10	0.60	3.06		2.14	2.38	39.27	39.27	
10	2.37	61.7	0.75	7.10	5.33	0.60	3.20		2.24	2.49	38.56	38.56	
11	2.20	68.4	0.75	7.00	5.25	0.60	3.15		2.21	2.45	37.86	37.86	
12	1.86	75.4	0.85	5.70	4.85	0.60	2.91		2.03	2.26	37.21	37.21	
13	2.32	70.3	0.80	7.40	5.92	0.60	3.55		2.49	2.76	36.43	36.43	
14	2.05	80.5	0.80	5.60	4.48	0.60	2.69		1.88	2.09	35.83	35.83	
15	1.76	61.6	0.80	6.60	5.28	0.60	3.17		2.22	2.46	35.12	35.12	
16	1.92	66.6	0.80	5.20	4.16	0.60	2.50		1.75	1.94	34.57	34.57	
17	2.55	69.9	0.75	6.20	4.65	0.60	2.79		1.95	2.17	33.95	33.95	
18	2.41	64.3	0.75	7.10	5.33	0.60	3.20		2.24	2.49	33.24	33.24	
19	2.44	63.8	0.75	7.00	5.25	0.60	3.15		2.21	2.45	32.54	32.54	
20	2.44	63.8	0.75	7.50	5.63	0.60	3.38		2.36	2.63	31.79	31.79	
21	2.34	60.3	0.75	7.50	5.63	1.00	5.63		3.94	4.38	30.54	30.54	
22	2.05	64.5	0.75	6.30	4.73	1.00	4.73		3.31	3.68	29.49	29.49	
23	2.28	66.8	0.75	8.70	6.53	1.00	6.53		4.57	5.08	28.04	28.04	
24	2.04	71.4	0.80	6.40	5.12	1.00	5.12		3.58	3.98	26.90	26.90	
25	2.31	69.1	0.75	7.00	5.25	1.00	5.25		3.68	4.08	25.73	25.73	
26	2.27	68.6	0.75	7.90	5.93	1.00	5.93		4.15	4.61	24.42	24.42	
27	2.27	70.3	0.80	9.20	7.36	1.00	7.36		23.58	26.20	48.00	48.00	
28	2.37	66	0.75	6.80	5.10	1.00	5.10		3.57	3.97	46.86	41.76	
29	2.39	69.9	0.75	5.90	4.43	1.00	4.43		3.10	3.44	40.78	40.78	
30	2.30	74.5	0.80	8.20	6.56	1.00	6.56		4.59	5.10	39.32	39.32	
31	2.71	71.3	0.80	6.40	5.12	1.00	5.12		3.58	3.98	38.19	38.19	
32	2.51	72.5	0.80	6.70	5.36	1.00	5.36		3.75	4.17	36.99	36.99	
33	2.81	67.4	0.75	6.40	4.80	1.00	4.80		3.36	3.73	35.93	35.93	
34	1.30	82.3	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		3.63	4.03	34.78	34.78	
35	2.63	76.9	0.80	7.80	6.24	1.00	6.24		4.37	4.85	33.39	33.39	
36	2.09	89	0.80	5.20	4.16	1.00	4.16		2.91	3.24	32.46	32.46	
37	1.46	89.1	0.85	4.70	4.00	1.00	4.00		2.80	3.11	31.58	31.58	
38	1.52	85.7	0.85	6.00	5.10	1.00	5.10		3.57	3.97	30.44	30.44	
39	1.53	85.9	0.85	4.80	4.08	1.00	4.08		2.86	3.17	29.54	29.54	
40	1.62	91.3	0.85	6.50	5.53	1.00	5.53		3.87	4.30	28.31	28.31	
41	1.73	87.3	0.85	6.30	5.36	1.00	5.36		3.75	4.17	27.12	27.12	
42	1.36	82.5	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		3.63	4.03	25.97	25.97	
43	1.46	78.3	0.85	6.30	5.36	1.00	5.36		3.75	4.17	24.78	24.78	
44	1.64	87.8	0.85	6.70	5.70	1.00	5.70		23.22	25.80	48.00	48.00	
45	1.78	87.4	0.85	5.90	5.02	1.00	5.02		3.51	3.90	46.88	46.88	
46	1.66	83.5	0.85	5.80	4.93	1.00	4.93		3.45	3.83	45.79	45.79	
47	1.59	88.4	0.85	7.70	6.55	1.00	6.55		4.58	5.09	44.33	44.33	
48	1.70	88.8	0.85	6.70	5.70	1.00	5.70		3.99	4.43	43.07	43.07	
49	1.83	91.8	0.85	7.00	5.95	1.00	5.95		4.17	4.63	41.74	41.74	
50	1.98	88.7	0.85	6.00	5.10	1.00	5.10		3.57	3.97	40.61	40.61	



PLANILLAS DE CALCULO - MANEJO DE AGUA PARA RIEGO - 2024														
Provincia : <b>ABANCAY</b>		Ln para llegar a CC:		48.00		Area del terreno (m2)		609						
Distrito : <b>CURAHUASI</b>		Ln (minimo en suelo):		24.00		Cultivo		Pepinillo						
Comunidad C. : <b>La union</b>		Eficiencia (%):		90.00%		Responsable		Julio Cesar RONDAN						
Sector : <b>Panpahuacho</b>		Fecha siembra:		29 de julio 2023		Tecnico								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
DDS	V (m/s)	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm)	Reposición de agua de riego			R.D. al 70%		tiempo de riego	
								Pp	Nec. Netas (mm)	Nec. Totales (mm)	C.C.	Descenso tolerable		
51	1.88	89.6	0.85	7.70	6.55	1.00	6.55		4.58	5.09	39.16	39.16		
52	1.50	85	0.85	7.20	6.12	1.00	6.12		4.28	4.76	37.80	37.80		
53	1.66	88.9	0.85	7.80	6.63	1.00	6.63		4.64	5.16	36.32	36.32		
54	1.74	87.4	0.85	7.60	6.46	1.00	6.46		4.52	5.02	34.89	34.89		
55	1.87	89.4	0.85	7.30	6.21	1.00	6.21		4.34	4.83	33.51	33.51		
56	1.59	89.3	0.85	7.70	6.55	1.00	6.55		4.58	5.09	32.05	32.05		
57	1.93	86.9	0.85	7.50	6.38	1.00	6.38		4.46	4.96	30.64	30.64		
58	1.78	89.4	0.85	6.70	5.70	1.00	5.70		3.99	4.43	29.37	29.37		
59	1.48	85.8	0.85	6.20	5.27	1.00	5.27		3.69	4.10	28.20	28.20		
60	1.59	87.9	0.85	7.00	5.95	1.00	5.95		4.17	4.63	26.88	26.88		
61	2.02	90.8	0.80	6.00	4.80	1.00	4.80		3.36	3.73	25.81	25.81		
62	1.67	88.9	0.85	7.90	6.72	1.00	6.72		4.70	5.22	24.32	24.32		
63	1.72	89.3	0.85	5.30	4.51	1.00	4.51		23.68	26.31	48.00	48.00		
64	1.68	89.4	0.85	6.00	5.10	1.00	5.10		3.57	3.97	46.87	46.87		
65	1.92	90.9	0.85	5.30	4.51	1.00	4.51		3.15	3.50	45.87	45.87		
66	1.65	87.6	0.85	7.50	6.38	1.00	6.38		4.46	4.96	44.45	44.45		
67	1.27	91.6	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		3.63	4.03	43.30	43.30		
68	1.53	91	0.85	5.20	4.42	1.00	4.42		3.09	3.44	42.31	42.31		
69	1.95	90.1	0.85	6.50	5.53	1.00	5.53		3.87	4.30	41.09	41.09		
70	1.56	90.9	0.85	7.10	6.04	1.00	6.04	5.00	1.04	1.15	40.05	40.05		
71	1.32	92.8	0.85	5.30	4.51	1.00	4.51		3.15	3.50	39.05	39.05		
72	1.59	89.4	0.85	8.40	7.14	1.00	7.14		5.00	5.55	37.46	37.46		
73	1.76	89.6	0.85	5.80	4.93	1.00	4.93		3.45	3.83	36.37	36.37		
74	1.77	87.8	0.85	4.40	3.74	1.00	3.74		2.62	2.91	35.54	35.54		
75	1.49	86.4	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		3.63	4.03	34.39	34.39		
76	1.66	90.3	0.85	5.70	4.85	1.00	4.85		3.39	3.77	33.31	33.31		
77	1.58	92.3	0.85	5.80	4.93	1.00	4.93		3.45	3.83	32.21	32.21		
78	2.22	89.5	0.80	6.10	4.88	1.00	4.88		3.42	3.80	31.13	31.13		
79	2.05	84.9	0.80	6.60	5.28	1.00	5.28		3.70	4.11	29.96	24.68		
80	1.88	88.6	0.85	7.80	6.63	1.00	6.63	1.00	5.63	6.26	31.31	31.31		
81	2.21	88.4	0.80	7.30	5.84	1.00	5.84		4.09	4.54	30.01	30.01		
82	2.26	87.8	0.80	7.00	5.60	1.00	5.60		3.92	4.36	28.76	28.76		
83	2.26	89.6	0.80	7.10	5.68	1.00	5.68		3.98	4.42	27.50	27.50		
84	2.28	86.4	0.80	6.70	5.36	1.00	5.36		3.75	4.17	26.31	26.31		
85	2.20	86.6	0.80	7.40	5.92	1.00	5.92		4.14	4.60	24.99	24.99		
86	1.92	84.4	0.85	5.00	4.25	1.00	4.25		2.98	3.31	24.05	24.05		
87	1.77	81.6	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		23.95	26.61	48.00	48.00		
88	1.63	87.4	0.85	4.40	3.74	1.00	3.74		2.62	2.91	47.17	47.17		
89	1.64	89.7	0.85	4.20	3.57	1.00	3.57		2.50	2.78	46.38	46.38		
90	1.99	89.4	0.85	6.50	5.53	1.00	5.53	2.00	1.87	2.08	44.51	44.51		
91	2.28	91.6	0.80	6.20	4.96	0.75	3.72		2.60	2.89	43.68	43.68		
92	2.27	91.4	0.80	7.10	5.68	0.75	4.26		3.41	3.79	43.21	43.21		
93	1.76	90.5	0.85	3.40	2.89	0.75	2.17		1.73	1.93	42.97	42.97		
94	1.86	85.9	0.85	5.30	4.51	0.75	3.38		2.70	3.00	42.59	42.59		
95	2.05	88.5	0.80	7.30	5.84	0.75	4.38		3.50	3.89	42.10	42.10		
96	2.00	88.8	0.80	5.40	4.32	0.75	3.24		2.59	2.88	41.74	41.74		
97	1.78	88.4	0.85	6.20	5.27	0.75	3.95		3.16	3.51	41.31	41.31		
98	1.71	93.3	0.85	6.00	5.10	0.75	3.83		3.06	3.40	40.88	40.88		
99	2.42	90.8	0.80	6.40	5.12	0.75	3.84		3.07	3.41	40.45	40.45		
100	2.09	88.9	0.80	6.00	4.80	0.75	3.60		2.88	3.20	40.05	40.05		
101	2.10	87.9	0.80	7.00	5.60	0.75	4.20		3.36	3.73	39.59	39.59		
102	2.03	89.9	0.80	7.00	5.60	0.75	4.20		3.36	3.73	39.12	39.12		
103	1.91	82.4	0.85	5.10	4.34	0.75	3.25		2.60	2.89	38.76	38.76		
104	2.05	88.4	0.80	7.20	5.76	0.75	4.32		3.46	3.84	38.28	38.28		
105	1.86	88.8	0.85	6.60	5.61	0.75	4.21		3.37	3.74	37.81	37.81		
106	1.84	87.5	0.85	7.60	6.46	0.75	4.85		3.88	4.31	37.27	32.43		
							503.67		432.65	480.72				

PLANILLAS DE CALCULO - MANEJO DE AGUA PARA RIEGO - 2024													
Provincia :	ABANCAY				Ln para llegar a CC:	48.00		Area del terreno (m2)		609			
Distrito :	CURAHUASI				Ln (mínimo en suelo):	24.00		Cultivo		Pepinillo			
Comunidad C. :	La union				Eficiencia (%):	90.00%		Responsable		Julio Cesar RONDAN			
Sector :	Panpahuacho				Fecha siembra:	29 de julio 2023		Tecnico					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
DDS	V (m/s)	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm)	Reposición de agua de riego			R.D. al 60%		tiempo de riego
								Pp	Nec. Netas (mm)	Nec. Totales (mm)	C.C.	Descenso tolerable	
0											48.00		
1	2.82	67.2	0.75	8.10	6.08	0.60	3.65		2.19	2.43	46.55	46.55	
2	2.70	70.7	0.80	7.20	5.76	0.60	3.46		2.08	2.31	45.17	45.17	
3	2.48	67	0.75	7.40	5.55	0.60	3.33		2.00	2.22	43.83	43.83	
4	2.61	70.2	0.80	6.60	5.28	0.60	3.17		1.90	2.11	42.57	42.57	
5	2.48	63.8	0.75	7.50	5.63	0.60	3.38		2.03	2.25	41.22	41.22	
6	2.54	69.4	0.75	6.70	5.03	0.60	3.02		1.81	2.01	40.01	40.01	
7	2.26	71.7	0.80	7.10	5.68	0.60	3.41		2.04	2.27	38.65	38.65	
8	2.51	70.4	0.80	7.20	5.76	0.60	3.46		2.07	2.30	37.26	37.26	
9	2.40	69.4	0.75	6.80	5.10	0.60	3.06		1.84	2.04	36.24	36.24	
10	2.37	61.7	0.75	7.10	5.33	0.60	3.20		1.92	2.13	35.18	35.18	
11	2.20	68.4	0.75	7.00	5.25	0.60	3.15		1.89	2.10	34.13	34.13	
12	1.86	75.4	0.85	5.70	4.85	0.60	2.91		1.74	1.94	33.16	33.16	
13	2.32	70.3	0.80	7.40	5.92	0.60	3.55		2.13	2.37	31.98	31.98	
14	2.05	80.5	0.80	5.60	4.48	0.60	2.69		1.61	1.79	31.08	31.08	
15	1.76	61.6	0.80	6.60	5.28	0.60	3.17		1.90	2.11	30.02	30.02	
16	1.92	66.6	0.80	5.20	4.16	0.60	2.50		1.50	1.66	29.19	29.19	
17	2.55	69.9	0.75	6.20	4.65	0.60	2.79		1.67	1.86	28.26	28.26	
18	2.41	64.3	0.75	7.10	5.33	0.60	3.20		1.92	2.13	27.20	27.20	
19	2.44	63.8	0.75	7.00	5.25	0.60	3.15		1.89	2.10	26.15	26.15	
20	2.44	63.8	0.75	7.50	5.63	0.60	3.38		22.98	25.53	48.00	48.00	
21	2.34	60.3	0.75	7.50	5.63	1.00	5.63		3.38	3.75	46.13	46.13	
22	2.05	64.5	0.75	6.30	4.73	1.00	4.73		2.84	3.15	44.55	44.55	
23	2.28	66.8	0.75	8.70	6.53	1.00	6.53		3.92	4.35	42.38	42.38	
24	2.04	71.4	0.80	6.40	5.12	1.00	5.12		3.07	3.41	40.67	40.67	
25	2.31	69.1	0.75	7.00	5.25	1.00	5.25		3.15	3.50	38.92	38.92	
26	2.27	68.6	0.75	7.90	5.93	1.00	5.93		3.56	3.95	36.94	36.94	
27	2.27	70.3	0.80	9.20	7.36	1.00	7.36		4.42	4.91	34.49	34.49	
28	2.37	66	0.75	6.80	5.10	1.00	5.10		3.06	3.40	32.79	27.69	
29	2.39	69.9	0.75	5.90	4.43	1.00	4.43		2.66	2.95	26.22	26.22	
30	2.30	74.5	0.80	8.20	6.56	1.00	6.56		3.94	4.37	24.03	24.03	
31	2.71	71.3	0.80	6.40	5.12	1.00	5.12		23.97	26.63	48.00	48.00	
32	2.51	72.5	0.80	6.70	5.36	1.00	5.36		3.22	3.57	46.21	46.21	
33	2.81	67.4	0.75	6.40	4.80	1.00	4.80		2.88	3.20	44.61	44.61	
34	1.30	82.3	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		3.11	3.46	42.89	42.89	
35	2.63	76.9	0.80	7.80	6.24	1.00	6.24		3.74	4.16	40.81	40.81	
36	2.09	89	0.80	5.20	4.16	1.00	4.16		2.50	2.77	39.42	39.42	
37	1.46	89.1	0.85	4.70	4.00	1.00	4.00		2.40	2.66	38.09	38.09	
38	1.52	85.7	0.85	6.00	5.10	1.00	5.10		3.06	3.40	41.15	41.15	
39	1.53	85.9	0.85	4.80	4.08	1.00	4.08		2.45	2.72	39.79	39.79	
40	1.62	91.3	0.85	6.50	5.53	1.00	5.53		3.32	3.68	37.95	37.95	
41	1.73	87.3	0.85	6.30	5.36	1.00	5.36		3.21	3.57	36.16	36.16	
42	1.36	82.5	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		3.11	3.46	34.43	34.43	
43	1.46	78.3	0.85	6.30	5.36	1.00	5.36		3.21	3.57	32.65	32.65	
44	1.64	87.8	0.85	6.70	5.70	1.00	5.70		3.42	3.80	30.75	30.75	
45	1.78	87.4	0.85	5.90	5.02	1.00	5.02		3.01	3.34	29.08	29.08	
46	1.66	83.5	0.85	5.80	4.93	1.00	4.93		2.96	3.29	27.43	27.43	
47	1.59	88.4	0.85	7.70	6.55	1.00	6.55		3.93	4.36	25.25	25.25	
48	1.70	88.8	0.85	6.70	5.70	1.00	5.70		22.75	25.28	48.00	48.00	
49	1.83	91.8	0.85	7.00	5.95	1.00	5.95		3.57	3.97	46.02	46.02	
50	1.98	88.7	0.85	6.00	5.10	1.00	5.10		3.06	3.40	44.32	44.32	



PLANILLAS DE CALCULO - MANEJO DE AGUA PARA RIEGO - 2024														
Provincia : <b>ABANCAY</b>		Ln para llegar a CC:		48.00		Area del terreno (m2)		609						
Distrito : <b>CURAHUASI</b>		Ln (minimo en suelo):		24.00		Cultivo		Pepinillo						
Comunidad C. : <b>La union</b>		Eficiencia (%):		90.00%		Responsable		Julio Cesar RONDAN						
Sector : <b>Panpahuacho</b>		Fecha siembra:		29 de julio 2023		Tecnico								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
DDS	V (m/s)	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm)	Reposición de agua de riego			R.D. al 60%		tiempo de riego	
								Pp	Nec. Netas (mm)	Nec. Totales (mm)	C.C.	Descenso tolerable		
51	1.88	89.6	0.85	7.70	6.55	1.00	6.55		3.93	4.36	42.14	42.14		
52	1.50	85	0.85	7.20	6.12	1.00	6.12		3.67	4.08	40.10	40.10		
53	1.66	88.9	0.85	7.80	6.63	1.00	6.63		3.98	4.42	37.89	37.89		
54	1.74	87.4	0.85	7.60	6.46	1.00	6.46		3.88	4.31	35.73	35.73		
55	1.87	89.4	0.85	7.30	6.21	1.00	6.21		3.72	4.14	33.67	33.67		
56	1.59	89.3	0.85	7.70	6.55	1.00	6.55		3.93	4.36	31.48	31.48		
57	1.93	86.9	0.85	7.50	6.38	1.00	6.38		3.83	4.25	29.36	29.36		
58	1.78	89.4	0.85	6.70	5.70	1.00	5.70		3.42	3.80	27.46	27.46		
59	1.48	85.8	0.85	6.20	5.27	1.00	5.27		3.16	3.51	25.70	25.70		
60	1.59	87.9	0.85	7.00	5.95	1.00	5.95		22.30	24.78	48.00	48.00		
61	2.02	90.8	0.80	6.00	4.80	1.00	4.80		2.88	3.20	46.40	46.40		
62	1.67	88.9	0.85	7.90	6.72	1.00	6.72		4.03	4.48	44.17	44.17		
63	1.72	89.3	0.85	5.30	4.51	1.00	4.51		2.70	3.00	42.66	42.66		
64	1.68	89.4	0.85	6.00	5.10	1.00	5.10		3.06	3.40	40.96	40.96		
65	1.92	90.9	0.85	5.30	4.51	1.00	4.51		2.70	3.00	39.46	39.46		
66	1.65	87.6	0.85	7.50	6.38	1.00	6.38		3.83	4.25	37.34	37.34		
67	1.27	91.6	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		3.11	3.46	35.61	35.61		
68	1.53	91	0.85	5.20	4.42	1.00	4.42		2.65	2.95	34.13	34.13		
69	1.95	90.1	0.85	6.50	5.53	1.00	5.53		3.32	3.68	32.29	32.29		
70	1.56	90.9	0.85	7.10	6.04	1.00	6.04	5.00	1.04	1.15	32.41	32.41		
71	1.32	92.8	0.85	5.30	4.51	1.00	4.51		2.70	3.00	30.91	30.91		
72	1.59	89.4	0.85	8.40	7.14	1.00	7.14		4.28	4.76	28.53	28.53		
73	1.76	89.6	0.85	5.80	4.93	1.00	4.93		2.96	3.29	26.88	26.88		
74	1.77	87.8	0.85	4.40	3.74	1.00	3.74		2.24	2.49	25.64	25.64		
75	1.49	86.4	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		22.36	24.84	48.00	48.00		
76	1.66	90.3	0.85	5.70	4.85	1.00	4.85		2.91	3.23	46.38	46.38		
77	1.58	92.3	0.85	5.80	4.93	1.00	4.93		2.96	3.29	44.74	44.74		
78	2.22	89.5	0.80	6.10	4.88	1.00	4.88		2.93	3.25	43.11	43.11		
79	2.05	84.9	0.80	6.60	5.28	1.00	5.28		3.17	3.52	41.35	41.35		
80	1.88	88.6	0.85	7.80	6.63	1.00	6.63	1.00	3.98	4.42	38.37	38.37		
81	2.21	88.4	0.80	7.30	5.84	1.00	5.84		3.50	3.89	36.43	36.43		
82	2.26	87.8	0.80	7.00	5.60	1.00	5.60		3.36	3.73	34.56	34.56		
83	2.26	89.6	0.80	7.10	5.68	1.00	5.68		3.41	3.79	32.67	32.67		
84	2.28	86.4	0.80	6.70	5.36	1.00	5.36		3.22	3.57	30.88	30.88		
85	2.20	86.6	0.80	7.40	5.92	1.00	5.92		3.55	3.95	28.91	28.91		
86	1.92	84.4	0.85	5.00	4.25	1.00	4.25		2.55	2.83	27.49	27.49		
87	1.77	81.6	0.85	6.10	5.19	1.00	5.19		3.11	3.46	25.76	25.76		
88	1.63	87.4	0.85	4.40	3.74	1.00	3.74		2.24	2.49	24.52	24.52		
89	1.64	89.7	0.85	4.20	3.57	1.00	3.57		23.48	26.09	48.00	48.00		
90	1.99	89.4	0.85	6.50	5.53	1.00	5.53	2.00	3.53	3.92	48.00	48.00		
91	2.28	91.6	0.80	6.20	4.96	0.75	3.72		2.23	2.48	46.76	46.76		
92	2.27	91.4	0.80	7.10	5.68	0.75	4.26		2.56	2.84	45.34	45.34		
93	1.76	90.5	0.85	3.40	2.89	0.75	2.17		1.30	1.45	44.61	44.61		
94	1.86	85.9	0.85	5.30	4.51	0.75	3.38		2.03	2.25	43.49	43.49		
95	2.05	88.5	0.80	7.30	5.84	0.75	4.38		2.63	2.92	42.03	42.03		
96	2.00	88.8	0.80	5.40	4.32	0.75	3.24		1.94	2.16	40.95	40.95		
97	1.78	88.4	0.85	6.20	5.27	0.75	3.95		2.37	2.64	39.63	39.63		
98	1.71	93.3	0.85	6.00	5.10	0.75	3.83		2.30	2.55	38.35	38.35		
99	2.42	90.8	0.80	6.40	5.12	0.75	3.84		2.30	2.56	37.07	37.07		
100	2.09	88.9	0.80	6.00	4.80	0.75	3.60		2.16	2.40	35.87	35.87		
101	2.10	87.9	0.80	7.00	5.60	0.75	4.20		2.52	2.80	34.47	34.47		
102	2.03	89.9	0.80	7.00	5.60	0.75	4.20		2.52	2.80	33.07	33.07		
103	1.91	82.4	0.85	5.10	4.34	0.75	3.25		1.95	2.17	31.99	31.99		
104	2.05	88.4	0.80	7.20	5.76	0.75	4.32		2.59	2.88	30.55	30.55		
105	1.86	88.8	0.85	6.60	5.61	0.75	4.21		2.52	2.81	29.15	29.15		
106	1.84	87.5	0.85	7.60	6.46	0.75	4.85		2.91	3.23	27.53	22.69		
							503.67		420.33	467.04				

## **Anexo 6.**

**Panel fotográfico (diámetro de  
suelo mojado y formación de bulbo  
húmedo)**

En 45min de irrigación con las distintas láminas de riego (100, 80,70 y 60%), diámetro del suelo mojado es( $\Phi < 20\text{cm}$ ), y bulbo húmedo ( $h > 30\text{cm}$ ).



**Fotografía:** Bulbo húmedo con lamina de riego de 100% en 45 minutos.



**Fotografía:** Bulbo húmedo con lamina de riego de 80% en 45 minutos.



**Fotografía:** Bulbo húmedo con lamina de riego de 70% en 45 minutos.



**Fotografía:** Bulbo húmedo con lamina de riego de 60% en 45 minutos.

## **Anexo 7.**

**Panel fotográfico (rendimiento de  
cultivo de pepinillo fresco)**





**Fotografía:** Rendimiento de la producción de pepinillo fresco en parcela con lámina de riego de 100%.



**Fotografía:** Rendimiento de la producción de pepinillo fresco en parcela con lamina de riego de 80%.





**Fotografía:** Rendimiento de la producción de pepinillo fresco en parcela con lamina de riego de 70%.





**Fotografía:** Rendimiento de la producción de pepinillo fresco en parcela con lamina de riego de 60%.