



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**EFFECTO DE LOS RIEGOS POR GOTEO Y MICROASPERSIÓN  
EN EL RENDIMIENTO DE AJO CHINO (*Allium sativum*) EN LA  
COMUNIDAD DE CHALLAPUJO, ILAVE-EL COLLAO-PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. CHANDER ANTONY CALLE CCAMA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

**PUNO – PERÚ**

**2023**



## Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**EFFECTO DE LOS RIEGOS POR GOTEY  
MICROASPERSIÓN EN EL RENDIMIENTO  
DE AJO CHINO (*Allium sativum*) EN LA C  
OMUNIDAD DE CHALLAPUJO, ILAVE-EL  
COLLAO-PUNO**

AUTOR

**Chander Antony Calle Ccama**

RECuento DE PALABRAS

**44606 Words**

RECuento DE CARACTERES

**224838 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**268 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**56.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 13, 2023 8:16 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jun 13, 2023 8:19 AM GMT-5**

### ● 3% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 3% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Material citado

  
  
Mg. Roberto Alvaro Alejo  
INGENIERO AGRICOLA  
Reg. CIP N° 63562

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA  
UNIDAD DE INVESTIGACION  
  
Mg. Roberto Alvaro Alejo  
INGENIERO AGRICOLA  
Reg. CIP N° 63562

Resumen



## DEDICATORIA

### *A Dios*

*Dedico mi trabajo de tesis plenamente a Dios, por iluminarme en el transcurso correcto y sobre todo cuidar de mi persona en todo momento, por darme el entendimiento y la sabiduría del conocimiento académico, para poder realizar satisfactoriamente este trabajo de investigación.*

### *A mis padres*

*A mis queridos padres Benjamín Rodolfo Calle Sosa y Judith Sara CCama CCama por apoyarme y guiarme en los momentos más difíciles de mi vida.*

### *A mis familiares y seres queridos*

*A mi querido hermano Jeampierre Takeshy Calle CCama y al Ing. Ricardo Bardales Vassi, por apoyarme en las buenas decisiones y en los consejos disciplinarios que me fortalecieron en mi vida académica y social.*

***Chander Calle CCama***



## AGRADECIMIENTOS

- Agradezco primordialmente a Dios, por haberme dado la salud y el cuidado de mi vida cotidiana.
- Agradecer a mis queridos padres por el rotundo apoyo económico que me dieron para poder realizar el trabajo de investigación.
- Agradecer a mi querida Facultad de Ingeniería Agrícola, por el apoyo del conocimiento académico y disciplinario que los docentes aportan a través de sus experiencias prácticas y laborales.
- Agradezco al M. Sc. Roberto Alfaro Alejo por su paciencia, generosidad y disponibilidad de tiempo como asesor en el apoyo del trabajo de investigación.
- Agradezco al M. Sc. Teófilo Chirinos Ortiz por el gran apoyo en el trabajo de investigación
- De igual manera al jurado evaluador, que mediante las observaciones y sugerencias se logró culminar con éxito la presente tesis.

*Chander Calle CCama*





## ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 16**

**ABSTRACT..... 17**

### **CAPÍTULO I**

#### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 19**

1.1.1. Problema principal ..... 21

1.1.2. Problemas específicos ..... 22

**1.2. JUSTIFICACIÓN..... 22**

**1.3. OBJETIVOS..... 23**

1.3.1. Objetivo general ..... 23

1.3.2. Objetivos específicos ..... 24

**1.4. HIPÓTESIS ..... 24**

1.4.1. Hipótesis general ..... 24

1.4.1. Hipótesis específicas ..... 24

### **CAPÍTULO II**

#### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... 26**



2.1.1. Antecedentes a nivel Internacional .....	26
2.1.2. Antecedentes a nivel Nacional .....	27
2.1.3. Antecedentes a nivel Regional .....	28
<b>2.2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>29</b>
2.2.1. Riego localizado.....	29
2.2.2. Tipos de riego localizado .....	30
2.2.3. Riego por goteo .....	30
2.2.4. Riego por microaspersión .....	32
2.2.5. Diseño agronómico en riego localizado.....	35
2.2.6. Diseño hidráulico en riego localizado.....	36
2.2.7. Aspectos generales del suelo, humedad y planta .....	37
2.2.8. Programación de riego .....	43
2.2.9. Selección de suelos para fines de riego.....	55
2.2.10. Conceptos básicos que determinan a la evapotranspiración .....	60
<b>2.3. CULTIVO DE AJO .....</b>	<b>72</b>
2.3.1. Origen.....	72
2.3.2. Criterios que caracterizan las condiciones físicas del ajo .....	72
2.3.3. Rendimiento y calidad agrícola del Ajo chino.....	78
2.3.4. Uso adecuado para las actividades agrícolas del ajo.....	81
<b>2.4. EFECTO DEL RIEGO LOCALIZADO EN EL DESARROLLO AGRONÓMICO Y EL RENDIMIENTO DEL AJO .....</b>	<b>89</b>

### CAPÍTULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>91</b>
-----------------------------------	-----------



3.1.1. Ubicación del terreno experimental .....	91
3.1.2. Caracterización climática .....	91
3.1.3. Suelos .....	92
<b>3.2. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS.....</b>	<b>99</b>
3.2.1. Materiales de campo .....	99
3.2.2. Material genético.....	99
3.2.3. Diseño del terreno experimental .....	99
3.2.4. Diseño del sistema de riegos localizados .....	103
3.2.5. Herramientas de trabajo .....	107
3.2.6. Equipos de medición .....	107
3.2.7. Equipos T.D.R. medidores de suelo.....	109
<b>3.4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>112</b>
3.4.1. Enfoque de la investigación .....	112
3.4.2. Diseño de la investigación .....	112
3.4.3. Conducción del experimento .....	113
<b>3.5. PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGOS LOCALIZADOS DE ALTA FRECUENCIA.....</b>	<b>119</b>
3.5.1. Cubicación de riego por el método volumétrico .....	119
3.5.2. Programación de riegos.....	120
<b>3.6. EVALUACIÓN DEL EXPERIMENTO.....</b>	<b>122</b>
3.6.1. Fase experimental .....	122
3.6.2. Fase de gabinete .....	125



## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN DIARIA EN EL TERRENO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>129</b>
4.1.1. Ajuste de la Precipitación diaria .....	129
4.1.2. Ajuste de la Programación de riego .....	130
4.1.3. Modelos de control que estiman el consumo de agua por medio de las dosis de riego .....	134
4.1.4. Ajuste de los parámetros del desarrollo agronómico básico.....	144
4.1.5. Ajuste del rendimiento y calidad de bulbo.....	146
<b>4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL EFECTO DE LA DOSIS DE RIEGO EN CADA TRATAMIENTO DE ESTUDIO.....</b>	<b>148</b>
4.2.1. Análisis del Efecto de las dosis de riego y la precipitación diaria en el consumo de agua del cultivo.....	148
4.2.2. Análisis del efecto de riego por goteo en el desarrollo agronómico y rendimiento del ajo chino .....	149
4.2.3. Análisis del efecto de riego por microaspersión en el desarrollo agronómico y rendimiento del ajo chino .....	153
4.2.4. Análisis comparativo del efecto de riego por goteo y microaspersión en el desarrollo agronómico y rendimiento del ajo chino .....	156
<b>4.3. DISCUSIÓN .....</b>	<b>159</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>162</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>164</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>165</b>



**ANEXOS..... 182**

**Área:** Ingeniería y tecnología.

**Línea:** Recursos hídricos.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 19 de junio del 2023



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Tamaño de poro en la muestra de suelo.....	40
<b>Tabla 2.</b> Parámetros de la calidad del agua de riego para uso agrícola .....	48
<b>Tabla 3.</b> Valoración de la dureza del agua según los grados hidrométricos .....	50
<b>Tabla 4.</b> Eficiencia teórica por métodos de riego .....	51
<b>Tabla 5.</b> Aplicación de la eficiencia de riego por percolación en riego localizado .....	53
<b>Tabla 6.</b> Velocidad de infiltración básica según textura de los suelos.....	54
<b>Tabla 7.</b> Valores para interpretar los resultados del análisis de suelo .....	57
<b>Tabla 8.</b> Necesidad de cal agrícola y materia orgánica para cambiar el pH .....	59
<b>Tabla 9.</b> Niveles de fertilización del estiércol en estado de descomposición .....	60
<b>Tabla 10.</b> Fases fenológicas del ajo en campo.....	74
<b>Tabla 11.</b> Caracterización de la textura del suelo permanente.....	93
<b>Tabla 12.</b> Análisis químico de suelos – m-1 (método: riego por goteo).....	94
<b>Tabla 13.</b> Análisis químico de suelos – m-2 (método: riego por microaspersión) .....	95
<b>Tabla 14.</b> Análisis del estiércol de ovino – fertilización de suelos .....	96
<b>Tabla 15.</b> Parámetros agrohidrológicos del suelo .....	97
<b>Tabla 16.</b> Análisis químico de la calidad del agua para fines de riego.....	98
<b>Tabla 17.</b> Especificaciones técnicas del diseño hidráulico – tratamiento T-1 .....	103
<b>Tabla 18.</b> Parámetros del diseño agronómico – tratamiento T-1 .....	104
<b>Tabla 19.</b> Especificaciones técnicas del diseño hidráulico – tratamiento T-2 .....	105
<b>Tabla 20.</b> Parámetros del diseño agronómico – tratamiento T-2.....	106
<b>Tabla 21.</b> Mediciones técnicas del pluviómetro j. prolab acrílico .....	108
<b>Tabla 22.</b> Especificaciones técnicas del piranómetro yk-35uv .....	108
<b>Tabla 23.</b> Especificaciones técnicas del levantamiento de suelos 4 en 1.....	110



<b>Tabla 24.</b> Especificaciones técnicas del xlux – mso3 .....	111
<b>Tabla 25.</b> Aplicación de cal agrícola y materia orgánica en el T-1 y T-2.....	116
<b>Tabla 26.</b> Valores del coeficiente del cultivo (kc) para ajo .....	121
<b>Tabla 27.</b> Programación de riego en el tratamiento T-1 .....	131
<b>Tabla 28.</b> Programación de riego en el tratamiento T-2 .....	132
<b>Tabla 29.</b> Desarrollo del parámetro agronómico en el T-1 y T-2 .....	144
<b>Tabla 30.</b> Desarrollo del parámetro de bulbificación en el T-1 y T-2 .....	145
<b>Tabla 31.</b> Clasificación del rendimiento de bulbo .....	146
<b>Tabla 32.</b> Rendimiento de hectárea por tonelada.....	147
<b>Tabla 33.</b> Características físicas de la calidad de bubo.....	147
<b>Tabla 34.</b> Prueba tukey en el consumo de agua del ajo chino (T-1, T-2 y precipitación) .....	148
<b>Tabla 35.</b> Significancia de las variables T-1, T-2 y precipitación .....	149
<b>Tabla 36.</b> Prueba tukey en los parámetros agronómicos – bloques A1, A2 y A3 .....	150
<b>Tabla 37.</b> Prueba tukey para la igualdad de los parámetros agronómicos – T-1 .....	151
<b>Tabla 38.</b> Prueba Tukey para el rendimiento y calidad del ajo chino ( <i>Allium sativum</i> ), en ton/ha – T-1.....	151
<b>Tabla 39.</b> Prueba tukey en los parámetros agronómicos – bloques B1, B2 y B3 .....	153
<b>Tabla 40.</b> Prueba tukey para la igualdad de los parámetros agronómicos – t-2.....	154
<b>Tabla 41.</b> Prueba Tukey para el rendimiento y calidad del ajo chino ( <i>Allium sativum</i> ), en ton/ha – T-2 .....	154
<b>Tabla 42.</b> pruebas de normalidad (shapiro – wilk) en los parámetros agronómicos – t-1 y T-2.....	156



<b>Tabla 43.</b> Prueba (test-t o t de estudiante) en los parámetros agronómicos – T-1 y T-2.....	157
<b>Tabla 44.</b> Pruebas de normalidad (test-t o t de estudiante) en el rendimiento de ajo chino (allium sativum) en ton/ha – t-1 y t-2 .....	158
<b>Tabla 45.</b> Pruebas de (Test-T o t de estudiante) en el rendimiento de ajo chino (Allium Sativum) en ton/ha – T-1 y T-2 .....	158





## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema de un sistema de riego por goteo simplifica .....	32
<b>Figura 2.</b> Esquema de un sistema de riego por microaspersión simplificado.....	35
<b>Figura 3.</b> Aplicación del software HF-RIEGO .....	64
<b>Figura 4.</b> Diagrama de un indicador de humedad electromagnética.....	66
<b>Figura 5.</b> Evacuación de exceso de agua subterránea.....	70
<b>Figura 6.</b> Registro diario del balance hídrico.....	71
<b>Figura 7.</b> Ubicación del terreno experimental .....	91
<b>Figura 8.</b> Ubicación de las dos muestras de suelo M-1 y M-2 .....	92
<b>Figura 9.</b> Esquema del sistema hidráulico de la parcela experimental .....	100
<b>Figura 10.</b> Características técnicas del microaspersor Grupo Modular .....	105
<b>Figura 11.</b> Recopilación de las precipitaciones diarias en el terreno experimental.....	129
<b>Figura 12.</b> Suministro de agua en los tratamientos T-1 y T-2 .....	133
<b>Figura 13.</b> Registro de balance hídrico diario en el T-1 (Riego por goteo).....	135
<b>Figura 14.</b> Registro de la cama A1 (Profundidad de raíz, Nivel freático y As. Capilar), 3823.14 m.s.n.m.....	137
<b>Figura 15.</b> Registro de la cama A2 (Profundidad de raíz, Nivel freático y As. Capilar), 3823.22 m.s.n.m.....	138
<b>Figura 16.</b> Registro de la cama A3 (Profundidad de raíz, Nivel freático y As. Capilar), 3823.36 m.s.n.m.....	139
<b>Figura 17.</b> Registro de balance hídrico diario en el T-2 (Riego por microaspersión) .	140
<b>Figura 18.</b> Registro de la cama B1 (Profundidad de raíz, Nivel freático y As. Capilar), 3823.22 m.s.n.m.....	141



<b>Figura 19.</b> Registro de la cama B2 (Profundidad de raíz, Nivel freático y As. Capilar), 3823.24 m.s.n.m.....	142
<b>Figura 20.</b> Registro de la cama B3 (Profundidad de raíz, Nivel freático y As. Capilar), 3823.18 m.s.n.m.....	143
<b>Figura 21.</b> Calidad de rendimiento por categorías en el T-1 .....	152
<b>Figura 22.</b> Calidad de rendimiento por categorías en el T-2 .....	155



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>SENAMHI:</b>	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
<b>MINAGRI:</b>	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
<b>INIA:</b>	Instituto Nacional de Innovación Agraria
<b>THS:</b>	Tensión de humedad del suelo
<b>EM:</b>	Microorganismos eficaces
<b>CE:</b>	Conductividad eléctrica
<b>PSI:</b>	Porcentaje de sodio intercambiable
<b>ETP:</b>	Evapotranspiración potencial
<b>ETC:</b>	Evapotranspiración real o de cultivo
<b>TDR:</b>	Reflectómetro en el Dominio del Tiempo
<b>Kc:</b>	Coefficiente del cultivo
<b>ER:</b>	Eficiencia del riego
<b>TR:</b>	Tiempo del riego
<b>LR:</b>	Lamina de riego
<b>Da:</b>	Densidad Aparente
<b>CC:</b>	Capacidad de campo
<b>PMP:</b>	Punto de marchitez permanente
<b>Q:</b>	Caudal de Diseño



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se realizó con el objetivo de determinar el efecto de los riegos por goteo y microaspersión en el rendimiento de ajo chino (*Allium sativum*), en la comunidad de Challapujo – Ilave – El Collao – Puno, campaña Agrícola 2021 – 2022. Para tal efecto, se instaló una parcela experimental equipada con 06 camas de producción, 02 sistemas de riego localizado, 01 pluviómetro, 01 piranómetro y 02 equipos T.D.R., en el cual se cultivó la variedad del ajo chino en condiciones de riego por goteo (T-1) y microaspersión (T-2); donde diariamente se controló y se midieron los principales parámetros meteorológicos, las láminas de riego aplicada, las condiciones de humedad del suelo y el desarrollo de los parámetros agronómicos básicos. Los resultados obtenidos muestran que el consumo de agua en los tratamientos T-1 y T-2, fueron de 648.00 y 771.06 mm. respectivamente, con un nivel de humedad del suelo mayor al 70% del agua disponible total. Sin embargo, solo se aplicaron 223.87 y 346.76 mm. para el primer y segundo caso, debido a que la precipitación durante todo el período vegetativo del cultivo fue de 424.30 mm.; los rendimientos obtenidos fueron de 14.70 y 14.83 ton/ha. En cuanto a la calidad del rendimiento, se observó que el calibre más resaltante correspondió a la segunda categoría, con valores de 7.20 y 7.76 ton/ha. Estos parámetros agronómicos fueron superiores al 0.05% estadísticamente. En conclusión, se encontró una diferencia significativa en el desarrollo agronómico y el rendimiento del ajo chino en condiciones de riego por goteo y microaspersión. Así mismo, se observó que no existe una diferencia significativa en el consumo de agua entre ambos tratamientos. En cuanto a la calidad del rendimiento, su significancia no es homogénea en el tamaño del bulbo.

**Palabras clave:** Ajo chino, riego por goteo, riego por microaspersión y rendimiento agrícola.



## ABSTRACT

The present research work was carried out with the objective of determining the effect of drip irrigation and micro-aspersion on the yield of Chinese garlic (*Allium sativum*), in the community of Challapujo - Ilave - El Collao - Puno, agricultural season 2021 - 2022. For this, an experimental plot equipped with 06 production beds, 02 localized irrigation systems, 01 rain gauge, 01 pyranometer and 02 T.D.R. equipment was installed in which the variety of Chinese garlic was cultivated under drip irrigation conditions. (T-1) and micro-sprinkling (T-2); where the main meteorological parameters, the irrigation sheets applied, the soil moisture conditions and the development of the basic agronomic parameters were controlled and measured daily. The results obtained show that the water consumption in the T-1 and T-2 treatments were 648.00 and 771.06 mm. respectively, with a soil moisture level higher than 70% of the total available water. However, only 223.87 and 346.76mm were applied. for the first and second cases, because the rainfall during the entire vegetative period of the crop was 424.30 mm.; the yields obtained were 14.70 and 14.83 ton/ha. Regarding yield quality, it was observed that the most prominent caliber corresponded to the second category, with values of 7.20 and 7.76 ton/ha. These agronomic parameters were statistically higher than 0.05%. In conclusion, a significant difference was found in the agronomic development and yield of Chinese garlic under drip irrigation and micro-sprinkler conditions. Likewise, it was observed that there is no significant difference in water consumption between both treatments. As for the quality of the yield, its meaning is not homogeneous in the size of the bulb.

**Keywords:** Chinese garlic, drip irrigation, micro-sprinkler irrigation and agricultural yield.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

En la región altiplánica de Puno, el cultivo de ajo chino se ha convertido en una opción productiva ante los cultivos tradicionales de la zona, como son la papa, quinua y cebada, esto se debe a los rendimientos e ingresos logrados desde el año 2020 en el distrito de Acora, ubicado a 3867 m.s.n.m.; primero se realizó una fase de producción experimental impulsada por la Municipalidad distrital, donde se obtuvieron un nivel de producción comercial por muchos productores locales, que de manera creciente se va incorporando a la producción de dicho cultivo alcanzando rendimientos de hasta 13.83 ton/ha (Cortez, 2022). En tanto, debido a las condiciones climatológicas de la zona, el desarrollo agronómico resultó adaptable en su entorno brusco, cuyas semillas provienen del distrito de Chiguata que pertenece a la provincia de Arequipa, ubicado en el valle del tambo a una altitud de 2902 m.s.n.m. (Fernández, 2021).

La mayor parte de la producción de ajo chino en el distrito de Acora, se realiza con un nivel tecnológico intermedio, pero en condiciones de secano; así mismo en la primera campaña del año 2020 – 2021, se produjo una precipitación total de 595.25 mm. en todo el ciclo del cultivo (Senamhi, 2020). Sin embargo, la falta de lluvia dificulta el desarrollo vegetativo al comienzo de la germinación a fines de cada año (Andina, 2022); por esta razón, el cultivo de ajo chino, requiere complementar una gran cantidad de agua en la etapa inicial del desarrollo agronómico, ya que algunos productores se han dedicado de manera empírica para implementar el manejo del sistema de riego por goteo e inundación (Fernández, 2021). Por lo tanto, no se conoce información sobre la producción



de dicho cultivo bajo riego, como son el coeficiente del cultivo, frecuencia de riego, tiempo de riego, lámina de riego, desarrollo agronómico y entre otros.

El presente trabajo tiene como finalidad en determinar el efecto significativo del riego en el desarrollo agronómico y el rendimiento de ajo chino (*Allium sativum*) en la comunidad de Challapujo, ubicada en el distrito de Ilave de la Provincia de EL Collao.

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El ajo se encuentra en casi todas las regiones del mundo, principalmente en climas templados, subtropicales y tropicales (Blackwood & Fulder, 1991), su producción según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2020) el Perú es uno de los veinte mayores países productores de ajo. Este producto se puede cultivar todo el año, a diferentes altitudes, desde el nivel del mar hasta los 3000 metros de altura, su cultivo se desarrolla en la sierra, pero también se puede encontrar ajos en Arequipa, Piura, Lima, Cajamarca, así como en Tacna, Moquegua y Huancavelica. Aunque es la región de Arequipa la que marca la pauta de la producción nacional en cuanto a cantidad y calidad. No obstante, la producción de ajo es muy limitada en las regiones del Perú, se debe a la escasez del recurso hídrico y la mala organización de los productores al momento de realizar el mal uso de los sistemas de riegos tradicionales. Lo que conduce a obtener un bajo rendimiento del cultivo de ajo, y esto afecta enormemente a la producción de todo el país (Nicho & Condor, 2012).

En la región altiplánica de Puno, el cultivo de ajo chino se viene emprendiendo desde el año 2020 en el sur de la región, puesto que llegaron adaptarse sin ningún problema a las condiciones del cambio brusco del clima, y a su vez resulto una alternativa económica en la región (LR Puno, 2022). Por esta razón, se viene cultivando un total de



3.5 hectáreas de ajo chino, que llegaron a sobrepasar las 40 toneladas de producción en la primera campaña del año 2020 – 2021; la asistencia técnica del manejo agronómico se dio por métodos convencionales que provinieron de la región arequipeña, por otro lado, el manejo de riego se realiza por algunos productores de forma básica e insignificante, ya que la mayor parte del desarrollo vegetativo es a base de secano (Fernández, 2021). Sin embargo, la disponibilidad hídrica es muy limitada debido a las constantes sequías que surge por los fenómenos climatológicos, dado que dificulta el desarrollo de los cultivos potenciales y alternativos, que mayormente se da en los meses de octubre, noviembre y diciembre (DRAP, 2021).

La entidad sierra y selva exportadora (SSE, 2021) señala que en el distrito de Acora, el plan piloto del cultivo de ajo chino en la primera campaña, se lograron sembrar en diferentes centros poblados, una cantidad de 7000 kg de semilla en distintas parcelas que suman alrededor de 3.5 hectáreas, donde se cosecharon más de 40 toneladas de ajo en el año 2020. Además, el manejo agronómico se realiza de manera convencional y de buenas prácticas agrícolas en el control de plagas y malezas, que por medio de esto se procede a la certificación fitosanitaria de este producto, y puede desarrollarse sin ningún problema hasta los 4000 metros de altura, pese a la climatología adversa de la zona, que logró resultados muy positivos en el cultivo del ajo chino, de los cuales la mayoría del desarrollo vegetativo es en condiciones de secano (Fernández, 2021). Si bien, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA, 2022) señala el primer informe de control y capacitación de ajo orgánico en la Municipalidad Distrital de Acora, que el cultivo de ajo chino requiere una gran cantidad de agua, ya que la condición en secano no abastece al comienzo de la germinación, como resultado se tiene un rendimiento de baja producción en tamaño de bulbo.





Para la incorporación del cultivo de ajo chino bajo riego, es necesario promover el uso adecuado del agua, para incrementar la producción y la calidad que se desea obtener; de las cuales Berzoza y Chávez (2001) comprobaron que la variedad del ajo chino en condiciones de riego por goteo y gravedad no son altamente significativos, debido a que con riego por gravedad se obtuvo un rendimiento de 11.2 ton/ha, con un total de 1020 mm. de agua necesaria en el cultivo. En tanto al riego por goteo tiene un rendimiento de 16.5 ton/ha, cuyo requerimiento es de 790 mm. de agua en todo el ciclo del cultivo. Es notorio que el sistema de riego por goteo es más eficaz en el consumo de agua y el rendimiento que el sistema de riego por gravedad, realizados en la ciudad de Llay – Ilay, que pertenece a la provincia de San Felipe – Chile.

La presente investigación tiene como propósito determinar el efecto de los riegos por goteo y microaspersión en el rendimiento de ajo chino (*Allium sativum*), que se realiza en la Comunidad de Challapujo durante la campaña agrícola 2021 – 2022; es importante conocer la cantidad de agua que requiere el cultivo, los parámetros meteorológicos y agronómicos que se realizan en su transcurso del tiempo, para determinar los resultados del rendimiento del ajo chino de cada método de riego, no existe información de este tipo de trabajos a nivel local, regional y nacional.

### **1.1.1. Problema principal**

¿Cuál es el efecto de los riegos por goteo y microaspersión en el rendimiento de ajo chino (*Allium sativum*), en La comunidad de Challapujo - Ilave - El Collao -Puno, campaña 2021 – 2022?



### 1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de riego por goteo en el desarrollo agronómico y el rendimiento de ajo chino (*Allium Sativum*), en La comunidad de Challapujo - Ilave - El Collao - Puno, campaña 2021 - 2022?
- ¿Cuál es el efecto de riego por microaspersión en el desarrollo agronómico y el rendimiento de ajo chino (*Allium Sativum*), en La comunidad de Challapujo - Ilave - El Collao – Puno, campaña 2021 - 2022?
- ¿Cuál es la diferencia de los efectos del riego por goteo y microaspersión en el desarrollo agronómico y rendimiento agronómico del cultivo de ajo chino, campaña 2021 - 2022?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de ajo chino, se limita a la disponibilidad hídrica debido a las frecuentes sequías provocadas por el fenómeno climatológico, lo que dificulta el desarrollo agronómico a fines de cada año que varían en el distrito de Acora, en la región altiplánica de Puno (SENASA, 2022).

La presente investigación se basa en la importancia del ajo chino (*Allium sativum*) como un cultivo de alto valor económico y nutricional en la comunidad de Challapujo-Ilave-El Collao-Puno, así como en la necesidad de mejorar las prácticas de riego para aumentar su rendimiento.

El riego por goteo y microaspersión son técnicas modernas que han demostrado ser efectivas en la mejora del rendimiento de varios cultivos, especialmente en



condiciones de sequía y escasez de agua. Estas técnicas permiten una aplicación precisa y eficiente del agua y los nutrientes, lo que puede mejorar la calidad y cantidad del cultivo.

El riego por goteo y microaspersión son técnicas de riego modernas que han demostrado ser efectivas en la mejora del rendimiento de varios cultivos. Sin embargo, se desconoce su efecto específico en el ajo chino en la región de Puno.

Con esta investigación se generará conocimiento sobre la producción de ajo chino u otras variedades de ajo, que servirá para facilitar la optimización del recurso hídrico en el uso del sistema de riego localizado de alta frecuencia, que se debe complementar para los posteriores estudios de investigación; en base a ello, garantiza un alto rendimiento de producción de ajo chino en la región circunlacustre del altiplano peruano Puno.

Además, la comparación de ambas técnicas permitirá identificar cuál es la más efectiva en términos de desarrollo agronómico y rendimiento del cultivo. Esto puede ayudar a los agricultores de la región a tomar decisiones más informadas sobre las prácticas de riego a implementar en sus cultivos de ajo chino.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar el efecto de los riegos por goteo y microaspersión en el rendimiento de ajo chino (*Allium sativum*), en la comunidad de Challapujo - Ilave - El Collao - Puno, campaña 2021 - 2022.



### 1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar el efecto de riego por goteo en el desarrollo agronómico y el rendimiento de ajo chino (*Allium sativum*), en la comunidad de Challapujo - Ilave - El Collao - Puno, campaña 2021 - 2022.
- Analizar el efecto de riego por microaspersión en el desarrollo agronómico y el rendimiento de ajo chino (*Allium sativum*), en la comunidad de Challapujo - Ilave - El Collao - Puno, campaña 2021 - 2022.
- Comparar el efecto de los riegos por goteo y microaspersión en el desarrollo agronómico y el rendimiento de ajo chino (*Allium sativum*), en la Comunidad de Challapujo - Ilave - El Collao - Puno, campaña 2021 -2022.

## 1.4. HIPÓTESIS

### 1.4.1. Hipótesis general

El efecto de riego por goteo y microaspersión tienen un efecto significativo en el rendimiento de ajo chino (*Allium sativum*), en la comunidad de Challapujo - Ilave - El Collao - Puno, campaña 2021 - 2022.

### 1.4.1. Hipótesis específicas

- El efecto de riego por goteo es altamente significativo en el desarrollo agronómico y el rendimiento del ajo chino (*Allium sativum*), en la comunidad de Challapujo - Ilave - El Collao - Puno, campaña 2021 - 2022.
- El efecto de riego por microaspersión es significativo en el desarrollo agronómico y el rendimiento del ajo chino (*Allium sativum*), en la comunidad de Challapujo - Ilave - El Collao - Puno, campaña 2021-2022.



- El efecto de riego por goteo es más significativo que el efecto de riego por microaspersión en el desarrollo agronómico y el rendimiento de ajo chino (*Allium sativum*), en la comunidad de Challapujo - Ilave - El Collao - Puno, campaña 2021 - 2022.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los estudios que demuestran la producción de ajo a base de riego a nivel nacional e internacional, son muy escasas las informaciones relevantes sobre este tipo de investigación, en donde la mayoría de los casos existen solamente manejos prácticos de forma empírica.

##### 2.1.1. Antecedentes a nivel Internacional

Barrios et al. (2006) evaluaron el efecto de riego por el método de surco y goteo mediante la tensión de humedad del suelo (THS), que fue clave para el rendimiento y calidad de variedad de ajo Tacátzcuaro, tipo Taiwán, se sometieron a cuatro tratamientos específicos para el control de dosis de riego que a su vez se aplicaron por medio de los tensiómetros que fueron instalados a una profundidad de 0.15 m. a 0.3 m., para los tratamientos del riego por goteo y surco se aplicaron de 5 a 10, 10 a 20, 20 a 30 y 25 a 50 kPa, con rendimientos esperados del goteo 26.9, 33.5, 35.9 y 37.3 ton/ha y para los surcos cuyo rendimiento fue 28.7 y 32.9 Ton/ha, el ahorro de agua era entre el 28% y 49% del goteo a comparación del surco.

Lellis (2017) evaluó la optimización del uso del agua, mediante las estrategias del ahorro hídrico con el fin de maximizar el rendimiento posible para la variedad de ajo Morado, realizada en el centro experimental de Albacete, Pedroñeras - España. Volumen de agua de riego limitado, Déficit hídrico y el rendimiento óptimo, que consta de la aplicación del método de riego por goteo



que se obtuvo una demanda total de 3400 m<sup>3</sup>/ha/año, con tratamientos de humedad de suelo que corresponden a 100% “T100”, 90% “T90”, 80% “T80” y 70% “T70” monitoreadas a través de los sensores de humedad ORDI y aplicadas mediante lisímetros de drenaje, con rendimientos elevados y aceptables (entre 10.055 kg ha<sup>-1</sup> del tratamiento SD y 8.260 kg ha<sup>-1</sup> del T70).

### **2.1.2. Antecedentes a nivel Nacional**

Torres (2018) determinó el consumo de agua para la variedad de ajo Napurí, a través del método de riego por goteo que se realizó en el Centro de Reconversión Agro ganadera, Irrigación Majes - Arequipa (1440 m.s.n.m.). Se desarrolló en un total de 154 días cultivares, que consto por cinco fases del desarrollo vegetativo: la primera fase de brote emergente (14 días) consumo de agua 830 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, segunda fase de desarrollo inicial (21 días) consumo de agua 1043 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, tercera fase de crecimiento vegetativo (42 días) consumo de agua 2014 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, cuarta fase de pre bulbificación (56 días) consumo de agua 3336 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> y quinta fase de bulbificación (21 días) consumo de agua 939 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. El total de las necesidades de agua del ciclo biológico de la planta era de 8191 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, con un rendimiento aceptable de 15000 kg ha<sup>-1</sup>.

Rodríguez (2014) evaluó el efecto de riego, mediante el sistema por aspersión para la variedad de ajo Pata de perro, realizada en el centro experimental Chupicalima, Baños del Inca – Cajamarca (3078 m.s.n.m.). Que consta de tres tratamientos de consumo de agua, T1 técnica de agricultor que se aplicó un volumen total de 5780 m<sup>3</sup>/ha/año con un rendimiento de 8J896 ton/ha, T2 a base de control de la humedad del suelo, mediante el tensiómetro con un volumen de agua total de 5616 m<sup>3</sup>/ha/año, con un rendimiento promedio de



10.646 ton/ha y para el T3 se realizó mediante la evapotranspiración diaria a base de Hargreaves con un requerimiento de agua total 6953 m<sup>3</sup>/ha/año, con un rendimiento de 8.775 ton/ha.

Nicolás De la Cruz (2017) evaluó el efecto de la densidad de siembra, de dos Ecotipos de ajo “Napurí y Criollo”, que fueron aplicadas mediante abonos orgánicos y Riego presurizado (aspersión), realizado en el centro experimental de Chiñama, Kañaris-Lambayeque (1800 m.s.n.m.). Los resultados obtenidos en el rendimiento de Ecotipo “Criollo” cuya densidad fue 0.6 m., demostró en tener un mejor brotamiento de mayor porcentaje 89.0% y 7.31 hojas de largo con un rendimiento adecuado de 840.27 kg/ha y 2382.90 kg/ha, mientras que el Ecotipo “Napurí”, presentó mejor condición en el desarrollo vegetativo de una altura de 50.71 cm. en promedio de planta con densidad de plantación 0.4 m., cuyo rendimiento es de 1008.17 kg/ha y 2485.29 kg/ha, teniendo así una significancia homogénea entre los dos Ecotipos mencionados anteriormente.

### **2.1.3. Antecedentes a nivel Regional**

Huaman (2019) evaluó los microorganismos eficaces (EM), con residuos de materia orgánica para la variedad de ajo Morado arequipeña, realizado bajo un invernadero en los periodos de 25 de octubre del 2017 al 25 de mayo del 2018 en la región altiplánica de Puno, se aplicó dos testigos para ver el orden de rendimiento de ajo “Estiércol de Ovino y Vacuno” con unas dosis de 10 ml a 15 ml en todo su entorno vegetativo, que llegaron alcanzar a una producción orgánica de 5969.72 kg/ha a 6041.94 kg/ha.





## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Riego localizado

El sistema de riego localizado tiende a tener una aplicación uniformemente paralela a las cantidades de agua suministradas en la superficie del suelo, donde se utiliza tuberías acondicionadas a la agricultura y donde hay diferentes tipos de emisores; por lo tanto, el humedecimiento varía de acuerdo al diseño optado para el cultivo. La aplicación de agua que se da mediante cada emisor, moja la parte de referencia del diámetro de bulbo a lo que se designa humedad de riego (Fernández, 2010).

Para Fernández et al. (2010) señala que los métodos de riego localizado, facilitan el ahorro de agua que optimiza de la mejor manera este recurso importante a comparación de los métodos tradicionales (superficie y aspersion). Para tener así, un uso efectivo significativo del sistema de riego que se considera de la siguiente forma:

- La disponibilidad y posibilidad de tener un control de las láminas de agua aplicada.
- La mínima deducción, en la mayoría de los casos, el proceso de la evaporación directa.
- La verificación de ausencias de escorrentías superficiales.
- El incremento de uniformidad de aplicación de riego, al minimizar la percolación o infiltración profunda.



Sin embargo, es necesario contar con un buen diseño en el sistema de riego, cuya alta inversión se hacen notar con equipos de buena calidad y un mantenimiento exigible, a lo que solamente podrá ser asumido en los cultivos de alto valor comercial (Fernández, 2010).

### **2.2.2. Tipos de riego localizado**

De acuerdo a Fernández et al. (2010) afirma que la función de cada tipo de riego, designa a cada emisor la utilización y colocación de riego aplicado que se realiza mediante tres sistemas de riego localizado:

- Riego por goteo.
- Riego por tuberías emisoras.
- Riego por microaspersión y micro difusión.

### **2.2.3. Riego por goteo**

#### **a. Definición**

Es uno de los sistemas eficientes en el ahorro de agua, que conduce y distribuye a través de los conductos cerrados que requieren una buena presión. Desde la vista agronómica, se consideran riegos localizados de alta frecuencia, que humedecen paralelamente el sector de volumen de suelo, suficientemente para el desarrollo de las plantas. También permite regar una e inclusivamente hasta dos veces al día según al tipo de suelo y las necesidades hídricas de cultivo (Liotta, 2015).

#### **b. Características**

La principal característica que se presenta en el sistema de riego por goteo, es la cantidad de agua que se suministra al momento de aplicar a un determinado



cultivo, es por ello que se consigue un mayor control y ahorro del agua, de las cuales se describen en tres partes importantes (Piñeros, et al., noviembre 2018).

- La utilización de láminas de riego en baja presión.
- La alta concentración de agua localizada en la aproximación de las raíces de la planta mediante el número de puntos de emisión (goteros o emisores).
- La capacidad de reducir el volumen de agua en las necesidades hídricas del cultivo, que se optimiza mediante la alta frecuencia de riego en los caudales pequeños.

### **c. Componentes**

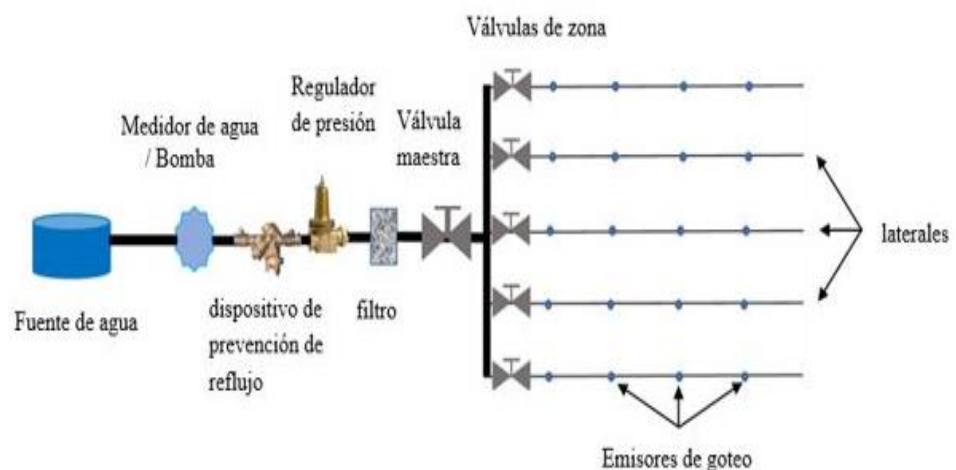
Según Blair (1979) menciona que, los componentes que integran al sistema de riego por goteo son los siguientes:

- Fuente de agua: La disponibilidad hídrica en el riego por goteo puede ser de cualquier origen (Arroyo, acequia, río, estanque, pozo natural o pozo excavado).
- Unidad de bombeo: Que constituye generalmente por una bomba centrífuga, que acciona mediante un motor de energía eléctrica o a base de combustión.
- Cabezal de abastecimiento y regulación: Son elementos primordiales que se incorporan al sistema de riego como son las válvulas de retención, inyector de fertilizantes, filtro desarenador, filtro de malla,

filtro de arena, válvulas de control, medidor de volúmenes, equipo clarificador y manómetros.

- Red de riego: Es el transporte de agua que se realiza mediante el sistema de red de tuberías, que se distribuyen del cabezal hasta llegar al punto de emisores de riego.
- Emisores de riego: son los que suministran la cantidad de agua para las plantas.

En la figura 1 se muestran los componentes del sistema de riego por goteo.



**Figura 1**

*Esquema de un sistema de riego por goteo simplificado*

Nota: Componentes del sistema de riego por goteo. Tomada de “Asquifas” Bayabil, 2020,

Fuente: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/AE549>.

## 2.2.4. Riego por microaspersión

### a. Definición

El método de riego por microaspersión, se realiza mediante la aplicación de agua al suelo en gotas muy diminutas. Cuya presión es de  $1.6 \text{ kg/cm}^2$ , es decir, que es mucho más baja que la misma aspersión. El diámetro de humedecimiento

que origina el microaspersor, puede ser realizado entre un diámetro de 3 a 4 metros. Es recomendable regar en cultivos frutales, riegos en viveros y hortalizas de gran valor económico (Demin, 2014).

Por lo tanto, a lo señalado por Fernández et al. (2010), En ambos casos es importante trabajar a presiones recomendadas entre 1 y 2 kg/cm<sup>2</sup> (kilogramo/centímetro cuadrado) que suministran caudales de 2 hasta 200 litros/hora.

### **b. Características**

Para Muñoz (2021) señala que el sistema de riego por microaspersión proviene de la variante del riego por aspersión, es una de las características que se presenta en este tipo de riego localizado, que son muy ventajosos a la hora de regar y se describe de la siguiente manera:

- El área que humedece el suelo, se cubre con cada microaspersor de forma uniforme para determinadas plantaciones.
- La instalación del sistema de riego por microaspersión, es fija en la alta eficiencia de riego que se diferencia al sistema de riego por aspersión, esto se debe a la alta concentración que pulveriza en formas de gotas finas que favorecen al desarrollo de la planta.
- Los componentes que integran al sistema de riego por microaspersión, son altamente calificados y duraderos en su mantenimiento que al resto de los sistemas de riegos tradicionales.



- Requiere una presión baja del caudal en su operación y se adapta a todo tipo de suelo y relieve.
- El costo de operación es más económico a diferencia de los métodos de riego convencionales.

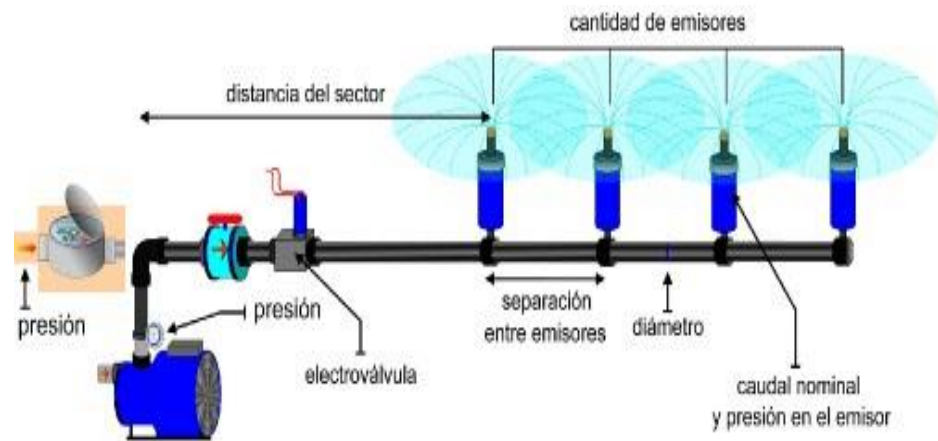
### **c. Componentes**

En tanto Galíndez, González y Aranguren (noviembre 2018) señalan que, los componentes del sistema de riego por microaspersión se muestra de la siguiente manera:

- Fuente hídrica: Es la disponibilidad de agua que se considera apta o tolerable para el desarrollo de las plantas.
- Grupo de bombeo: Es el suministro de agua que se determina para una cantidad de microaspersores, cuya presión tiene que ser adecuado en la instalación de la red matricial.
- Red matricial: Se incorpora a la distribución del agua mediante la red de tuberías que impulsa en cada boquilla del microaspersor, de las cuales se compone en la cámara de aspiración, canastillo o válvula check, válvula de succión, motor de energía eléctrica o de combustible, y accesorios que garantizan la red hídrica.
- Microaspersores: El alcance de radio que humedece al suelo, está disponible para el caudal del regadío, el tamaño de las gotas que impulsa la boquilla de uno u otro modelo de los microaspersores,

determinan la modalidad de la instalación del sistema de riego localizado.

En la figura 2, se muestran los componentes del sistema de riego por microaspersión.



**Figura 2**

*Esquema de un sistema de riego por microaspersión simplificado*

Nota. Componentes del sistema de riego por microaspersión. Tomada de “S.L” [Imagen], Babusik, 2012.

Fuente: <http://www.lotusmallorca.com/aplicaciones5.htm>.

### 2.2.5. Diseño agronómico en riego localizado

Es la parte fundamental de los proyectos de riego, son los parámetros necesarios que contribuyen para el diseño hidráulico en cualquier tipo de cultivo, si se cometen algunos errores en el diseño agronómico, esto perjudicará al diseño hidráulico en las necesidades del consumo de agua de las plantas; de tal modo que, las dosis de riego no humedecen al suelo de manera paralela por la instalación de emisores incorrectos, o como también por el mal uso del agua para el cultivo que puede incrementar la salinización en el suelo por falta de lavado de sales (Fernández et al., 2010).



De acuerdo a Liotta (2015) señala que los sistemas de riego localizado en el diseño agronómico, tienen que tener en cuenta las siguientes características del suelo, el cultivo que va a realizar, la densidad de siembra y el tipo de sistema de riego que se va a aplicar. En tanto, según Carrazón (2007) añade para adecuar los cálculos reales que se muestran en el diseño agronómico, que consta de los siguientes pasos:

- Determinación de las necesidades hídricas del cultivo.
- Cálculo de las necesidades netas de riego máximo.
- Frecuencia y tiempo de riego.
- Número de emisores para una plantación en riegos localizados.
- Programación y eficiencia de riego.
- Diseño del caudal para el sistema hidráulico.

#### **2.2.6. Diseño hidráulico en riego localizado**

El diseño hidráulico se determina después de haber realizado el diseño agronómico, que está compuesta por una red matriz, que se conduce y distribuye el caudal diseñado para dicho cultivo en su requerimiento del consumo de agua (Carrazón, 2007). Es por ello que el aporte de agua que se aplica por medio de los emisores, tiene que ver una uniformidad de riego que dependerá al diseño hidráulico, de cualquier instalación del sistema de riego localizado, para lograr de esa manera un uso uniforme de la dosis de riego en el cultivo (Fernández et al., 2010).





En cambio, Liotta (2015) define que el diseño hidráulico dependerá a la determinación de subunidad de riego, es decir que está sujeta a la tolerancia de presiones, caudales, pérdidas de cargas y diámetros de tuberías acondicionadas en la unidad de riego, en donde se muestra de la siguiente manera:

- Tolerancia de presión en la distribución del caudal.
- Las dimensiones del diámetro de tuberías de forma lateral, porta lateral y la fuerza de conducción, que se define el costo y mantenimiento de operación.
- La descarga hídrica en accesorios de medición y requerimientos de filtración de acuerdo a la instalación del sistema de riego localizado.
- El tamaño del tipo de bomba, que se realiza una dinámica total en la red hídrica de acuerdo al diseño hidráulico.

### **2.2.7. Aspectos generales del suelo, humedad y planta**

#### **a. Concepto general**

Definimos a las características importantes entre la relación del suelo y la humedad, varía de acuerdo a la textura, porosidad y la infiltración, que dependerá a través del sistema radicular de la planta para el desarrollo vegetativo y su respectivo rendimiento.

Según Guillermo (2000) menciona que un determinado suelo puede contener cantidades de agua, entendidas entre unos límites que van desde el punto de encharcamiento total o del suelo totalmente saturado hasta el secamiento casi completo. Al respecto de Orsdon y Vaughn (2003) en algunas ocasiones es aconsejable determinar las cantidades de agua utilizable, que queda en las parcelas o de la extraída (humedad de suelo); sin embargo, cuando se vuelve a establecer



una correlación entre el contenido general de la humedad de un determinado suelo y el respectivo rendimiento del cultivo, la cantidad que favorece la humedad o la extraída, puede ser interpretada como el tanto por ciento de la humedad utilizable para obtener una expresión significativa del estado de la humedad del suelo. Sin embargo, Mazza (2004) afirma que el estado hídrico de la planta depende de las condiciones favorables del balance entre el agua que la planta absorbe del suelo y la que pierde por transpiración en su proceso de desarrollo vegetativo.

## **b. Determinación de las propiedades físicas del suelo**

### **– Textura**

De acuerdo a Castillo (2005) define que, la textura se refiere a la relación relativa de arena (a), limo (L) y arcilla (A) que existe en un determinado suelo; esta caracterización reglamentaria parte de las partículas menores de 2 mm. de diámetros.

Lo importante de conocer la clasificación de la textura a la que pertenece un suelo, aplica y permite hacer una descripción aproximada de las propiedades generales del suelo, y así ajustar las prácticas de manejo requeridas (labranza, riego y fertilización); también puede utilizarse para evaluar y valorar tierras de acuerdo a su capacidad de uso (Henriquez & Cabalceta, 1999).

### **– Estructura**

La estructura del suelo tiende a tener una de las características más importantes en la agricultura, ya que influye directamente en el movimiento del agua, la retención hídrica, drenaje, la aeración, la penetración de raíces, el ciclo



de nutrientes, en consecuencia, el rendimiento de los cultivos (Jiménez et al., 2010).

Para Crespo (1980), menciona que el suelo se especifica por tres tipos de estructura principal:

- *Estructura floculenta*: Es un arreglo complejo de partículas muy fino de arcillas depositadas en agua, para formar grandes espacios vacíos.
- *Estructura apanalada*: Es típica de los suelos limosos, los cuales fueron depositados en agua, arreglándose las partículas unas y otras para formar arcos grandes de espacios vacíos.
- *Estructura granular*: Es propia de los suelos integrados por recios granos, aunque presenten diferente magnitud, sin ningún otro en el enlace que proporcionan a la gravedad para que cada partícula individual descansen en el punto de contacto típico de gravas y arena.

#### – **Porosidad**

El aspecto de la porosidad, se refiere a la composición de espacios o cavidades ocupados con agua y aire que existen en la masa del suelo; su gran importancia reside en el hecho de que por estos poros o espacios circulan los gases y las soluciones a través del perfil (Suárez, 1979).

De acuerdo a Aristizabal y Baquero (2001) menciona que, la composición y distribución por tamaño, se clasifica de acuerdo a la porosidad en tres tipos de clases: Macro, meso y microporos. Dependiendo al tamaño se define como los macroporos teniendo una correspondencia de 50 y 300 micras, los mesoporos con diámetros de 0.2 a 50 micras, y los mas diminutos (microporos) menores a 0.2 micras. El tamaño de poro se resume en la tabla 1.

**Tabla 1**  
*Tamaño de poro en la muestra de suelo*

Clases de poro	Escala	
	M1	M2
Grandes	T1: $> 10 \text{ mm}^2$	T4: $> 0.1 \text{ mm}^2$
Medianos	T2: $10 \text{ a } 2 \text{ mm}^2$	T5: $> 0.1 \text{ a } 0.02 \text{ mm}^2$
Pequeños	T3: $< 2 \text{ mm}^2$	T6: $< 0.02 \text{ mm}^2$

Nota: T: Tamaño ( en  $\text{mm}^2$ ), M: Clasificación de la porosidad del suelo.  
Fuente: Chermant y Coster (1985)

#### – Color

En tanto a Vargas, Gonzáles, Olivares y Bobadilla (2020) definen que, al momento de distinguir el color del suelo, se refleja por distintos procesos edafogénicos, como son los factores de melanización o la rubefacción, y propiedades como de las composiciones mineralógicas del suelo, las cuales están profundamente relacionadas con el material parental. Así como también Domínguez, Román, Prieto y Acevedo (2012) afirman que dichos suelos guardan una relación estrecha con los microcomponentes sólidos (materia orgánica, textura, composición mineralógica y morfología); siendo así la importancia de los metales de transición, que primordialmente, son los que pueden dotar a los suelos de estas características particulares.



### **c. Constantes de la humedad del suelo**

#### **– Porcentaje de saturación**

Es la aplicación de agua cuando ocupa todos los espacios vacíos del suelo (macro-microporos), es decir, que el agua ha desplazado todo el aire en el suelo. Cuando se llega a este estado se dice que el suelo está a un 100% de contenido de la humedad (Rodríguez, 2014 citado en Órlarte, 2003).

#### **– Capacidad de campo**

Se define como la cantidad máxima de la humedad del suelo, que puede retener contra el efecto gravitacional; es por esta razón, que la planta requiere un porcentaje de humedad ideal para su desarrollo y producción que varía a las condiciones de drenaje como la textura y porosidad (Leiton, 1985).

#### **– Punto de marchitez permanente**

Es el potencial con que el agua es retenida por las partículas del suelo, se llega a un punto en donde las plantas son incapaces de ejercer una fuerza de succión, que les permita absorber agua y se marchitan de forma irreversible a su estado original (Núñez, 2000).

#### **– Humedad gravimétrica**

Es la humedad del suelo cuando las fuerzas de presión son mayores de las 31 atmosferas, se define como agua higroscópica y se refiere al porcentaje de la muestra del suelo cuando se equilibra al medio, con 98% de humedad relativa que está sujeta a una presión de 27.8 Bars.  $\cong$  27.4 atmosferas, donde este tipo de agua no es biológicamente útil (Núñez, 2000).



#### **d. Relación hídrica de la planta**

##### **– Sistema radicular y Absorción del agua**

De acuerdo a Taíz y Zeiger (2006, citado por Muñoz, 2001), complementa que los pelos absorbentes son extensiones de las células epidérmicas de las raíces, que contribuyen a incrementar la superficie radicular y la capacidad de absorber iones y agua del suelo, donde se ha encontrado que la superficie de los pelos absorbentes puede representar hasta el 60% del área total de la superficie radicular. Y para IICA (1983), conceptualiza que las plantas extraen el agua principalmente del suelo por medio de sus raíces, por lo cual se comporta el suelo como un reservorio natural que debe de abastecerse de agua, a una tasa de humedecimiento, tal que sea capaz de satisfacer a los requerimientos de las plantas para una producción en términos de alto rendimiento productivo.

##### **– Transpiración y ascensión del agua**

Detallaremos como la pérdida hídrica de las plantas, se da mediante un proceso de evaporación y transpiración de todo el desarrollo del cultivo, donde se realiza a través de la porosidad del tejido vegetativo, el cual tendrá que reponer la cantidad de agua óptima que requiere las plantaciones mediante la absorción de las raíces. Que, mediante ENAV (2009) aclara que la ascensión del agua transmite ese “déficit” a las células de las raíces, donde pasa de ese modo al absorber el agua del suelo a través de los llamados pelos absorbentes. Esta teoría dice que la fuerza que causa la ascensión viene del poder de absorción o fuerza de succión de las células de las hojas, y que la cohesión del agua hace que toda la columna hídrica de la planta sufra un solo tiempo el efecto de dicha fuerza de succión, resultando



de esto la ascensión de la columna que se da mediante los vasos cribosos a través del xilema y floema (García, Bonilla, & Padilla, 2013).

#### – **Movimientos estomáticos**

Conforme a Millar (1993), citado por Meider y Mansfield (1969) detallan que el movimiento estomático es un efecto mecánico que depende de un cambio en la diferencia entre el potencial de las presiones de las células estomáticas y epidérmicas, que son muy circundantes al momento de que dejan de realizar la fotosíntesis. Y de acuerdo a Vázquez (2012) agrega que La solución funcional a este dilema es la regulación temporal de las aberturas estomáticas. Por la noche, cuando no hay fotosíntesis y, por tanto, no existe demanda de CO<sub>2</sub> en el interior de la hoja, las aberturas estomáticas se reducen, impidiéndose la pérdida innecesaria de agua. Por la mañana, cuando los suministros de agua son consideradamente abundantes y la radiación solar impacta favorablemente la actividad fotosintética, la demanda por el CO<sub>2</sub> en el interior de la hoja es grande, y los poros estomáticos están muy abiertos, disminuyendo la resistencia estomática a la difusión del CO<sub>2</sub>.

### **2.2.8. Programación de riego**

#### **a. Definición**

Es importante realizar la programación de riego, y a la vez tener en cuenta los parámetros de indicación de la calidad de agua, que se dispone en determinar el momento más oportuno de regar, estableciendo así las cantidades de agua para aplicar de forma prudente que se obtenga una eficiencia de alta aplicación aceptable, y se consiga una buena producción y calidad del cultivo (Fernández et al., 2010).



## **b. Necesidades hídricas del cultivo**

De acuerdo a Torres (2018) citado por Pérez (2005) concuerdan que, Para conocer la cantidad y calidad de agua de riego que se debe de aplicar, hay que verificar la importancia de las necesidades hídricas de los cultivos. Cuando no se realiza adecuadamente el consumo de agua que demanda el cultivo, el desarrollo de las plantas puede verse afectadas tanto en el crecimiento vegetativo como en la misma producción, sería un rotundo fracaso para los agricultores que estén manejando según el tipo de cultivo. El cálculo que se da mediante las necesidades de agua para una determinada plantación, puede hacerse a partir de los datos oportunos que suministra de acuerdo a la experiencia local o por medio de otros tratamientos, que en general, se evalúan con respecto a la evapotranspiración a partir de los registros climatológicos y otros componentes.

### **– Componentes que determinan las necesidades de agua.**

Según Torres (2018) corrobora que las necesidades de agua dependen fundamentalmente de los siguientes factores:

- *Clima*: Uno de los factores controversiales en el tema de climatología, se basa respectivamente a los fenómenos de radiación, insolación, temperatura, humedad y generalmente el viento que son elementos climatológicos que influyen consideradamente en la cantidad de agua que necesitan los cultivos. Con un clima cálido, soleado, ventoso o seco, las plantas requieren una mayor demanda de necesidad hídrica a comparación de un clima nubloso, frío, húmedo o sin viento.





- *Tipo de cultivo:* Todos los cultivos son únicos en sus necesidades de agua, algunas de ellas requieren más agua y otras en mínimas cantidades. Por ejemplo, un cultivo de ajo en proceso de desarrollo necesita más agua que un cultivo de quinua.
- *El estado de desarrollo de las plantas:* Las necesidades hídricas que requiere según el tipo de cultivo, aumenta constantemente conforme a cómo se desarrollan y llegan a un punto sobresaliente máximo, que suele corresponder con la mayor velocidad de crecimiento progresivo, dicho a ello resulta tener una buena floración o fructificación.

### **c. Dosificación de riego**

Conocida también como dosis de riego, a lo que Fuentes (2003) menciona que es la cantidad de agua aplicada de riego por cada unidad en la superficie, que corresponde según a las necesidades de agua de los cultivos.

A lo expresado por Fuentes (2003), la dosificación de riego se elabora mediante la programación de riegos, a lo que se dispone de la siguiente manera:

- Disponer la cantidad e índice de calidad de riego.
- Disponer la eficiencia y aplicación de riego.
- Tener un buen control de las pérdidas de agua de riego.

#### **– Cantidad e índice de calidad de riego**

Se define como la cantidad y calidad óptima de agua para fines de riego, depende a las condiciones de las necesidades hídricas de los cultivos y la



capacidad disponible de agua, para los mismos en forma natural sin la intervención del hombre (Carrera, Villacrés, et al., diciembre 2018). A lo puesto que, en algunas formaciones geológicas las aguas que proviene de ellas, se usan con el propósito de riego (tradicional, tecnificado y localizado), pueden presentarse de aspectos negativos de forma inorgánica, especialmente por el mal uso de fertilizantes y metales pesados, los cuales tienen una gran importancia por su alta toxicidad para los seres vivos; sin embargo, el agua de la superficie a medida que recorre por toda la corteza terrestre, arrastra con ellos mismos los minerales que disuelve en forma de gases, compuestos orgánicos, microorganismos, entre otros (Millán, 2016).

Sin embargo, para determinar un buen índice de calidad de riego se expresa de la siguiente forma:

- *Salinización:* El concepto de salinidad, se prioriza a la importancia de los compuestos solutos inorgánicos disueltos ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{CO}_3^{2-}$ ) en muestras líquidas o acuosas. El término de la salinidad es cuantificado a la concentración total de sales solubles, o más indicado en dicho nombre, conductividad eléctrica (C.E.) de la solución. La C.E. es una determinación numérica de la capacidad inherente de un medio para controlar y conducir una corriente eléctrica. Dicho que la C.E. y la concentración de sales totales de una solución líquida están consideradamente relacionadas, su uso que se da de manera contundente de la C.E. es comúnmente una medición y expresión de la concentración de sales totales disueltas, aunque también la temperatura afecta drásticamente la muestra,



movilidad, valencia y concentración relativa de los iones individuales en la solución (Castellón, Bernal , & Hernández, 2015 citado en Rhoades et al., 1999).

Estos indicadores son fundamentalmente de utilidad, para realizar una determinación en el uso del agua para fines agrícolas. Así como también, los estándares óptimos de una buena calidad que presenta el agua, deben tener entre 0.7 y 1.5 mS.cm<sup>-1</sup> o, mejor dicho; entre 595 y 1275 mg. L<sup>-1</sup> de sales salubres. El boro no debe pasar los 0.5 ppm, ya que esto representa drásticamente serios problemas para el desarrollo de dichos cultivos. El pH debe estar ubicado entre un rango de 5.5 a 7.0, cuya finalidad es favorecer la absorción de nutrimentos por medio de las raíces. El R.A.S. o S.A.R. debe estar pendiente hasta 0.3 me. L<sup>-1</sup>, siempre y cuando la C.E. no sobrepase los 250 ppm de sales (Castellón, et al., 2015 citado en op. cit.). Los parámetros de calidad del agua se resumen en esta tabla 2.

**Tabla 2***Parámetros de la calidad del agua de riego para uso agrícola*

Parámetro	Unidad	Grado de restricción		
		ninguno	Leve a moderado	Severo
<b>Salinidad</b>				
Conductividad eléctrica	mS. $cm^{-1}$	< 0.7	0.7-3.0	> 3.0
Sólidos disueltos totales	mg. $L^{-1}$	< 450	450-2000	> 2000
Salinidad efectiva	me. $L^{-1}$	< 3.0	3.0-15.0	>15.0
Salinidad potencial	me. $L^{-1}$	< 3.0	3.0-15.0	>15.0
<b>Sodicidad</b>				
Carbonato de sodio residual	me. $L^{-1}$	< 1.25	1.25-2.5	>2.5
Relación de adsorción de sodio	me. $L^{-1}$	< 3.0	3.0-9.0	> 9.0
<b>Efecto de iones específicos</b>				
Sodio	me. $L^{-1}$	< 5.0	5.0-10.0	> 10.0
Bicarbonatos	me. $L^{-1}$	< 1.5	1.5-8.5	> 8.5
Cloruros	me. $L^{-1}$	< 4.0	4.0-10.0	> 10.0
Boro	me. $L^{-1}$	< 0.7	0.7-3.0	> 3.0
Hierro	mg. $L^{-1}$	< 0.1	0.1-1.5	> 1.5

Nota: mS: MiliSiemens por centimetro ( $cm^{-1}$ ); mg: Miligramos por litro ( $L^{-1}$ ); me: Miliequivalentes por litro ( $L^{-1}$ ).

Fuente: Castellanos, Uvalle, y Aguilar Santelesis (2000)

- *Toxicidad:* Concretaremos al exceso de iones que afectan directamente al desarrollo de la planta, por medio de la calidad de riego que son generalmente el sodio, boro y cloro. A lo que menciona Parra, Fernández, Navarro y Arquero (2003) afirman que el exceso de proporción de sodio en la disolución del suelo produce consideradamente grandes desequilibrios nutritivos y/o toxicidad para las plantas. Por ende, El exceso de sodio del suelo se expresa mediante el porcentaje de sodio intercambiable (P.S.I.). Por lo expuesto a lo definido, un suelo que contenga los estándares de Sodicidad  $PSI > 15\%$



se considera sódico o llamados también sodio. Mientras tanto como los elementos del boro y el cloro, aunque son elementos esenciales e insignificantes para las plantas, pueden llegar a ser altamente tóxicos en cantidades relativamente pequeñas.

Con respecto a Fernández e Hidalgo (2011) mencionan que, para determinar el exceso de sodio en la calidad de agua de riego, en el ábaco identificado y adjunto, se verifica su estándar de optimización para las actividades de dosis neta de riego, en función de la conductividad eléctrica y el índice S.A.R.:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}}$$

Donde:

SAR: Relación de absorción de sodio (C.E:  $\mu\text{mhos/cm}$ )

Na: Sodio (meq/l)

Ca: Calcio (meq/l)

Mg: Magnesio (meq/l)

- *Dureza*: La dureza de agua se refiere a su contenido de calcio y magnesio (Peñapareja, Merino, & Ansorena, 2017). Por tanto, es importante conocer el grado de la dureza del agua para prevenir el riesgo de obstrucciones en el material de riego, así como para indicar la utilidad del agua en determinados tipos de suelos. Por ejemplo, para corregir el suelo con exceso de sodio, es aconsejable el empleo de aguas ricas en calcio para que este elemento desplace al sodio (Maya, 2013).

De Acuerdo por Maya (2013). El agua con mucho calcio es dura. Por el contrario, si se tiene poco calcio se considera blanda. Las plantas prefieren aguas blandas que aguas duras. La valoración de la dureza del agua se resume en esta tabla 3.

**Tabla 3**

*Valoración de la dureza del agua según los grados hidrométricos*

<b>Valorización del agua</b>	<b>Grados Hidrométricos</b>
Muy dulce	<7
Dulce	7-14
Moderadamente Dulce	15-22
Moderadamente dura	23-32
Dura	33-54
Muy dura	>54

Fuente: Parra et al. (2003)

- *Problemas de infiltración:* El aporte de agua de riego también conlleva el riesgo de aparición de problemas de baja infiltración, cuando se incorporan al suelo determinados niveles de sodio, ocasionando así gravemente el deterioro estructural del suelo al momento de sellar y tapar los poros; de modo que estos se dispersan drásticamente a los agregados en partículas minúsculas. El calcio y el magnesio causan el efecto opuesto siempre y cuando se aplica con precaución (García, 2017).

#### – **Eficiencia y aplicación del riego.**

La eficiencia de riego es la cantidad de agua disponible para el cultivo que se queda en el suelo después de un determinado riego, es la relación total del volumen de agua que se aplica en un determinado tiempo proyectado al cultivo (Demin, 2014).



A lo mencionado por MINAGRI (2015), la eficiencia de riego se compone primordialmente por tres valores de suma importancia; eficiencia de conducción, eficiencia de distribución y la eficiencia de aplicación, de las cuales depende mucho a las necesidades del consumo de agua del cultivo, que determina el diseño agronómico e hidráulico donde se muestra de la siguiente manera:

$$Ef_r = Ef_c \times Ef_d \times Ef_a$$

Donde:

$Ef_r$ : Eficiencia de riego

$Ef_c$ : Eficiencia de conducción (%)

$Ef_d$ : Eficiencia de distribución (%)

$Ef_a$ : Eficiencia de aplicación (%)

Así como también, definimos que la eficiencia de riego se limita mediante la clasificación de los métodos de riegos tradicionales, riegos presurizados y riegos localizados, que cumplen las cantidades netas de las dosis de riego que requiere según el tipo de cultivo a su máximo aprovechamiento de las necesidades hídricas de todo el ciclo vegetativo.

Por otro lado, la eficiencia de riego se determinará según al diseño de riego que va a emplear en un dicho cultivo, ya que en primer lugar se busca en optimizar el mayor ahorro hídrico en la conservación del medio ambiente y el desarrollo de la población, es por ello que el ajuste de la cantidad de agua sea necesaria y equilibrada, de las cuales se obtendrá una mayor producción de alta calidad en las

determinadas plantaciones (MINAGRI, 2015), la aplicación de la eficiencia de los métodos de riego se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4**  
*Eficiencia teórica por métodos de riego*

<b>Sistema de riego</b>	<b>Eficiencia (%)</b>
Gravedad -nivelado	
Surcos	65 – 85
Fajas	70 – 85
Inundación	70 – 90
Gravedad Tradicional	
Surcos	40 – 70
Fajas	45 – 70
Inundación	45 – 70
Riego de arroz	25 – 70
Riego por aspersión	
Estacionarios totales	65 – 85
Estacionarios móviles	65 – 80
Laterales de rueda	65 – 80
Cañón	55 – 70
Pivot-avance	65 – 85
Riego localizado	
Goteros $\geq 3$ x planta	85 – 95
Goteros $< 3$ por plantas	80 – 90
Microaspersores	85 – 95
Línea continua	70 - 90

Fuente: Prieto, Angella y Salgado (Noviembre 2014, citado por Pereira et al., 2010)

Para elaborar la aplicación de la eficiencia de riego localizado de acuerdo por UPM (2017), describe que se tiene que estimar que no toda el agua de riego será absorbida por las plantas, hay partes que se va a perder el agua por el fenómeno de percolación, que se tendrá que regar las dosis correspondientes al cultivo de acuerdo al estudio de las tablas mencionadas según el tipo de suelo para dicho efecto. La Eficiencia de riego por percolación se muestra en la tabla 5.



**Tabla 5**

*Aplicación de la Eficiencia de riego por percolación en riego localizado*

<b>Profundidad Radicular (cm)</b>	<b>Gravas (%)</b>	<b>Arena (%)</b>	<b>Franco (%)</b>	<b>Arcilla (%)</b>	<b>Limo (%)</b>
0 < 75 cm	0.85	0.90	0.95	0.95	0.95
75 < 100 cm	0.90	0.90	0.95	100	100
>150 cm	0.95	0.95	100	100	100

Fuente: UPM (2017)

– **Control de las pérdidas de agua en el riego.**

Con base en las definiciones de las pérdidas de agua de riego, concorde a Ruíz y Molina (2010) aseguran que además de la evapotranspiración, se producen por la pérdida de percolación profunda y la escorrentía superficial que afectan por debajo de las raíces fuera de su alcance. En cambio, no solo las pérdidas superficiales y gravitacionales afectan las necesidades hídricas de las plantas, sino también, el exceso de las dosis de riego que sobrepasa la capacidad de campo llegando a un punto de saturación, es ahí donde llega a perjudicar principalmente el rendimiento de los cultivos que va ocasionando así la muerte de algunas plantaciones, por ende, se denomina como pérdida hídrica y obstrucción de aeración del suelo agrícola.

Pues Fernández, Ávila, et al. (2010) indican que las pérdidas de agua en el suelo afectan de manera directa al desarrollo de los cultivos, esto se debe por el mal manejo del sistema de riego al momento de aplicar las dosis de agua para una determinada plantación; que lo describe de la siguiente forma:

- *Escorrentía*: Que consecuentemente mencionado por Orsdon y Vaughn (2003) señala que, toda agua que no sea aprovechable para las plantas

se denominan desperdicio de escorrentía. Por lo consiguiente, en algunos casos el agua que sobra escurre sobre la superficie del terreno. La escorrentía se puede llegar a necesitar en algunos métodos de riego tradicional (principalmente riego por surcos). Sin embargo, los sistemas de riego por aspersión bien diseñados y manejados no podrán generar escorrentías o pérdidas de agua. Por lo general, un riego localizado no produce escorrentía por su alta eficiencia (Fernández, Ávila, et al. 2010).

- *Filtración profunda*: Es la cantidad de agua que se aplica sobre la superficie del terreno se denomina infiltración, que pasa a través de las capas más profundas poco a poco. Si las dosis de riego son mínimas, no llegaran abastecer hasta las zonas radiculares de las plantas. Por ende, se llega a entender como perdida hídrica del suelo que no es favorable para determinados cultivos (Fernández, Ávila, et al. 2010). Para realizar un buen control de agua de riego se determina la velocidad de infiltración, de acuerdo a la textura del suelo que se muestra en la siguiente tabla 6.

**Tabla 6**

*Velocidad de infiltración básica según textura de los suelos*

<b>Textura</b>	<b>Infiltración básica (mm h<sup>-1</sup>)</b>
Arcilloso, arcillo limoso, arcillo arenoso	2.5 – 7.5
Franco arcillo arenoso, franco arcilloso, franco arcillo limoso	6.5 -19
Franco arenoso fino, franco, franco limoso	12.5 – 38
Franco arenoso	25 – 75
Arenoso franco	50 – 100
Arenoso	> 57

Fuente: Rodríguez (2014, citado por Orlarte,2003)



- *Evapotranspiración*: Es el proceso fisiológico de la planta, que se constituye mayormente por transpiración o por donde el agua pasa de la corteza del suelo a la atmósfera en forma del proceso de evaporación. En tanto, si el ambiente es más seco tiende a evaporarse más y la planta requieren mayor sus necesidades hídricas; mientras en ambientes húmedos las interacciones de los movimientos estomáticos requerirán menos la necesidad hídrica de las plantas, ya que el agua estará sujeta en ellas mismas. En conclusión, se requerirá la evapotranspiración del cultivo de acuerdo a la topografía del suelo y sus condiciones climatológicas (Fernández, Ávila, *et al.* 2010).

### **2.2.9. Selección de suelos para fines de riego**

#### **a. Requerimientos específicos**

Es necesario diagnosticar las medidas del terreno si es adecuada para el uso de las dosificaciones netas de riego, el énfasis debe ser impactante al estado de sus características físicas actuales, y dichos niveles deben de corresponder a la disponibilidad de nutrientes necesarios, para la optimización del rendimiento hacia los cultivos. Por lo tanto, es importante conocer los cambios que generan negativamente al suelo: los impactos negativos en el nivel hidrológico, los problemas de drenaje y salinidad de acuerdo al tipo de suelo, cuyas necesidades se deben de modificar en la pendiente y relieve, dadas a través de las plantaciones de cultivos del suelo; que son las principales condiciones que se debe de mejorar las características primordiales en el perfil del suelo, etc. En vista de las grandes inversiones involucradas se cuenta con el mayor número posible de calidad de suelos fértiles, para así optimizar el recurso de riego. Por consiguiente, es



recomendable usar solamente en suelos de buena fertilización orgánica para el uso de regadíos en ciertos cultivos (Arnon, 1980).

### **b. Pendiente**

Según Arnon (1980) menciona que, es tan importante tener cuenta el efecto de la pendiente en la adaptabilidad para el regadío que va dependiendo a un cierto número de componentes: el sistema de siembra que se va a elegir, las intensidades pluviales de la zona y dichas capacidades de absorción del suelo, que se priorizan al momento de aplicar las dosificaciones correspondientes en un determinado sembrío. En tanto, a lo que conceptualiza Gurovich (1985) afirma que las pendientes suaves o llanas (menores del 0.3 al 0.5 %), son ideales a la longitud de recorrido que puede aumentarse por las distancias de las plantaciones. Por ende, los métodos de riego localizado, requieren pendientes mínimas e insignificantes para el uso uniforme de las dosis de riego, que darán un efecto relevante en el desarrollo vegetativo, para que posteriormente se obtenga una producción de rendimiento paralelo y de buena calidad al momento de cosecharlos.

### **c. Productividad potencial**

Uno de los requisitos primordiales del suelo es que tenga una productividad potencial rica en materia orgánica y con estándares suficientemente muy buenos; para luego así justificar las inversiones correspondientes del tema de riegos. Este estudio de gran importancia se basa en los indicadores de calidad de suelo después de haber aplicado las dosis de riego (Arnon, 1980). Como ya se ha indicado, el nivel de fertilización que indica un suelo para uso agrícola, se basa en la proporción de alta concentración mineralógica de sales minerales que absorben las plantas a través de sus raíces, y que a su vez es aplicada mediante las

dosificaciones de riego (en la cantidad adecuada y el equilibrio necesario), todo ello conduce a los resultados de buenas cosechas. Por tanto, las características altamente buenas en fertilidad del suelo, tienden a tener buenos resultados en el aspecto físico, químico y biológico de ellos mismos (Navarro & Navarro, 2013).

Según Estrada et al. (2017) indican que es importante conocer los indicadores de calidad de los suelos agrícolas y su uso potencial en las plantaciones de los cultivos, que varía de acuerdo al análisis de fertilidad, materia orgánica, disponibilidad de nutrientes, el control de pH, conductividad eléctrica y sus cationes cambiabiles, que son base para el desarrollo de las plantas con su respectivo rendimiento. Para interpretar el análisis de suelo con respecto a la calidad, se muestran en la tabla 7.

**Tabla 7**  
*Valores para interpretar los resultados del análisis de suelo*

Indicador	Unidad	Medida			
		Pobre	Medio	Bueno	Alto
MO	%	< 2.0	2.0 a 4.0	> 4.0	-
N	%	< 0.1	0.1 a 0.2	>0.2	-
P	Ppm	< 5	5 a 10	10 a 15	> 15
K	Ppm	< 150	150 a 250	250 a 350	> 350
C.T	%	< 1	1 a 5	> 5	-
C.I.C	meq/ 100g	< 6	6 a 12	12 a 25	> 25
C.E	mmhos/cm	< 2.0	2.0 a 4.0	4.0 a 8.0	> 8.0

Nota: MO: Materia Orgánica; N: Nitrógeno; P: Fosforo; K: Potasio; C.T: Calcáreos Totales; C.I.C.: Capacidad de Intercambio Catiónico; C.E: Conductividad Eléctrica; ppm: Partes por millón. Fuente: INIA (2020)

#### **d. Preparación de enmiendas orgánicas con fines de riego**

Definimos a los fertilizantes orgánicos e inorgánicos como fuente primaria en la preparación de terrenos agrícolas, cuya función es optimizar la calidad de suelo y el buen manejo de labores culturales, que son el fundamento esencial de



las plantas. A pesar de ello, la mayoría de los cultivos producidos en suelos con enmiendas de compost, tienen mayores respuestas de producción. Algunos estudios demuestran que los rendimientos promedio (peso/planta) de tomates enmendados con 12 ton/has de compost, fue un 23 y 38% mayor que en parcelas enmendadas con 6 ton/has y sin enmiendas orgánicas (Ibarra, J. T; Caviedes, J; Barreau, A; & Pessa, 2019).

Como reitera SCCS (1988) sostiene que, para tener una buena enmienda es necesario conocer los niveles de pH del suelo que dividen en dos partes:

- Nivel de pH ácido: En los suelos muy ácidos, cuyos parámetros se ubican entre 3.5 y 5.0 de pH, se considera que hay cantidades exorbitantes de alta concentración tóxicas iones de aluminio ( $Al^{+3}$ ), y de manganeso ( $Mn^{+2}$ ), que se producen daños colaterales en el desarrollo de las raíces del cultivo, que es un efecto negativo para la absorción del potasio y otros micronutrientes como el magnesio, molibdeno y calcio. Por tanto, cuando estos suelos ácidos son tratados al momento de encalar, se transforma considerablemente en aluminio de  $Al(OH)_2^+$  y el  $Al(OH)_3$ , a formas insalubres; es así que se reduce los altos niveles de aluminio en forma iónica o hidroxilada juntamente con el potasio, el intercambio de los coloides arcillosos se puede reducir de gran manera por el mecanismo de lixiviación o lavado de gases. Para realizar las enmiendas de cal agrícola y materia orgánica se muestra en la tabla 8.

**Tabla 8***Necesidad de cal agrícola y materia orgánica para cambiar el pH*

Cambio deseado del pH	Cantidad de cal agrícola ( $gr/m^2$ ) según la textura						
	A <sup>1</sup>	F.A <sup>1</sup>	F	F.L	F. A <sup>2</sup>	A <sup>2</sup>	M.O
0.5	70	120	200	260	330	440	490
1.0	130	200	330	400	510	610	960
1.5	200	320	490	570	710	850	1030
2.0	280	460	700	790	940	1130	1520
2.5	390	630	910	1010	1170	1400	2040
3.0	520	840	1170	1330	1560	1870	2600

Nota: A<sup>1</sup>: Arenoso; F. A<sup>1</sup>: Franco Arenoso; F: Franco; F.L: Franco Limoso; F. A<sup>2</sup>: Franco Arcilloso; A<sup>2</sup>: Arcilloso.

Fuente: UAE (2020)

- Nivel de pH alcalino: Cuando los valores de la neutralidad sobrepasan de 7.0 a 8.5 de pH; las bacterias nitrificadoras requieren urgentemente el calcio de forma iónica ( $Ca^{+2}$ ) y el fosfato de forma monovalente ( $H_2PO_4$ ), todo ello se debe a un balance adecuado para el favoritismo de macronutrientes (nitrógeno y fósforo) y micronutrientes (Hierro, Manganeso, Boro, cobre y cinc). De tal modo hay estándares de 6.0 a 7.5 de pH, en donde erróneamente el encalado es más que suficiente, provocando así la disminución de potasio en forma iónica ( $K^+$ ), teniendo en consecuencia la retención de absorción de las raíces de las plantas y la alteración drástica de la porosidad del suelo, ocasionando de manera descomunal, una infiltración muy baja que impide a la misma agua gravimétrica llegar hasta el punto del enraizamiento, por los cuales se originan numerables charcos en la superficie del suelo por su alto contenido de pH básico.

Por otro lado, Tortosa (2019) señala que es importante tener en cuenta el análisis de las características químicas del estiércol de todos los tipos de animales de granja, que benefician a la agricultura orgánica, en la tabla 9 se detalla el nivel de fertilización de estiércol en descomposición.

**Tabla 9**  
*Niveles de fertilización del estiércol en estado de descomposición*

Parámetros	Unidad	Mínimo	Media	Máximo
Humedad	%	1	68	83
Sólidos volátiles	%	35	72	89
Carbonato total	%	18.1	35.6	43.9
Nitrógeno total	%	1.2	2.1	3.5
C/N		9.3	16.1	33.4
N- $\text{NNH}_4$	mg $\text{kg}^{-1}$	13	1346	6842
N- $\text{NO}_3$	mg $\text{kg}^{-1}$	<1	9	312
Fósforo	%	0.18	0.41	1.99
Potasio	%	0.15	0.57	4.37
pH	medida	6.6	7.8	9.0
C.E	mmhos $\text{cm}^{-1}$	1.7	4.1	36

Fuente: Tortosa (2019, citado por Pettygrove y Col., 2010)

## 2.2.10. Conceptos básicos que determinan a la evapotranspiración

### a. Definición

Especificaremos como la pérdida de agua de los cultivos, cuya función es reponer las dosis netas de riego mediante el proceso de evapotranspiración, que es un dato muy importante para el desarrollo vegetativo de las plantas. A lo referido por Valverde (1998) define que hay dos conceptos importantes que se debe de saber acerca de la evapotranspiración diaria que se manifiesta del siguiente caso:

Evapotranspiración potencial (ETP): Se considera por la cantidad de agua que requieren las plantas en su máximo proceso de transpiración y evaporación





del suelo, cuya medida se muestra en mm. donde se puede calcular diariamente de acuerdo a las condiciones climatológicas de la zona, que influye directamente la insolación, radiación, precipitación, viento, temperatura y humedad.

Evapotranspiración real o de cultivo (ETC): Se refiere al uso adecuado de aplicación de láminas de riego que exige el cultivo de acuerdo al diseño o método utilizado para restituir las anteriores dosificaciones, que va a depender el grado de evapotranspiración potencial diaria y según el tipo de cultivo, que se esté proyectando a sus necesidades de agua, se debe tener en cuenta los parámetros climatológicos, tipos de suelos y los equipos de medición de la humedad, que son fundamentales para el cálculo de la evapotranspiración real del cultivo.

#### **b. Métodos prácticos para deducir la evapotranspiración**

Para calcular la evapotranspiración potencial diaria, mensual o anual, es necesario identificar los métodos que se van a aplicar en toda la temporada del cultivo al momento de ejercer la transpiración, la evaporación superficial y la infiltración de la porosidad del suelo.

A lo que supone Valverde (1998), citado por CENAMAR (1983) identifican el uso de fórmulas empíricas, que están sujeto a los factores de información meteorológica (horas sol, radiación, temperatura, etc.), de las cuales se obtuvieron de muchos autores reconocidos en su arduo trabajo, para tener una idea fija de las fórmulas más importantes que se define de la siguiente manera:

- Lowry-Johnson: Se menciona a los datos del calor efectivo y temperatura ambiental, que no es muy reconocido por otros investigadores del tema de la evapotranspiración potencial.



- Thornthwaite: Se basa a la función de la temperatura media y la altitud de la estación meteorológica, mayormente es utilizado para temas de riego y estudios de cuenca.
- Blanney Criddle: Es un método reconocido para determinar la evapotranspiración potencial de referencia, se realiza mediante la temperatura promedio y el porcentaje de horas luz.
- Hargreaves: este dato empírico está reconocido por muchos investigadores de las ciencias agrarias, se utiliza en caso de que la estación meteorológica no tenga sus instrumentos adecuados o completos, se aplica mayormente a base de temperatura, radiación y humedad relativa.
- Penman-Monteih: Reconocido como el mejor método empírico de investigación científica realizada a través de la FAO, donde las estaciones meteorológicas tienen que estar complementadas y adecuadas para su uso requerido, los datos que se requieren son: la radiación extraterrestre, temperatura, velocidad de viento, humedad relativa y horas sol.

### **c. Cálculo de la evapotranspiración diaria por el método Penman ...(FAO)**

Según la FAO (2006) menciona que, para determinar el cálculo de  $ET_0$  en la ecuación Penman-Monteih para datos diarios de 24 horas, se requiere de una estación meteorológica cercana, adecuada y completa, para obtener los resultados de alta confiabilidad de precisión donde se expresa de la siguiente formula:



$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$$

Donde:

$ET_0$ : Evaporación de referencia (mm día<sup>-1</sup>)

$R_n$ : Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>)

$R_a$ : Radiación extraterrestre (mm día<sup>-1</sup>)

$G$ : Flujo del calor del suelo (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>)

$T$ : Temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)

$u_2$ : Velocidad del viento a 2 m de altura (m s<sup>-1</sup>)

$e_s$ : Presión de vapor de saturación (kPa)

$e_a$ : Presión real de vapor (kPa)

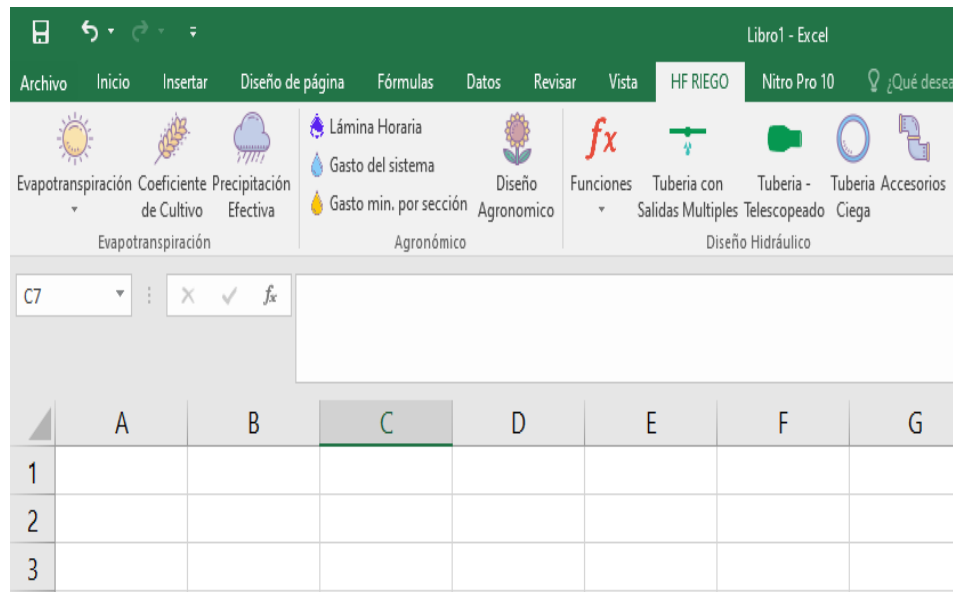
$\Delta$ : Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C<sup>-1</sup>)

$\gamma$ : Constante psicrometría (kPa °C<sup>-1</sup>)

#### **d. Manejo de la evapotranspiración diaria con softwares aplicados**

En estos últimos años el avance científico dio un giro inesperado en el avance de la información, mejorando de gran manera el uso sofisticado de aplicaciones de softwares enfocados a los resultados rápidos que ayudan directamente a la humanidad. Por lo tanto, el procedimiento del cálculo de evapotranspiración daría a base de Penman-Monteih pueden ser automatizadas, una de ellas es el CROPWAT, el software de la FAO desarrollado para la programación de riego (FAO, 2006). Sin embargo, existe una aplicación más completa y eficiente en los métodos empíricos para calcular el ( $ET_0$ ), se llama la extensión de Excel (HF-RIEGO) que cumple con las normas de la FAO y es más

sencillo en el manejo práctico, que sirve para temas de investigación o proyectos con fines de riego (HF, 2021). En la figura 3 se muestran el software HF-RIEGO.



**Figura 3**  
*Aplicación del software HF-RIEGO*

Nota. Es una herramienta que determina el cálculo de la evapotranspiración diaria, mensual y anual, así como también se realiza el diseño agronómico e hidráulico para todo tipo de riego. Tomada de “Hidráulica Fácil”, Jiménez, 2021.

Fuente: <https://www.hidraulicafacil.com/p/hf-riego-instalacion.html>

### **e. Métodos prácticos para el control de humedad de suelo**

Para tener un control de la pérdida de agua en los cultivos, es necesario tener en cuenta los parámetros de medición de la humedad del suelo que requieren las plantas en su respectivo desarrollo. De tal modo Kenneth (2015) menciona que hay muchos modelos prácticos para determinar la humedad del suelo en temas de investigación, y la vez son eficaces para calcular el porcentaje equivalente de ellos mismos. Por tanto, a pesar de que existen en el mercado varios tipos de instrumentos, estos requieren de una calibración previa para poder utilizar en una condición particular.



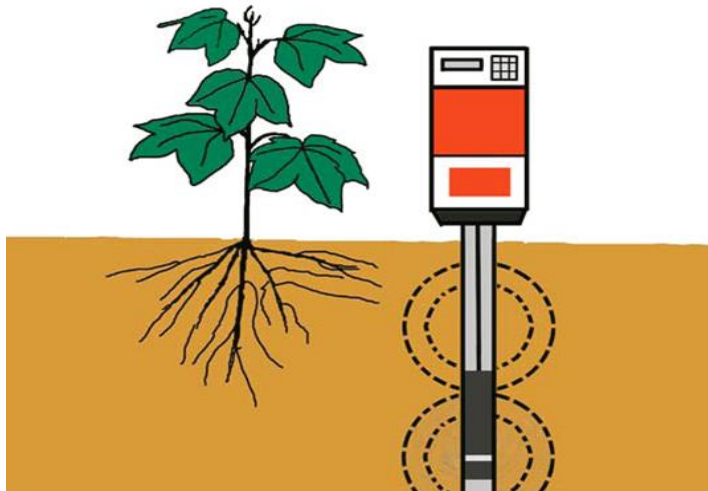
Ya que Valverde (1998) afirma que, para el cálculo de las pérdidas hídricas en los cultivos, se utilizan dos métodos generales de suma importancia que se describe del siguiente modo:

- **Métodos directos:** Son aquellos que están realizados en el modelo del balance hídrico (medida de la entrada y salida del agua en el sistema de suelo), obtenido a través de una medición exacta y real de la humedad del suelo después y antes de cada dosis de riego.
- **Métodos indirectos:** Son aquellos que pueden ser teóricos o experimentales, que tales equipos tienen la capacidad de medir correctamente el porcentaje de humedad del suelo y cuyas lecturas son precisas al momento de aplicar en el diseño del balance hídrico diario.

– **Uso de quipos T.D.R. (Time Domain Reflectometry)**

Los equipos T.D.R. o llamada también (Reflectómetro en el Dominio del Tiempo), son aparatos de última novedad tecnológica superiores a los equipos Watermark e incluso al tensiómetro, muy ligeros y portátiles al momento de usarlos que tienen una función óptima de dar lectura diaria al contenido del porcentaje húmedo del suelo, pasa la información mediante los sensores electromagnéticos que indican diariamente las necesidades de agua del cultivo de forma digital y verifica cuando es el momento oportuno de utilizar las dosis correspondientes. (Naranjo & Ataroff, 2015). No obstante, se debe de manejar con mucho cuidado al momento de dar lectura a dicha humedad del suelo, ya que no es recomendable ponerlo a tiempo completo por su alto contenido de

electromagnetismo, por el cual se altera la calibración. En la figura 4 se muestran los equipos de medición T.D.R.



**Figura 4**

*Diagrama de un indicador de humedad electromagnética*

Nota. Uso de equipos T.D.R. en la determinación de humedad del suelo en el desarrollo de las plantas (sonda de neutrones). Tomada de “Turfes” [Imagen], C., 2019.

Fuente: <https://turfes.com/2019/04/metodos-para-medir-la-humedad-del-suelo-para-la-programación-del-riego-cuando/>

#### **f. Estimación del efecto de dosis neta para riego diario a base de la evapotranspiración real del cultivo (ETC)**

##### **– Necesidades netas de agua a través del Kc del cultivo.**

Para Fernández, Barranco y Rallo (2017) y Valverde (1998) especifican al coeficiente del cultivo ( $K_c$ ) como el consumo de agua que demanda las plantas, que se relaciona con la evapotranspiración potencial diaria (ETP) y se aplica las dosis de agua al momento de que el cultivo requiera sus propias necesidades hídricas, que al fin del cabo se calcula la evapotranspiración Real del cultivo (ETC) a través de la siguiente fórmula:



$$ETC = ETP * Kc$$

Donde:

ETC: Evapotranspiración real del cultivo en (mm/día)

ETP: Evapotranspiración Potencial o Referencia del cultivo (mm/día)

Kc: Coeficiente del cultivo en periodos de desarrollo vegetativo.

A lo que menciona Torres (2018), define al coeficiente del cultivo (kc) como un dato muy importante en las fases de desarrollo o crecimiento de las plantas, que depende básicamente al consumo de agua de los cultivos que tiene sus siguientes fases:

- Fase iniciativa: Empieza desde la siembra del cultivo hasta el 10% de brotamiento.
- Fase de desarrollo: Comprende desde el 10% de plántulas de cultivo hasta el 70% y 80% de cobertura máxima efectiva.
- Fase de media estación: Desde la cobertura máxima efectiva a comienzo de maduración de cultivo.
- Fase de última estación: Desde el comienzo de la maduración a fines de cosecha.

#### – **Aplicación de lámina de riego**

En tanto a Sánchez y Mata (2006) definen como la cantidad de agua ideal o aceptable que requieren las plantas en su determinado desarrollo, que corresponde a una aportación fraccional en láminas diarias que se deben aplicar



de acuerdo a la evapotranspiración real del cultivo (ETC) y el uso de eficiencia de riego (ER), que se muestra de la siguiente relación:

$$LR = \frac{ETC}{ER}$$

Donde:

LR: Lámina de riego (mm)

ETC: Evapotranspiración real del cultivo en (mm/día)

ER: Eficiencia de riego (%)

– **Disponibilidad del volumen de agua para riego**

Sánchez y Mata (2006) conceptualizan que es importante tener en cuenta la cantidad y calidad de agua disponible, para el uso adecuado de las dosis netas de riego, que requerirán a través del área proyectada del cultivo de referencia ante el consumo de agua que demanda en todo el periodo vegetativo, que se muestra de la siguiente manera:

$$Vol. A = LR \times A$$

Donde:

Vol. A: Volumen de agua (m<sup>3</sup>)

LR: Lámina de riego (mm)

A: Área del terreno (m<sup>2</sup>)

– **Uso adecuado del Tiempo de riego**

De acuerdo a Sánchez y Mata (2006) mencionan que esta técnica es netamente para fines de investigación, consiste en el tiempo de riego diario que se





aplica mediante las dosificaciones proyectadas por la evapotranspiración real del cultivo (ETC) y el área de terreno que se muestra de la siguiente forma:

$$T.R = \frac{Vol.A}{A}$$

Donde:

T.R = Tiempo de riego (min)

Vol.A = Volumen de agua (m<sup>3</sup>)

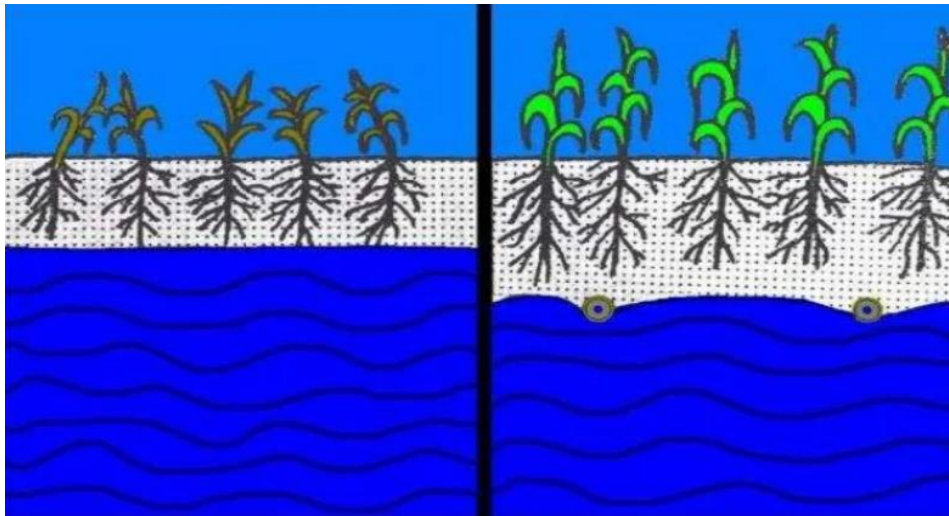
A = Área del terreno (m<sup>2</sup>)

#### **g. Modelo práctico para la evaluación de la demanda hídrica del cultivo**

##### **– Efecto del flujo de agua subterránea acumulada bajo el suelo**

Se denomina también como nivel freático del suelo, es el comportamiento de movimientos internos del flujo de agua que afecta directamente a los cultivos, y a su vez este tiende a tener una gran recarga por las altas precipitaciones de la zona, ya que el agua se infiltra bajo el sub suelo y esto genera una acumulación hídrica en la capa freática, es por ello que surge un ascenso del agua en la superficie del terreno y esto genera un desequilibrio para el cultivo en su etapa de desarrollo vegetativo (Leiton, 1985). Por tanto, se puede verificar mediante la perforación tubular de acero galvanizado o materiales termoplásticos como el PVC, que cumplen la función de ver la ascensión del nivel freático del suelo, para así suspender las dosis de riego correspondientes del cultivo en caso de que esté

cerca de la superficie del suelo. En la figura 5 se muestra el control del comportamiento de flujo subterráneo.



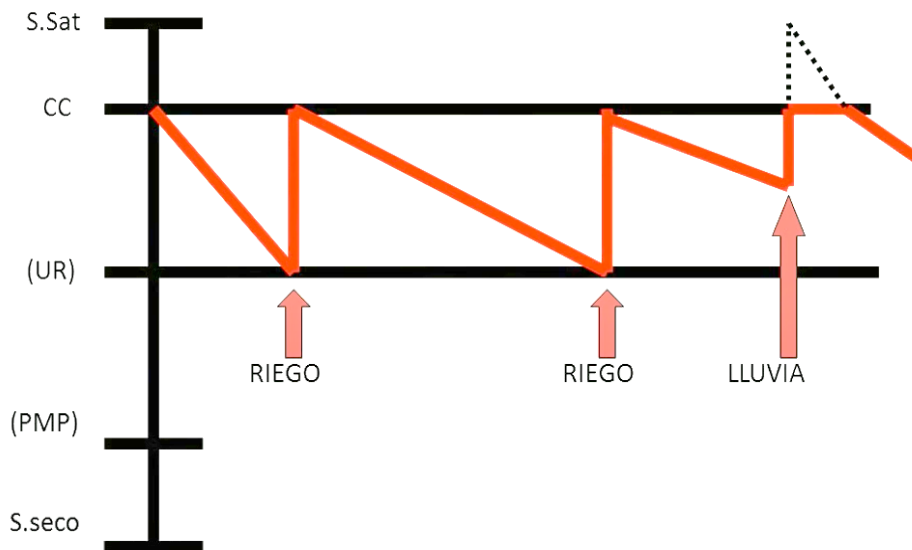
**Figura 5**  
*Evacuación de exceso de agua subterránea*

Nota: Instalación del sistema artificial de drenaje, para prevenir la asfixia radicular del cultivo. Tomada de “Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola – La Molina Agraria”, Santayana, noviembre 2012.

Fuente: <https://es.slideshare.net/mtscsanchez1/drenaje-salinidad-costa-peruana1>

#### – **Control de las dosis de riego a través del balance hídrico diario**

El balance hídrico diario se muestra como un indicador del uso de las dosificaciones de riego adecuado en la oferta y la demanda de agua que requieren las plantaciones al momento de realizar el proceso de la evapotranspiración, cuyos parámetros están relacionadas con la constante de humedad del suelo (Zona saturada, Capacidad de campo, Umbral de riego, Punto de marchitez permanente y Humedad higroscópica que son básicamente primordial en el registro del comportamiento hídrico de los cultivos, que se realiza mediante un control diario que parte desde la siembra hasta el día de la cosecha designada (MGAP, 2015). En la figura 6 se muestra el registro del balance hídrico diario.



**Figura 6**  
*Registro diario del balance hídrico*

Nota. Modelo de control diario en la aplicación de las dosis de riego de un determinado cultivo a campo abierto. Tomada de “Puppo” [Imagen], MGAP, 2015.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=hs9edqD3eP8>

Para determinar el balance hídrico diario por métodos indirectos, es necesario tener en cuenta la fórmula general que se muestra de la siguiente manera:

$$\Delta m = \Delta m_1 + P + L.R - ETC$$

Donde:

$\Delta m$ : Balance hídrico (mm)

$\Delta m_1$ : Balance hídrico diario (mm/día)

P: Precipitación (mm/día)

L. R: Lamina de riego (mm/día)

ETC: Evapotranspiración potencial del cultivo (mm/día)



## 2.3. CULTIVO DE AJO

### 2.3.1. Origen

El ajo (*Allium sativum*), proviene desde Asia central que se vienen cultivando desde los tiempos remotos del mundo antiguo, pero algunos estudiosos creen que es originaria del Sur de Europa o de Asia occidental (Terán, 1997). La producción de ajo se ha dispersado por todo el globo terráqueo, teniendo como líderes natos en la demanda de este cultivo de las liliáceas a China, India, España, Tailandia, Corea del sur y Egipto (Stephen, 1991). Y los países latinoamericanos tales como Perú, Bolivia, Ecuador y posteriormente Chile, fueron introducidos por los españoles en la época del virreinato que actualmente se produce de manera industrial (Terán, 1997).

### 2.3.2 Criterios que caracterizan las condiciones físicas del ajo

#### a. Clasificación taxonómica

Según Pinzón (2009) afirma que pertenecen a la familia de las alliáceas (*Alliums*), se caracteriza por su increíble sabor y fuerte aroma, es considerado como una especie única en su producción asexual en la multiplicación de clones y dicha taxonomía se describe en la siguiente forma:

Reino: Vegetal

Clase: Monocotiledónea

Orden: Asparagales

Familia: Alliaceae

Tribu: Alliae

Género: *Allium*



## **b. Descripción botánica**

El ajo es una planta rústica y adaptable a todo entorno bruto, que tiene un bulbo tunicado que se caracteriza único en su forma, suelen llegar a tener una altura considerable de 40 a 60 cm de planta. De acuerdo a las variedades de ajo proyectado pueden llegar a tener de 7 a 30 dientes o bulbillos (Terán, 1997).

La raíz es semejante a la cebolla porque pertenecen al grupo de las liliáceas, el tipo de enraizamiento es fasciculada y a su vez este se origina desde los mismísimos dientes de las cuales llegan a desarrollar por los 20 cm a 30 cm de profundidad radicular (Terán, 1997). Pero otros estudios demuestran que puede alcanzar sin ningún problema la raíz a tales grados de profundidad que están en consideración de 0.30 a 0.50 m. a lo que indica la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2006).

El tallo verdadero es conocido también como plato o disco, se encuentra debajo de las formaciones de los dientes que está sujeta directamente a las raíces, y sobre esa base se forman las hojas para que posteriormente salgan las yemas (Pinzón, 2009).

Las hojas de los ajos se denominan también catáfilas, son como una ayuda de protección para los dientes y la vez indican el proceso de desarrollo en forma de tallo u hojas fértiles, que llegan a un punto en su etapa de maduración o florecimiento (Pinzón, 2009). A lo que menciona Torres (2018, citado por Monardes, 2009) afirman que, si existe el tallo floral conformado por el centro de hojas, es hueco por dentro y muy rollizo donde pueden alcanzar con una longitud de 40 cm. a 55 cm. de largo en forma laminar hasta que salga el escapo floral.

El escapo floral no llega a dar la florescencia en la mayoría de las variedades de ajo Sativum, es por ello que es muy escaso en conseguir la verdadera semilla, se opta por los bulbillos o dientes como órgano de propagación de esta especie para poder abastecer en la demanda comercial (Pinzón, 2009).

### c. Fenología del ajo

Cárdenas et al. (2012) señalan que para distinguir el desarrollo del ajo se verifica las condiciones de la fase del desarrollo fenológico, es importante subdividir las fases del ciclo vegetativo de las plantas, ya que cada una es peculiar en sus necesidades hídricas en condiciones climatológicas, tipo de suelo y la calidad de dosis de riego accesible. En la tabla 10 se muestra las fases del desarrollo fenológico de ajo.

**Tabla 10**  
Fases fenológicas del ajo en campo

N°	Fase	Días	Condición fisiológica
1	Plantación	Cero	Rompimiento de dormancia
2	Emergencia	7 a 15	Inicio de crecimiento radicular
3	Apertura de brotes	15 - 30	Primeros botones superficiales
4	Crecimiento Foliar 1	30 - 60	8 hojas, 45 cm alto de planta
5	Crecimiento Foliar 2	60 - 90	10 hojas, 63.8 cm alto de planta
6	Pre-Bulbificación	90 - 120	12 hojas, 81.3 cm alto de planta
7	Bulbificación	120 - 150	Agoste o suspensión de riego
8	Llenado y secado	180 días	Secado de bulbo y cosecha

Fuente: Córdor (2021)

### d. Variedades de periodo vegetativo de corto a largo plazo

Pues Córdor (2021) afirma que existen muchas variedades de ajo en el Perú, pero solo las que tienen la mayor demanda a nivel nacional e internacional, son las que se identifican en el siguiente contexto:

- Variedades Precoces: Son aquellas variedades que se desarrollan de menor tiempo posible de un periodo aproximado de 5 meses, donde se



- identifican como el Arequipeño 14, Barranquino, Criollo Tarmeño, FAO IV, Napurí, Margosino, Alpha Suquia, Cincomesino, Ajo Chino, Kiyán, Cañetano.
- Variedades Tardíos: Son las que se demoran en desarrollar de un periodo tardío de 7 meses, de las cuales encontramos el Napurí 9, Blanco Huaralino, Selección 2005, Sietemesino, Napurí 4, Chaulan, Blanco INIA, Napurí arequipeño y Ajo Chino.
  - Variedades Criollos: Conocido también por la mayoría de los agricultores como ajo oriundo, que pueden llegar a desarrollar de un periodo largo de 7 meses, en donde se encuentran la Accesoión 21, Cajamarquino Cerrado, Pata de Perro Abierto, Arequipeño 19, Cajamarquino Abierto, Pata de perro Cerrado, Barranquino, Santeño.

#### **e. Condiciones de potencialidad agroecológica**

Es una planta que se cultiva en todas las regiones del mundo, algunas evidencias verídicas prácticas demuestran que mientras más alto y frío esté sobre la cota, es mucho menor los requerimientos básicos foto periódico, en donde dicha bulbificación se induce con umbrales de días muy cortos. Este plantío puede llegar a desarrollar sin ningún problema entre los 600 m.s.n.m. hasta los 3500 m.s.n.m. (Torres, 2018 citado por Kehr,2002).

Por ende, a lo que menciona Terán (1997) y Cárdenas et al. (2012) afirman que las condiciones ideales que favorecen para el cultivo de ajo, son los recursos de factores Edafoclimáticos que afectan directamente el desarrollo de este sembrío en su producción, de las cuales se especifica del siguiente modo:



- Temperatura: Para realizar un buen desarrollo del cultivo de ajo, se necesita una temperatura ambiental ideal de 12°C a 24°C (perfecto 18°C). Todo ello dependerá para obtener un buen rendimiento de la planta, para poder alcanzar una altura de buena precisión antes de que se formen los bulbos. No es recomendable que se ensanchen de manera desequilibrada, los falsos tallos dados por el exceso de temperaturas cálidas que debido a ello dejan de realizar la bulbificación (Terán, 1997).
- Horas sol: Es una planta que requiere de buenas cantidades de luz solar que están entre un margen de 5 a 10 horas máximas (Cárdenas et al., 2012).
- Precipitación: Para que desarrolle el cultivo de ajo sin ningún problema, sus necesidades de agua están entre un 500 y 600 mm. totales de todo el periodo vegetativo (en un promedio de 5 meses) y debe ser distribuido lo más uniformemente posible; algunas zonas que tienden a ser muy precipitadas, que sobrepasan los requerimientos de agua en las plantaciones mencionadas, son franco directo de hongos y plagas que alteran drásticamente a las raíces y/o a las hojas, si en algunos lugares se originan precipitaciones menores a 500 mm., se tiene que aplicar las dosis de riego correspondientes de manera urgente con un grado tolerable de 3.9 ms/cm (Cárdenas et al., 2012).





- Humedad relativa: se conoce también como bulbo húmedo, cuando es mayor sobre el 70% de humedecimiento, los hongos actúan de manera agresiva ante las hojas, y si la humedad ambiental disminuye sobre el 60% tenemos presencia de plagas tales como los famosos trips (Cárdenas et al., 2012).
- Temperatura de suelo: Para tener un resultado extraordinario en cabezas de ajo, se debe de considerar una temperatura ideal entre los 13°C a 20°C (Cárdenas et al., 2012).
- Suelos: Se desarrolla sin ningún problema en cualquier suelo agrícola, pero requiere un porcentaje rico en materia orgánica y textura de tipo franco arenoso - franco arcilloso, que tenga un buen sistema de drenaje para el agua gravitatoria, ya que no lo agrada mucho los encharcamientos excesivos, cuyo pH tiene que estar entre 6.0 a 7.0 para la absorción de los nutrientes, requiere materia orgánica mayor al 3% y cuya salinidad no tolera a <1.2 mmhos/cm (Terán, 1997).

#### **f. Resistencia del frío ante los cambios bruscos del clima**

Para que brote sin ningún problema el cultivo de ajo, tiene que estar entre una temperatura ambiental adecuada de 5°C a 10°C, es lo ideal para que las plantas puedan desarrollar de acuerdo a la variedad. En algunas ocasiones se realizaron estudios de extremo frío de forma artificial para activar lo más pronto posible el estado de dormancia, pero si la temperatura es inferior a 5°C no se podrá desarrollar exitosamente los bulbos por lo que trae una mala calidad; algunas plantaciones realizadas en la estación de primavera dieron cambios bruscos a

temperaturas mayores de los 10°C y no recibieron el frío necesario para su activación de dormancia teniendo como resultado la formación de un solo diente de ajo que asimila a las de la cebolla. Sin embargo, una vez brotada la planta de ajo se clasifica por ser muy resistente al frío en su etapa adulta, que pueden llegar a resistir temperaturas muy bajas de -10°C y no afectan considerablemente al cultivo, ya que solo quema las hojas y se recupera cuando se normaliza las temperaturas correspondientes (Nicho y Condor, 2012).

### **2.3.3. Rendimiento y calidad agrícola del Ajo chino**

#### **a. Definición**

Leyva (2019) señala que el ajo chino es una de las variedades que demandan el comercio de producción a nivel internacional, se dice que es el tipo de variedad que puede alcanzar con un rendimiento superior a las variedades criollas, cuyas propiedades curativas son de buen beneficio para la salud y el consumo que demanda este cultivo de ajo es altamente potencial.

Es por ello que el ajo chino se clasifica como una variedad inferior del ajo napurí, es una subespecie que pertenece a la variedad de ajo cuello duro (Leyva, 2019), cuyas características importantes se presentan de la siguiente forma:

- La cabeza presenta un tamaño medio, de forma achatada.
- La Cantidad de dientes que conforma la cabeza de ajo es de 8 a 12 aproximadamente (varía de acuerdo a la zona).
- Sus catáfilas son de piel fina, es de color blanco que se acompaña con estrías pardas de color morado.
- Sus dientes son uniformes y paralelos de medialuna.



- Su sabor es picante y tiene una textura cremosa (es poco intenso).

### **b. Rendimiento**

El cultivo de ajo chino se relaciona a varios factores que indican a su respectivo rendimiento en dicha zona, de las cuales dependen a la cantidad de siembra, algunos estudios realizados por esta variedad mencionan que “se necesita 30,000 cabezas de ajo chino para una hectárea, en donde se producen 200,000 bulbos de rendimiento en el mismo terreno, es decir, siete veces la misma semilla sembrada” (Reyes, 2015).

Por otro lado, MINAGRI (2020) señala que la demanda de producción del cultivo de ajo chino en el Perú, a nivel nacional e internacional, llega a tener un buen rendimiento a diferencia de otras variedades, cuya producción alcanza a rendir las 16 toneladas por hectárea, esta variedad se le conoce como INIA-104, que presenta un rendimiento altamente calificado en este tipo de cultivos de las liliáceas. Sin embargo, algunos estudios que fueron investigados por Madariaga y Catalán (2020), afirman que la producción del cultivo de ajo chino, con un buen manejo técnico de los sistemas de riego tecnificados de alta frecuencia, llegan a producir un rendimiento alto de 18 a 20 ton/ha, que están sobre encima del ajo rosado y otras variedades de su entorno, que se realizó en el Instituto del Centro Regional de Investigación INIA Rayentué, Rengo – Chile.

### **c. Calidad**

Definimos a las condiciones de la calidad del bulbo que se presenta en distintas variedades de ajo, son altamente valoradas en la demanda comercial de mercados locales, nacionales e internacionales. Que de acuerdo a MINAGRI



(2020) señala que la calidad de ajo chino es inferior en sabor y olor que las variedades criollas, y que a su vez es más barato en el costo de semilla, debido a la merma que se produce a lo largo del tiempo cuando este se almacena. En tanto a Burba (2003), identifica los grados de la calidad de bulbo para cualquier tipo de variedad de ajo que se desea determinar en dicha producción, donde se especifica de la siguiente forma:

- No cumplen con las medidas adecuadas de los bulbos de ajo; ya que se clasifican por tercera (20 mm. a 40 mm.), segunda (40 mm. a 60 mm.), primera (60 mm. a 80 mm.) y el plus (80 mm. a más) que lo afirma Córdor (2021).
- Los bulbos son incompletos por falta de fertilizantes, nutrientes, o el mal manejo de las dosis de riego, que forman de esa manera los ajos machos.
- La característica física del ajo no presenta buenas condiciones.
- Cada bulbo deformado, corresponde a sus características genéticas.
- Presentan enfermedades que fueron afectadas por los patógenos y plagas.
- Las manchas que se encuentran en los bulbos de ajos.
- Las lesiones del bulbo que alteran sus condiciones presentables.
- Tendencia de rebrote del bulbo antes y después de cosecharlo.
- Los olores extraños que se produce en los bulbos cosechados.



Todo esto indica que no solo es la cantidad de producción que se obtiene a través del cultivo, sino también es importante tener en cuenta la calidad que se obtuvo a través de ellos, teniendo como resultado el grado de calidad para la presentación de mercados internacionales y nacionales que los señala Burba (2003).

#### **2.3.4. Uso adecuado para las actividades agrícolas del ajo**

##### **a. Preparación del terreno antes del sembrío de ajo**

Puesto que a Nicho y Córdor (2012) afirman que, para realizar los preparativos del suelo, se realiza inmediatamente el recogido de las anteriores cosechas de otros cultivos rotativos, tales casos se aplican en la costa a comienzo del año (enero-marzo) y en las regiones andinas a mediados del año (agosto-octubre) que lo definen del siguiente modo:

- Roturación: Es importante roturar el suelo a través del arado, porque ayuda en la aeración y descomposición de residuos orgánicos, de las cosechas anteriores e impide el brotamiento de malas yerbas que afectan en el desarrollo vegetativo, que además ayuda a la raíz que fácilmente pueda penetrar la textura del suelo.
- Mullido: Después de haber realizado el arado, se introduce rápidamente la rastra con el objetivo de triturar los terrones de mayor tamaño para facilitar la uniformidad del suelo.
- Nivelación: Es importante realizarlo una vez que se introdujo la rastra, cuyo propósito es nivelar minuciosamente la pendiente del terreno.



- Surcado: Para preparar las camas del cultivo de ajo, es necesario tener un surcador que pueda realizar los distanciamientos según a la densidad de siembra, para ajos precoces (5 meses) es de 0.50 m. y los tardíos (7 meses) de ancho es 0.60 m.

Por otro lado, definimos que las regiones andinas tienden a tener precipitaciones muy elevadas y bajas temperaturas que afectan considerablemente el rendimiento de la producción de los cultivos, que según Bardales (2013) define que los camellones o waru warus eran técnicas ancestrales con fines de producción agrícola, ubicadas a 3800 metros de altura, que consistían en la elevación del suelo por encima del nivel superficial, formando de esa manera plataformas rectangulares que almacenaban agua en toda la campaña agrícola, se utilizaban para la protección de las inmensas heladas como manto térmico (efecto invernadero), y además tenían otra función particular de frenar las inundaciones producidas por el fenómeno del clima, es decir el buen drenaje del suelo que resguardaban las plantaciones andinas. Sin embargo, optaron por esta técnica ancestral, formándolos a través de ellas bancales y camellones modernos con alturas de 0.15 m. a 1.25 m. y una anchura de 1.0 m. hasta 2.5 m. que cumplen la misma función a excepción de almacenar agua en todo el ciclo del cultivo, que ahora se realiza mediante la mecanización agrícola donde se hace muchas de estas réplicas que fueron utilizadas en las costumbres andinas (Lechtman y Soldi, 1985).

#### **b. Época y densidad de siembra según el método de riego**

Para Nicho y Cóndor (2012) La siembra adecuada para las regiones altiplánicas es a partir de los comienzos del mes de noviembre a fines de



diciembre, en donde las temperaturas varían de 2°C a 8°C por lo que brotan emergentemente del suelo, se demuestra de esa manera como un estímulo a la planta más no es recomendable en su etapa de desarrollo, ya que prefieren temperaturas templadas y posteriormente temperaturas semicálidas, se lo conoce también como fotoperíodos largos. Y que, a través de ello, la densidad de siembra del cultivo de ajo se aplica mediante el diseño de dos métodos de riego:

- Métodos tradicionales: Son de 0.50 m. entre surcos y 0.10 m. entre plantas (400000 plantas/has) de variedades precoces (5 meces); para las variedades tardías (7 meces) es de 0.60 m. entre surcos y 0.12 m. entre dichas plantas (277777 plantas/has).
- Métodos localizados: En caso del riego por goteo según su uniformidad de humedecimiento y el tipo de suelo, dependerá mucho el diseño de las hileras, cuyas distancias son de 10 cm. de espacio puestos en 2 a 4 por planta, los márgenes de la plantación del bulbillo son por cada orificio de 0.10 m. a 0.12 m.

### **c. Profundidad de plantación**

Burba (2003) alude la importancia de conocer la profundidad de plantación de acuerdo a las variedades del ajo, ya que, en su estado de dormancia, tiene que ver mucho con la temperatura del suelo para poder realizar satisfactoriamente su fotosíntesis; para variedades tardías, la profundidad de sembrío es de 8 cm. (grande), 6 cm. (mediano) y 4 cm. (chico), como también para variedades precoces tiene su propia profundidad de siembra es de 6 cm. (grande), 4 cm. (mediano) y 2 cm. (chico).



#### **d. Requisitos importantes en el manejo nutricional del ajo**

Una vez realizado las preparaciones del suelo y dicho sembrío están culminadas para su desarrollo vegetativo, es importante realizar los monitoreos en el cultivo de ajo para verificar sus condiciones del estado de la planta, en donde se debe de analizar las condiciones físicas del suelo en niveles de fertilización, los estándares de calidad de riego, el factor climatológico de la zona y las aplicaciones correspondientes de fertilizantes orgánicos o convencionales, que son el punto clave para tener una buena producción de alta calidad y homogeneidad (Burba, 2003).

#### **e. Control de malezas**

A lo señalado por Nicho y Córdor (2012) y Burba (2003), para realizar el control de las malezas es necesario contar con las siguientes técnicas:

- Se realiza mediante el control químico (herbicida), una vez que la mayoría de las plántulas de ajo, tenga las características aceptables en su desarrollo (2 a 4 hojas) de la preemergencia o pre-siembra, se aplica mediante una dosis recomendada de Pendimetalina (Prowl) 1.5 l/ha, Linurón (Afalón) 0.2 a 0.3 kg/ha y para la post-emergencia, se aplica la dosis por hectárea de Linurón 0.2 a 0.3 kg/ha, Oxyfluorfen (Goal) 0.08 a 0.1 l/has, Fluazifop-butil-ester (H-Uno-súper) 0.5 a 0.75 l/ha (Nicho y Condor, 2012).
- Se realiza de forma manual, esta técnica tradicional se aplica mediante la intervención del hombre a través del arranque de malezas no deseadas en los cultivos de ajos, permite la aeración en las zonas radicales y a su vez reduce la compactación del suelo, que se puede





realizar cuantas veces quiera en toda la época de plantación (Burba, 2003).

#### **f. Plagas y enfermedades que afecta directamente al desarrollo vegetativo**

Según Campelo et al. (2016), Córdor (2021), Pinzón (2009) y Burba (2003) afirman que existen diversos tipos de enfermedades y plagas que dañan de manera desfavorable a los cultivos de ajo, que afectan enormemente el rendimiento y su calidad. Por ende, se originan las pérdidas totales en los sembríos.

Algunas de estas enfermedades que mencionan Burba (2003) y Córdor (2021) afirman que las más comunes y mortales que podrían devastar el cultivo de ajo son los siguientes casos:

- Fusariosis o podredumbre seca: Nombre científico (*Fusarium oxysporum f.sp. cepae*), se desarrolla por exceso de humedad y muestra síntomas de hojas amarillentas y diente tonificados de color herrumbre, cuyo control son benomil, carboxin o procloraz (Burba, 2003).
- Podredumbre blanca: Nombre científico (*Sclerotium cepivorum*), es un hongo encrustado que está apegado juntamente con la semilla y puede llegar a vivir por más de 15 años bajo suelo, los síntomas son amarillento instantáneo y después de ello mueren; el color del bulbo es blanco por las colonias incrustadas bajo este y no hay cura para esa enfermedad, cuando los hongos ya fueron colonizados en el sembrío (Burba, 2003).



- Mancha purpura: Nombre científico (*Alternaria porri* y/o *Stemphyllium*), se produce cuando hay alta humedad en el medio ambiente y los síntomas presentan puntos blancos en hojas más viejas, hasta que llegan a tener un color marrón donde la lámina de la hoja se seca, para el control es necesario meter Zineb, Mancoceb y Cimoxanil (Córdor, 2021)
- Roya: Nombre científico (*Puccinia allii*), aparecen en plena bulbificación del ajo, cuyo síntoma es la aparición de puntos amarillos de las hojas maduras, que se desarrollan de manera global y cambian de color anaranjado en tiempo récord para matar lentamente a la planta, para un manejo adecuado es la rotación de cultivos en zonas contaminadas en donde se aplica el oxiclورو de cobre y cloratalonil, que pueden eliminar los hongos malignos superficiales (Córdor, 2021).
- Mildiu y Moho Foliar: Nombre científico (*Peronosphora destructor* y *Stemphyllium botryosum*), el primero se manifiesta como cenicilla de follaje que logra de esa manera secar las hojas, y el segundo llega amarillar las puntas para que después desarrolle masas pulverulentas, se recomienda aplicar Zineb, Mancoceb y Benalail (Córdor, 2021).

Por otro lado, Definimos que no solo hay presencia de hongos que destruyen directamente los sembríos de ajo, sino también las plagas y patógenos que son los enemigos silenciosos que alteran la producción y la calidad; a lo que definen Campelo et al. (2016) y Pinzón (2009) para tener



un buen control de las plagas venideras, es necesario nombrar algunas plagas comunes que alteran considerablemente el desarrollo vegetativo según su especie que consta de los siguientes:

- Nemátodos: Nombre científico (*Dytilenchus dipsaci*), suelen vivir en las mismas semillas o dientes de ajo, en donde se producen generalmente de plantaciones infestadas de cebolla, puerro y ajo de anteriores cosechas, destrozando los tejidos del ajo en la parte del disco o tallo verdadero, tomando así una deformidad de la cabeza de bulbo, los tratamientos previos no existen porque solo se puede combatir por cultivos rotativos y la semilla debe estar sana, ya que estos parásitos pueden llegar a vivir de 5 a 10 años (Pinzón, 2009).
- Ácaro del enrutamiento: Nombre científico (*Aceria tulipae*), son aquellos parásitos que se cobijan en los dientes de los ajos, que miden 0.25 mm. de longitud y de color blanquecino, su ciclo de vida es de 8 a 10 días, en donde pueden alterar biológicamente el desarrollo del ajo alimentándose desde los tejidos del diente hasta las mismas hojas, se puede llegar a visualizar las malas formaciones de hojas enruladas de color pálido, cuya temperatura adaptable para este parásito es 24°C y 27°C, la única solución es poner solamente osfuro de aluminio para cortar la rama infectada y luego fumigar (Campelo et al., 2016).
- Trips: Nombre científico (*Trips tabaci*), estos insectos maléficos pueden llegar a medir en etapa adulta 1 mm. de largo, ocasionando grandes pérdidas económicas, en donde cada 20 individuos supera por



planta, la única solución es echar una plaguicida adecuada para alejar a estos invasores donde el Fipronil, Spinosad y Halcon II pueden eliminar un gran número de ellos (Pinzón, 2009).

- Mosca blanca: Nombre científico (*Delia platura*), es una plaga de suma importancia para el ajo, la larva mide 5 mm. a 7 mm. de largo y es de color blanco, se reproducen de maneras descomunales que alteran el desarrollo de la planta hasta llegar a un punto de tener la muerte misma del cultivo, el tratamiento es Diazinon y Clorpirifos (Campelo et al., 2016).

#### **g. Cosecha y secado de bulbo**

Para Burba (2003) señala que después de haber realizado el escapo floral, las hojas empiezan amarillearse y se adelgazan como señal de que la cosecha está cerca, y una vez verificado lo mencionado se procede a realizar el arranque de las cabezas de bulbo, en donde se puede aplicar de forma mecánica o manual. Por lo tanto, Nicho y Córdor (2012) afirman que el ajo para variedades precoces se puede cosechar a los 150 días cultivares, y para las variedades tardías se cosechan a partir de 210 días cultivares cuando los bulbos están bien desarrollados.

El secado es un factor muy importante para la tonificación del bulbo, requiere temperaturas ideales de 25°C a 30°C y cuya humedad relativa tiene que estar en un ambiente equilibrado del 60% a 70%, caso contrario podría ver apariciones de hongos y plagas; donde el curado pasa a un almacén de 10 días a 20 días, equipado para las condiciones del ajo y se procede a cortar con tijeras de forma manual de 1 cm. a 3 cm. del tallo falso por encima del bulbo, para que



después se pueda llevar a la venta en mallas acondicionadas para este sembrío (Nicho y Córdor, 2012).

#### **2.4. EFECTO DEL RIEGO LOCALIZADO EN EL DESARROLLO AGRONÓMICO Y EL RENDIMIENTO DEL AJO**

A lo que define Chirinos (2017, citado por Pergolini et al., 2014) señala que es importante tener en cuenta la disponibilidad de cantidad de agua en el suelo, ante el consumo de las necesidades hídricas de las plantas, la biomasa en su estado de conversión y por ello el uso de la eficiencia de agua hacia el cultivo. En tanto, la exigencia del ajo es primordial en las dosis de riego y no se debe dejar de regar en ningún momento hasta llegar a la inflorescencia (Terán, 1997).

Berzoza y Chávez (2001) compararon el riego gravitacional con el riego por goteo para la variedad precoz del ajo chino, realizada en la ciudad de Llay – Ilay, que pertenece a la provincia de San Felipe – Chile. Es ahí donde el riego gravitacional se obtuvo un rendimiento de 11.2 ton/ha con un requerimiento total de 1020 mm. de agua, y el riego por goteo su rendimiento es de 16.5 ton/ha con un requerimiento total de 790 mm. de agua. Se puede observar que el sistema de riego por goteo tiene una alta eficiencia en el uso de agua a diferencia del sistema de riego gravitacional.

Mendoza, Ramírez, y Rincón (1989), determinaron los niveles de la gradiente de la humedad del suelo, con la variedad de ajo rosado peruano que fue recomendado por la estación ICA, que se realizó en el centro experimental de la Universidad nacional de Bogotá – Colombia. Se clasificaron en cinco niveles que corresponden a los tratamientos A, B, C, D y E que se realizó mediante el sistema de riego por microaspersión, cuyo rendimiento llegó a los 13.75, 14.00, 9.75, 7.75 y 3.00 ton/ha, de la cual se utilizó el tensiómetro como regulador de humedad del suelo que corresponde al 98%, 100%, 70%,



55% y 21%, cuyas láminas de riego alcanzaron los 871, 902, 581, 175 y 00 mm. de agua en todo el periodo vegetativo. La significancia de la calidad y el rendimiento de bulbo presenta variaciones no homogéneas en cada tratamiento.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

##### 3.1.1. Ubicación del terreno experimental

La presente investigación se desarrolló en la comunidad de Challapujo del distrito de Ilave, provincia de El Collao, departamento de Puno. Que geográficamente se ubica en la latitud de  $16^{\circ}0'13.16''$  Sur y longitud de  $69^{\circ}36'26.99''$  Oeste, con una altitud de 3823 m.s.n.m. En la figura 7 se muestra la ubicación del terreno experimental.



**Figura 7**  
*Ubicación del terreno experimental*

Nota. Levantamiento del plano satelital en el área de estudio de la Comunidad Challapujo, Ilave - Puno. Tomada de “Google Earth Pro” [Imagen], 2022.

##### 3.1.2. Caracterización climática

El terreno experimental se encuentra dentro de la formación ecológica de los bosques nativos subtropical, con una precipitación media anual de 700.4 mm.



año<sup>-1</sup>; con temperaturas máximas que llegan a alcanzar entre 13.5°C a 16.5°C, con temperaturas medias que oscilan de 5.0°C a 9.9°C y temperaturas mínimas comprendidas entre -3.5°C a 4.5°C. Asimismo, la humedad relativa se encuentra entre 55.4% a 72.8% en promedio, la velocidad media del viento corresponde de 2.7 m/s a 3.6 m/s (SENAHMI, 2020).

### 3.1.3. Suelos

Para la caracterización de los suelos se recolectaron dos muestras del terreno experimental, una para cada método de riego; para lo cual se hicieron calicatas de 0.20 m. de ancho y 0.30 m. de profundidad. En la figura 8 se señala la ubicación de cada uno de los puntos de muestreo.



**Figura 8**

*Ubicación de las dos muestras de suelo M-1 y M-2*

Nota. Ubicación de las dos muestras de suelo “M-1” y “M-2” en el terreno experimental, para el diseño agronómico. Tomada de “Google Earth Pro” [Imagen], 2022.



Los resultados del análisis de suelos del área experimental, se realizaron en el laboratorio de recurso agua y suelo en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-PUNO) y de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano (FCA-UNA PUNO), tal como se presenta en el Anexo 2 y se describe de la siguiente forma:

#### a. Análisis textural

El análisis de textura del suelo se muestra en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Caracterización de la textura del suelo permanente*

<b>Muestra Cod.</b>	<b>Arena (%)</b>	<b>Arcilla (%)</b>	<b>Limo (%)</b>	<b>Tipo de Textura</b>	<b>Profundidad (m.)</b>
M-1	31.44	19.28	49.28	Franco	0.30
M-2	31.44	17.28	51.28	Franco Limoso	0.30

Fuente: Laboratorio de recurso, agua y suelo de INIA – PUNO

Según la tabla 11, la muestra M-1 y M-2 comparten similitudes que corresponden a una relación que se asemeja al porcentaje de la característica del suelo; es decir que ambas muestras tienen una gran cantidad de porcentaje en limo y arena, en tanto a la arcilla solo llega a un porcentaje reducido; por esta razón la textura del tipo de suelo se encuentra en “franco a franco limoso”, que presenta una estructura moderadamente gruesa que fue extraída a una profundidad de 0.30 m., que de acuerdo a Terán (1997) señala que es un suelo de textura ideal y apropiada para el desarrollo vegetativo del cultivo de ajo chino.

#### b. Análisis Químico

En la tabla 12 y 13 se muestran los resultados del análisis químico de suelos, tomadas de las mismas calicatas que fueron realizadas antes de la preparación del terreno experimental.

**Tabla 12***Análisis químico de suelos – M-1 (Método: riego por goteo)*

COMPOSICIÓN	RESULTADOS	UNIDAD
PH	6.631	Unidades
Carbonato de calcio (CO <sub>3</sub> Ca)	0.00	%
Materia Orgánica (MO)	2.00	%
Nitrógeno (N)	0.074	%
Fosforo (P)	9.77	Ppm
Potasio (K)	199.4	Ppm
Aluminio (Al)	0.00	meq/100g
Calcio (Ca)	5.40	meq/100g
Magnesio (Mg)	1.20	meq/100g
Sodio (Na)	0.03	meq/100g
Potasio (K)	0.51	meq/100g
Suma de cationes	7.14	Unidades
C.I.C.	8.00	meq/100g
C.E.	0.111	mmhos/cm

Fuente: Laboratorio de recurso, agua y suelo de INIA – PUNO

Según la tabla 12 indica los parámetros conforme al estudio de suelos, que de acuerdo a INIA (2020) y Estrada *et al.* (2017) afirman que la muestra de suelo no es salino  $0.111 < 2.0$  mmhos/cm; tiene un nivel medio de materia orgánica  $2.0 < 4.0$  %; el nivel de nitrógeno es pobre  $0.074 < 0.1$  %, el nivel de potasio es medio  $150 < 199.4 < 250$  ppm y el nivel de fósforo corresponde también a medio  $5 < 9.77 < 10$  ppm; y la C.I.C. está a niveles intermedios aceptables para el parámetro del desarrollo agronómico del ajo chino  $6 < 8.0 < 12$ . Así como también Ibarra, J. *et al.* (2019) determinan que el aluminio no demuestra ninguna significancia ante el análisis químico del suelo, teniendo como resultado  $0.00$  meq/100g, es decir, que solamente se encuentra en rangos de 3.5 a 5.0 de pH con aluminio en el suelo, es por ello que el pH del suelo en el terreno experimental se encuentra a 6.631 unidades que está libre de aluminio y es tolerable al cultivo de ajo chino, por lo tanto, se requiere de una buena enmienda orgánica para el suelo.

**Tabla 13***Análisis químico de suelos – M-2 (Método: riego por microaspersión)*

COMPOSICIÓN	RESULTADOS	UNIDAD
PH	6.170	Unidades
Carbonato de calcio (CO <sub>3</sub> Ca)	0.00	%
Materia Orgánica (MO)	1.98	%
Nitrógeno (N)	0.073	%
Fosforo (P)	9.63	Ppm
Potasio (K)	183.8	Ppm
Aluminio (Al)	0.00	meq/100g
Calcio (Ca)	5.00	meq/100g
Magnesio (Mg)	3.00	meq/100g
Sodio (Na)	0.03	meq/100g
Potasio (K)	0.47	meq/100g
Suma de cationes	8.50	Unidades
C.I.C.	9.02	meq/100g
C.E.	0.006	mmhos/cm

Fuente: Laboratorio de recurso, agua y suelo de INIA – PUNO

Según la tabla 13 indica los parámetros conforme al estudio de suelos, que de acuerdo a INIA (2020) y Estrada *et al.* (2017) afirman que la muestra de suelo no es salino  $0.006 < 2.0$  mmhos/cm; es pobre el nivel de materia orgánica  $1.98 < 2.0$  %; el nivel de nitrógeno es pobre  $0.073 < 0.1$  %, el nivel de potasio es medio  $150 < 183.8 < 250$  ppm y el nivel de fósforo también es medio  $5 < 9.63 < 10$  ppm; y la C.I.C. está a niveles intermedios aceptables para el parámetro del desarrollo agronómico del ajo chino  $6 < 9.02 < 12$ . Así como también Ibarra, J. *et al.* (2019) determinan que el aluminio no demuestra ninguna significancia ante el análisis químico del suelo, teniendo como resultado 0.00 meq/100g, es decir, que solamente se encuentra en rangos de 3.5 a 5.0 de pH con aluminio en el suelo, es por ello que el pH del suelo en el terreno experimental se encuentra a 6.170 unidades que está libre de aluminio y es tolerable al cultivo de ajo chino, por lo tanto, se requiere de una buena enmienda orgánica para el suelo.

### c. Análisis de abono orgánico para uso agrícola

El nivel de fertilización de materia orgánica que se obtuvo a través del estiércol de ovino en estado de fermentación, se indica en la tabla 14.

**Tabla 14**

*Análisis del estiércol de ovino – fertilización de suelos*

<b>DETERMINACIONES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ESTIÉRCOL DE OVINO FERMENTADO</b>
Nitrógeno (N)	%	1.70
Fósforo (P)	%	2.28
Potasio (K)	%	0.79
Materia Orgánica (MO)	%	42.84
PH	Unidades	7.58
C.E.	mmhos/cm	4.11

Fuente: Laboratorio de recurso, agua y suelo de INIA – PUNO

Conforme a los resultados de la tabla 14 del análisis de fertilización para enmiendas orgánicas en suelos de bajos nutrientes de fertilidad, cumplen con la muestra analizada de estiércol de ovino fermentado; que según Tortosa (2019, citado por Pettygrove y Col., 2010) afirma que el nivel de nitrógeno está en un estándar aceptable medio  $1.2 < 1.70 < 2.1$  %, el fósforo está en un nivel máximo aprovechable  $1.99 < 2.28$  %, y el potasio está dentro de los márgenes del nivel medio admisible  $0.57 < 0.79 < 4.37$  %; el pH del estiércol de ovino presenta a una buena calidad  $6.6 < 7.58 < 7.8$ ; la conductividad eléctrica contiene un grado de salinidad media alta  $1.7 < 4.11 < 36$  mmhos/cm y la materia orgánica es rica por su composición de fermentación. En tanto, cumple los requisitos de enmiendas orgánicas para la fertilización del terreno experimental en su capacidad máxima.

### d. Parámetros agrohidrológicos

Se obtuvieron a partir de las muestras M-1 (Método: Riego por goteo) y M-2 (Método: Riego por microaspersión), que se muestra en la tabla 15.

**Tabla 15**  
*Parámetros agrohidrológicos del suelo*

<b>Muestra Cod.</b>	<b>Da gr/cc</b>	<b>CC %</b>	<b>PMP %</b>	<b>Humedad %</b>	<b>Porosidad %</b>	<b>Infiltración cm/h</b>
M-1	1.28	20.31	10.33	8.79	54.00	1.8
M-2	1.31	19.99	10.16	22.44	52.00	1.5

Fuente: Laboratorio de recurso, agua y suelo de INIA – PUNO y FCA-UNA PUNO

La tabla 15, indica los datos más importantes para el registro diario de la oferta y demanda hídrica del cultivo de ajos chinos, ya que los parámetros del balance hídrico del suelo es la densidad aparente (Da), capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PMP), tienen similitudes en la muestra M-1 y M-2. En tanto, a Rodríguez (2014, citado por Orlarte, 2003) la humedad se encuentra entre 8.79 y 22.44 % en la retención de agua del suelo, la porosidad se ubica a 54 y 52 %, lo que representa un agregado grueso en ambos casos, y la infiltración se ubica de 18.00 y 15.00 mm/h, por estos valores, el suelo se encuentra en la textura (franco- franco limoso), la cual presenta una relación entre 12.25 y 38 mm/h.

#### **e. Fuente hídrica**

El suministro de agua proviene del acuífero superficial llamado "pozo de arena", cuyo significado en la lengua materna es "challapujo", que se encuentra a una profundidad de entre 3.0 y 4.0 metros el nivel freático, la arena se ubica a partir de los 2.5 metros de profundidad que existe presencia de agua, su principal afluente es el Momotutuca, que suministra la recarga hídrica a este acuífero durante las estaciones de primavera y verano, el abastecimiento del consumo agua proviene de los pozos artesanales, que alimenta a la comunidad de Challapujo. Los resultados del análisis químico del agua de riego se muestran en la tabla 16.

**Tabla 16***Análisis químico de la calidad del agua para fines de riego*

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS	UNIDAD
PH	7.456	Unidades
Conductividad Eléctrica	2.06	mS/cm
Sales totales	1.23	gr/l
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> , G.H.F)	28.55	gr/l
Alcalinidad Total (CaCO <sub>3</sub> )	3.08	gr/l
Relación de adsorción de sodio (R.A.S.)	0.09	meq/l
Carbonato de sodio residual (S.C.R.)	-2.62	meq/l
Oxígeno	3.00	mg/l
Calcio (Ca)	2.40	meq/l
Magnesio (Mg)	3.30	meq/l
Potasio (K)	0.56	meq/l
Sodio (Na)	0.16	meq/l
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	1.30	meq/l
Sulfatos (SO <sub>3</sub> )	2.04	meq/l
Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> )	0.00	meq/l
Bicarbonatos (NaHCO <sub>3</sub> )	3.08	meq/l
Nitratos (N de NO <sub>3</sub> )	0.30	meq/l

Fuente: Laboratorio de recurso, agua y suelo de INIA – PUNO

En la tabla 16 de acuerdo a los resultados del análisis químico del agua, muestran los indicadores que fueron realizados por Castellanos, Uvalle, y Aguilar (2000) indican que la conductividad eléctrica tiene una salinidad leve a moderada  $0.7 < 2.06 < 3.0$  mS/cm; las sales totales estan consideradas dentro de un margen moderado  $0.45 < 1.23 < 2.0$  gr/l; el Carbonato de sodio residual (S.C.R.) no muestra ninguna significancia ante la salinidad  $-2.62 < 1.25$  meq/l; la Relación de adsorción de sodio (R.A.S.) es mínima en el grado de toxicidad para las plantas  $0.09 < 3.0$  meq/l; el sodio es insignificante ante la toxicidad del agua  $0.16 < 0.5$  meq/l, el cloruro demuestra mínimas cantidades de toxicidad  $0.4 < 1.30 < 10$  meq/l, el bicarbonato tiene una incidencia de leve a moderada en toxicidad  $1.5 < 3.08 < 8.5$  meq/l. Sin embargo, Maya (2013) y Parra et al. (2003) afirman que el



grado de dureza del agua es moderadamente dura  $23 < 28.55 < 32$  gr/l. El pH se encuentra a 7.456 unidades que es tolerable para el cultivo de ajo chino. En tanto, cumple con los parámetros permisibles de la calidad de agua para fines de riego.

### **3.2. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS**

#### **3.2.1. Materiales de campo**

Los materiales de campo para el estudio de investigación son:

- Fichas de registro para el monitoreo climatológico, control de las dosificaciones de riego diario y el manejo de los parámetros agronómicos con su respectivo rendimiento.
- Cinta métrica y manguera de nivelación.
- Balanza electrónica y báscula romana.
- Plásticas para la muestra de suelo del terreno experimental.
- Envases para la muestra de agua del pozo artesanal.
- Letreros de Identificación para cada método de riego y vernier.

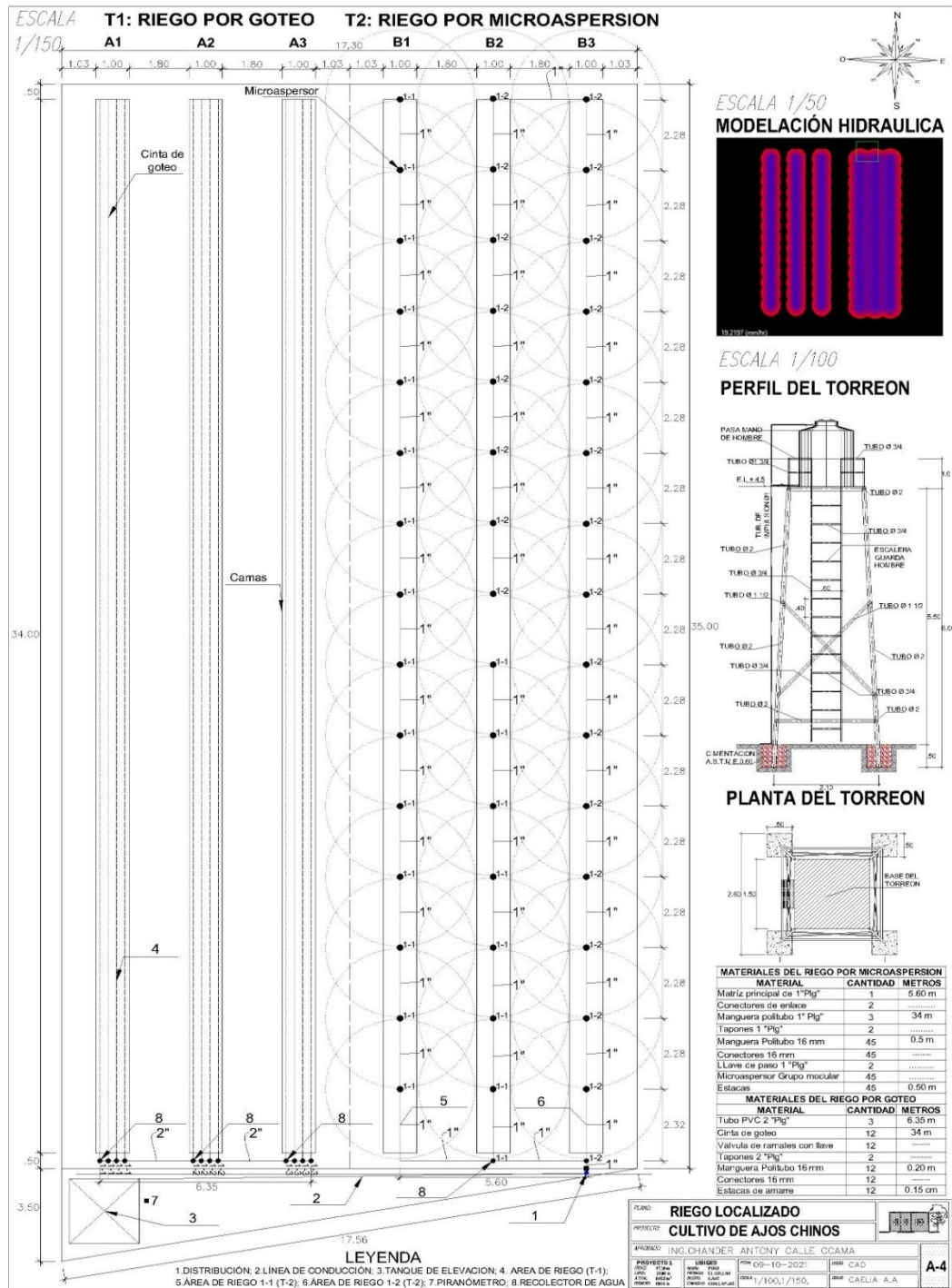
#### **3.2.2. Material genético**

El material genético pertenece a la variedad del ajo chino (*Allium sativum*), cuyas semillas se obtuvieron de los mismos dientes que conforman las cabezas de ajo, su reproducción es asexual. Proviene del distrito de Chiguata que pertenece a la región de Arequipa, ubicado en la cuenca del tambo a una altitud de 2902 m.s.n.m.

#### **3.2.3. Diseño del terreno experimental**

El área total del terreno experimental es de  $605.2 \text{ m}^2$ , de los cuales se asignaron de manera equitativa a  $302.75 \text{ m}^2$  para los métodos de riego por goteo

(T-1) y microaspersión (T-2), la zona es llana con pendientes mínimas e insignificantes, que lo indica detalladamente en la figura 9 del Anexo 3.



**Figura 9**  
*Esquema del sistema hidráulico de la parcela experimental*

Nota. Los componentes que integran el diseño hidráulico son: sistemas de riegos localizados, equipos T.D.R., piranómetro, pluviómetro y los recipientes del control de las dosis de riego diario, Tomada de "Riacand versión 2020" [Imagen], 2022.





#### **a. Sistema de riego por goteo (T-1)**

El sistema de riego por goteo se constituye por la alta eficiencia de riego que determina a dichos cultivos, las tuberías que conforma la red matricial, la formación de camas para el desarrollo agronómico y los recipientes que recolectan la cantidad de agua.

El riego por goteo es de tipo línea continua que tiene 16 mm. de diámetro con una distancia de 34 m. de largo, diseñado a 0.25 m. de ancho en cada hilera que se acondicionaron en las camas de cada bloque acompañadas de válvulas ramales, para cada cinta de goteo que son un total de 12 unidades, equipada con un torreón de 1100 litros de agua que tiene 5.5 m. de altura y una base de 0.5 m. de profundidad, que se distribuye mediante una matriz de tuberías de 1 ½ pulgadas de PVC agua fría SP PN-10 Norma Técnica Peruana 399.002 de 43.4 mm. de diámetro y 6 m. de longitud que se conecta mediante un accesorio de reducción para la tubería de PVC desagüe PS C-10 NTP 399.002 de 2 pulgadas de 50 mm. de diámetro y 6m. de longitud, que está constituido por una matriz principal que distribuye el caudal del agua de manera homogénea a cada bloque.

Se instalaron 03 camas para el desarrollo del cultivo de ajo chino, constituida de 1 m. de ancho por 34 m. de largo y una altura de 0.40 m. de base en el suelo en forma de camellones, enumeradas consecutivamente tal como se muestra en la figura 9; cuyos bloques se muestran en A1, A2 y A3 que fueron destinados para medir el desarrollo agronómico y su respectivo rendimiento, realizados a través del efecto de riego por goteo en el tratamiento T-1.



Los recipientes que recolectan el agua en cada bloque, son 03 jarrones de una capacidad volumétrica de 2.5 litros de agua colocados debajo del gotero en cada cama (camellón); su utilidad era de recolectar la cantidad de agua utilizada en las necesidades hídricas del cultivo.

#### **b. Sistema de riego por microaspersión (T-2)**

El sistema de riego por microaspersión se constituye por ser una de las derivaciones del sistema de riego por aspersión, y este pertenece al sistema de riegos localizados de alta frecuencia, que integra una red de tuberías principales y secundarias, en donde se tomaron 01 recolector de agua para el control de las dosis de riego en cada camellón.

El riego por microaspersión es de tipo “grupo modular”, que tiene un diámetro de 2.34 mm. en la boquilla que es de color negro y las estacas son de 0.5 m. de alto, con un traslape de humedecimiento de 2.28 m. de largo, en cada bloque que lo secciona en dos áreas específicas para el riego en “1-1 y 1-2” como se muestra en la figura 9; de la cual la distribución secundaria es de 02 mangueras de PE 80 NTP-ISO 4427-2 de 1 pulgada de 25 mm. de diámetro y 48 m. de longitud de cada uno, que conecta mediante una manguera polietileno de 16 mm. de diámetro y 1 m. de largo a cada microaspersor, que se instalaron un total de 45 unidades en la sub parcela.

De igual manera, se instalaron 03 camas para el desarrollo del cultivo de ajo chino, constituida de 1 m. de ancho por 34 m. de largo y una altura de 0.40 m. de base en el suelo en forma de camellones, los bloques se muestran en B1, B2 y B3 con el fin de medir los parámetros del desarrollo agronómico y su respectivo

rendimiento, realizados a través del efecto de riego por microaspersión en el tratamiento T-2.

El recipiente que recolecta la cantidad de agua en el microaspersor, es un balde de 16 litros de capacidad volumétrica colocado un microaspersor de la parte central del balde, cuya cantidad de agua se realizaba mediante repeticiones en cada zona de riego que demanda el consumo de agua del cultivo.

### 3.2.4. Diseño del sistema de riegos localizados

Tanto para los tratamientos T-1 y T-2 de la figura 9, se muestra el diseño hidráulico y agronómico de la parcela experimental, que distribuye de acuerdo a sus mediciones y especificaciones técnicas, que se presenta de forma resumida en el plano proyectado.

#### a. T-1: Riego por goteo

Los 03 bloques se enumeraron en A1, A2 y A3; el caudal máximo recomendado es de, 1224 l/m, con una presión de trabajo disponible de 0.276 bares, que se recomienda a un máximo de 4.5 bares y una bomba centrífuga cuyo caudal está diseñada a 150 l/m. Las especificaciones técnicas del diseño hidráulico se muestran la tabla 17.

**Tabla 17**

*Especificaciones técnicas del diseño hidráulico – tratamiento T-1*

Asignación de zona	A-1	A-2	A-3	Unidad
WTF (Riego)	100	100	100	%
Área regada	34	34	34	m <sup>2</sup>
Flujo original	5.0	5.0	5.0	l/h
Caudal de gotero	0.10	0.10	0.10	l/m
Flujo total	6.0	6.0	6.0	l/h

Fuente: RainCad 2020.

Se tomaron en cuenta el diseño agronómico para el tratamiento T-1, se demuestra que la cinta de goteo RODRIP de 16 mm. de cada gotero, representa la cantidad real de lámina aplicada para cada bloque que es de un total de 1980 goteros por cama, medidos en un jarrón de 2.5 litros de capacidad volumétrica, la presión nominal está en 5.5 m.c.a. y el espaciamiento es de 0.10 m., cumple con el diseño del traslapo de riego para hortalizas reglamentadas en producción. Los parámetros del diseño agronómico se detallan en la tabla 18.

**Tabla 18**

*Parámetros del diseño agronómico – tratamiento T-1*

<b>Parámetros de diseño</b>	<b>Dato</b>	<b>Unidad</b>
1 Cultivo proyectado	Ajo	
Profundidad máxima de raíces	0.25	m
Distanciamiento de plantas	0.10	m
Velocidad de infiltración	18.00	mm/h
3 Cinta de goteo (RODRYP)	16	mm
Distancia de la cinta de goteo	34	m
Presión de gotero	0.10	Bars
Espaciamiento de goteo	0.10	m
Espaciamiento de líneas	0.25	m
4 Número de posiciones de Riego:	3	Np/día
Total de cintas de goteo	12	Nº/día
Humedecimiento de alcance de riego	0.2	m
5 Eficiencia de riego (Er)	85	%
6 Caudal disponible	92.46	l/min
7 Intervalo de riego	2	días
Tiempo de riego	1	hora

Fuente: elaboración propia

#### **b. T-2: Riego por microaspersión**

Los 03 bloques se enumeraron en B1, B2 y B3; la cantidad de agua que fluye es de 150 l/min, la presión es de 2.43 bares que corresponden a las zonas "1-1" y "1-2". Las especificaciones técnicas del diseño hidráulico se muestran la tabla 19.

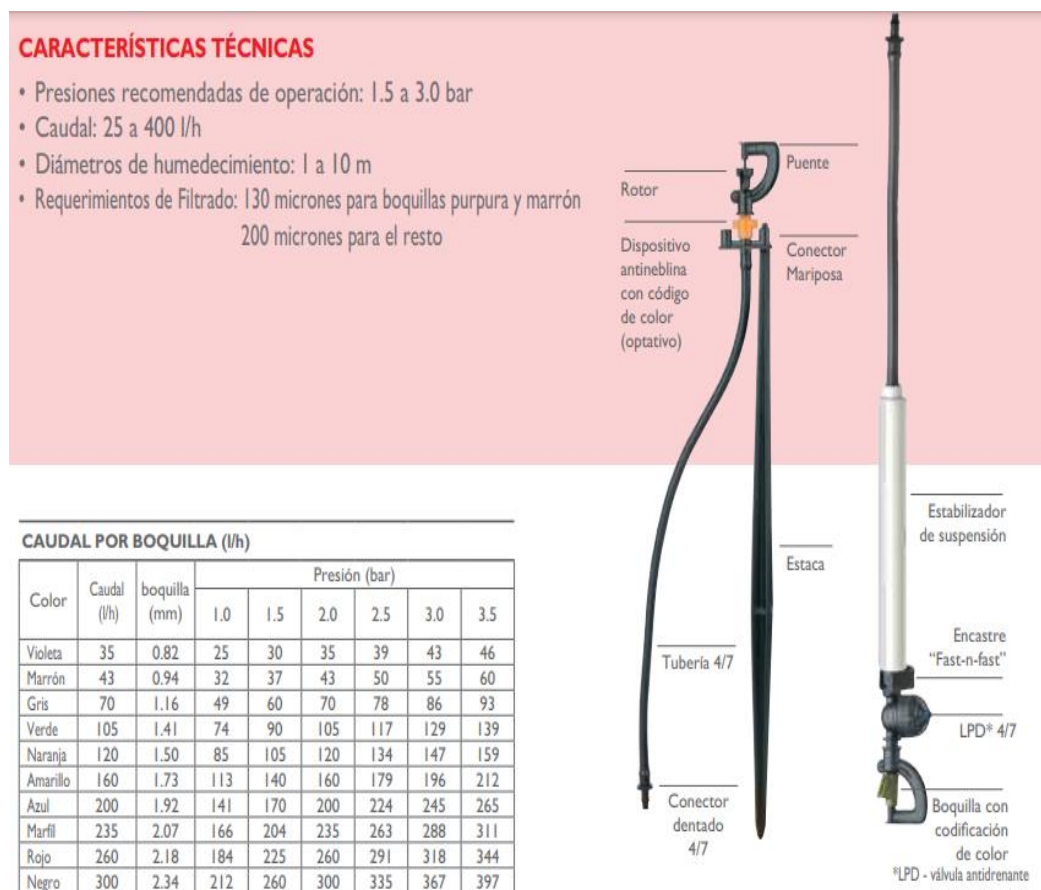
**Tabla 19**

Especificaciones técnicas del diseño hidráulico – tratamiento T-2

Asignación de zona	1-1	1-2	Unidad
WTF (Riego )	100	100	%
Área regada	202.82	209.24	m <sup>2</sup>
Grupo modular	22	23	unidades
Flujo original	88.00	92.00	l/min
Caudal del microaspersor	4.00	4.00	l/min
Precipitación artificial	30.1298	30.3117	mm/h

Fuente: RainCad 2020

Para llevar a cabo el estudio, se empleó el microaspersor de irrigación del Grupo Modular de alta frecuencia, en la figura 10 se indica sus características técnicas.



**Figura 10**

*Características técnicas del microaspersor Grupo Modular*

Nota: Diseñado exclusivamente para hortalizas y frutillas de alto ingreso económico con sus especificaciones técnicas, Tomada de “Naandanjain Irrigation Company”, 2018.

Una vez definido los dimensionamientos y el funcionamiento del microaspersor del grupo modular que lo indica en la figura 10; se realizó las repeticiones del caudal a través de un balde de 16 litros de capacidad volumétrica, que se aforó mediante el microaspersor para determinar la cantidad de agua de un determinado tiempo para cubrir las necesidades hídricas del cultivo.

El resultado esperado del caudal diseñado es de 4 l/min que equivale a 240 l/h para la zona 1-1 y 1-2, la presión es de 1.5 bares que se especifica en las características técnicas del microaspersor grupo modular, cuyo caudal proyectado llega hasta los 260 l/h. Por tanto, los parámetros agronómicos del tratamiento T-2 se especifican en la tabla 20.

**Tabla 20**  
Parámetros del diseño agronómico – tratamiento T-2

<b>Parámetros de diseño</b>	<b>Dato</b>	<b>Unidad</b>
1 Cultivo proyectado	Ajo	
Profundidad máxima de raíces	0.25	m
Distanciamiento de plantas	0.10	m
Velocidad de infiltración	15.00	mm/h
3 Microaspersor Grupo Modular	16.00	mm
Distancia del microaspersor	34	m
Diámetro de humedecimiento	2.25	m
Presión en el microaspersor	2.43	Bars
Espaciamiento del Microaspersor	2.28	m
4 Número de posiciones de Riego:	1 1/2	Np/día
Total de microaspersores	45	Nº/día
Humedecimiento de alcance de riego	412.06	m <sup>2</sup>
Superficie Total que Regara	102	m <sup>2</sup>
5 Eficiencia de riego (Er)	92	%
6 Caudal disponible	92.46	l/min
7 Intervalo de riego	2	días
Tiempo de riego	1	hora

Fuente: elaboración propia



### 3.2.5. Herramientas de trabajo

Las herramientas utilizadas en el estudio de investigación, se especifican del siguiente modo:

- Regla de nivelación, Balde, pico y pala.
- Barreno tubular (perforador de pozo).
- Máquina de soldar y electrodos de acero al carbón.
- Motobomba de 6.5 PH a base de combustible diésel.
- Escuadra magnética de soldadura.
- Barreta, alicate, sogas y Tijeras para el corte de ajos.
- Manómetro y sacabocado de 16 mm.

### 3.2.6. Equipos de medición

#### a. Equipos meteorológicos

Los equipos meteorológicos están calibrados y aprobados por la unidad de medida de los patrones nacionales del Instituto Nacional de Calidad (INACAL), que respaldan mediante el sistema de Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP). Los certificados de legalización se obtuvieron a través del laboratorio de ingeniería y metrología (AG4-LIMA), que se muestran en el Anexo 4.

- **Equipo 1:**

Se instaló un pluviómetro de tipo J. Prolab Acrílico de procedencia brasilera, a una distancia que aproxima a los 65 m. de longitud en el terreno experimental con fines de precaución ante el campo expuesto, en la tabla 21 se muestra sus mediciones técnicas.

**Tabla 21***Mediciones técnicas del pluviómetro J. Prolab Acrílico*

<b>Indicación (L/M<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen Contenido (ml)</b>	<b>División (mm)</b>	<b>Incertidumbre (mm)</b>
2.5	88.0	2.5	0.5
5	91.5	2.5	0.5
10	98.5	2.5	0.5
20	105.5	2.5	0.5
30	126.5	2.5	0.5
50	154.5	2.5	0.5
100	224.5	2.5	0.5
130	226.5	2.5	0.5

Fuente: Laboratorio de ingeniería y metrología AG4 – LIMA

Según la tabla 21, los resultados de calibración para el manejo de control de precipitaciones diarias, se resguardan de acuerdo a los modelos matemáticos que se reporta según a las guías de OIML G1-100-en (JCGM 101: 2008), que cumplen para temas de investigación según sus especificaciones recomendadas.

- **Equipo 2:**

El piranómetro de radiación de tipo YK-35UV de procedencia taiwanesa, se procede a dos rangos de medición UV de 290 nm. hasta 390 nm. cuyas mediciones se encuentran en  $\text{mw}/\text{cm}^2$ , de las cuales se monitorearon de manera manual en el terreno experimental del cultivo de referencia, cuyas especificaciones técnicas se muestran la tabla 22.

**Tabla 22**

Especificaciones técnicas del piranómetro YK-35UV

<b>Especificación</b>	<b>Rango de medición</b>	<b>Unidad</b>
Pass (Pasar)	0.054 – 1.999	$\text{mw}/\text{cm}^2$ (260 nm)
Pass (Pasar)	1.999 – 20.00	$\text{mw}/\text{cm}^2$ (390 nm)

Fuente: Laboratorio de ingeniería y metrología AG4 – LIMA





En la tabla 22 los rangos de medición muestran la irradiancia mínima de 0.054 mw/cm<sup>2</sup> hasta llegar un punto máximo de 20.00 mw/cm<sup>2</sup> en unidades de medición, que cumple con la norma internacional de los modelos matemáticos que se verifica mediante las guías de OIML G1-100-en (JCGM 101: 2008) para fines de investigación.

### **3.2.7. Equipos T.D.R. medidores de suelo**

Se utilizaron dos equipos T.D.R. de diferentes modelos que fueron calibrados y aprobados por Beijing Guoxinhuayuan Technology (BGT) y el Ente Certificazione Macchine (ECM), que están resguardadas por el Foro Internacional de Acreditación (IAF) y por la Junta Nacional de Acreditación de China para la Evaluación de la Conformidad (CNAS); los certificados de legalización se obtuvieron de la institución del sistema de gestión ambiental (CH-CHINA).

- **Equipo 1:**

El equipo de levantamiento de suelos 4 en 1 del modelo AMT-300 es de origen chino, este instrumento de suelo es fácil de utilizar y tiene una pantalla LCD con retro iluminación de color verde, puede medir el valor del pH, la luz solar con una sonda de 200 mm. de longitud del entorno ambiental, la intensidad de temperatura y sobre todo la descripción de la humedad de suelo; las especificaciones técnicas se describen en la tabla 23.

**Tabla 23**

Especificaciones técnicas del levantamiento de suelos 4 en 1

<b>Especificación</b>	<b>Descripción y Medidas del potenciómetro</b>
Nombre	4 en 1 instrumento de levantamiento de suelos
Tipo	ATM-300
Fuente de alimentación	Una batería de 9V
Apagado	Automático (se apagará después de 5 minutos)
Unidad principal	122mm × 63mm × 36mm
Sonda de prueba	φ5mm × 200mm (entorno ambiental)
Temperatura de referencia	+5°C ~ +40°C
Objetos de prueba	Valor de pH, luz solar, temperatura y humedad
Valor de pH (12 niveles)	3.5-9.0 (resolución de pantalla 0.5)
Luz solar (9 niveles)	LOW- (muy bajo), LOW (bajo), LOW+ (mucho), NOR (normal), NOR+ (ligeramente), HGH- (mucho), HGH (alto), HGH+ (muy alto)
Temperatura	-9°C ~ +50°C / 16°F ~ 122°F (resolución de pantalla 1°C/1°F)
Humedad	DRY+ (muy seco), DRY (seco), NOR (normal), WET (húmedo) y WET+ (muy húmedo)

Fuente: Institución del sistema de gestión ambiental CH – CHINA

En la tabla 23 indica las descripciones técnicas del potenciómetro de medidores de suelo T.D.R. que son las últimas novedades para fines de investigación agrario, es portátil y cuyo peso neto es de 70.5 gr. en donde la sonda magnética llega alcanzar a un rango de 20 cm. en toda la redonda de medición, cumple con los modelos matemáticos dirigidos por las salas de direcciones físicas de la asamblea R. P. CHINA-BEIJING.

• **Equipo 2:**

El instrumento XLUX del medidor de suelos 3 en 1 de tipo MSO3 es de origen chino, está diseñada para medir la luz solar, el valor del pH y sobre todo para el control de la humedad del suelo en porcentajes selectos de análogos descriptivos, es la misma tecnología que apunta a doble detección de aguja, que

mejora la velocidad y precisión para que las plantas estén dentro de sus capacidades del consumo de agua, sus especificaciones técnicas se describen en la tabla 24.

**Tabla 24**  
*Especificaciones técnicas del XLUX – MSO3*

<b>Especificación</b>	<b>Descripción y medidas del potenciómetro</b>
Color del instrumento	Verde
Material	ABS
Tamaño	6 x 28 x 5 cm (2.36 x 11 x 2")
Longitud de sonda	18 cm (7.1")
Diámetro de sonda cobre	4.8 mm
Diámetro de sonda Aluminio	5.1 mm
Distancia entre sondas	1.2 cm
Función	Medidor de pH + luz solar + higrómetro
Rango pH	3.5-8 pH (3.5-6.5 Acid, 7 Normal, 7-8 Alkali)
Rango de humedad	10-100 (1-3 Seco, 4-7 Normal, 8-10 Húmedo)
Luz relativa	0-2000 lux (0-200 bajo, 200-500 bajo+, 500-1000 normal, 1000-2000 Alto)

Fuente: Institución del sistema de gestión ambiental CH – CHINA

En la tabla 24 se muestra las especificaciones técnicas de acuerdo al potenciómetro de medidores de suelos T.D.R. para fines de investigación agrario, la sonda detecta a una precisión de alta calidad de lo que nunca dará las lecturas falsas, no incluye baterías debido a su alto electromagnetismo en el suelo ya que solo se coloca 10 segundos, para dar la lectura correspondiente; en tanto cumple con las mediciones de los modelos matemáticos dirigidos por las salas de direcciones físicas de la asamblea R. P. CHINA-BEIJING.



### **3.4. METODOLOGÍA**

#### **3.4.1. Enfoque de la investigación**

La presente investigación se llevó a cabo empleando la metodología cuantitativa, puesto que es la más adecuada para las características y necesidades del proyecto de investigación.

El enfoque cuantitativo se basa en la recolección y análisis de datos para responder preguntas de investigación y confirmar hipótesis previamente establecidas de acuerdo al análisis estadístico que varía en los objetivos del estudio, en otras palabras, se basa en la medición numérica, el conteo y con frecuencia se utiliza las estadísticas para establecer con exactitud la significancia de patrones en el comportamiento de una población (Hernández, Fernández & Baptista, 2014; Alfaro & Gonzales, 2008).

Del enfoque cuantitativo, se tomará los datos más relevantes del efecto de riego por goteo y microaspersión en el desarrollo agronómico y el rendimiento del ajo chino (*Allium sativum*), cuyo análisis estadístico determinará la significancia de ambos métodos de riego para afirmar las hipótesis del trabajo de investigación.

#### **3.4.2. Diseño de la investigación**

Se empleó un diseño experimental-puro, basado en el análisis estadístico para comprobar o refutar las hipótesis de los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, la precipitación fue estimada como una variable independiente (no se puede controlar) y no se la consideró parte de los objetivos del estudio de investigación. Como resultado, se trata de un estudio de tipo descriptivo, analítico, comparativo, prospectivo y longitudinal, cuyo propósito es conocer y generar nueva información sobre la variedad de ajo chino en condiciones de riego por



goteo (T-1) y microaspersión (T-2), que se llevaron a cabo en la comunidad de Challapujo del distrito de Ilave, provincia el Collao, departamento de Puno. Las variables dependientes e independientes se expresan de la siguiente manera:

- Variables dependientes: Controlados minuciosamente a sus necesidades del consumo de agua en todo el ciclo del cultivo.
  - T-1 (Riego por goteo): Frecuencia y lámina de riego en el desarrollo agronómico y rendimiento de ajo chino.
  - T-2 (Riego por microaspersión): Frecuencia y lámina de riego en el desarrollo agronómico y rendimiento de ajo chino.
- Variables Independientes: Manipuladas cuidadosamente mediante el pluviómetro J. Prolab Acrílico en todo el ciclo del cultivo.
  - Precipitación: Aporte hídrico en el desarrollo agronómico y rendimiento del ajo chino.

### **3.4.3. Conducción del experimento**

Para el estudio experimental, se utilizó una mezcla de tecnologías ancestrales que se realiza en la comunidad de Challapujo y otros lugares de la zona lago como son la formación de camellones, las enmiendas orgánicas a base de estiércol de ovino y vacuno antes de la preparación del terreno y el desyerbo de manera manual en los cultivos, y las tecnologías innovadoras de nivel avanzado son la mecanización agrícola en la preparación del terreno, Equipos que miden las condiciones físicas del suelo y la calidad de agua, equipos que miden el factor agroclimático de la zona para condicionar los resultados esperados del



rendimiento y calidad de ajo en cada tratamiento mencionado anteriormente. Las actividades que se procedieron en el terreno experimental, son las que se muestran de la manera siguiente.

#### **a. Precedente de la cosecha del terreno experimental**

En la campaña anterior se cultivó la avena forrajera de variedad INIA 904-Vilcanota, en donde descanso el tiempo necesario para proyectar el cultivo de ajos chinos de la siguiente campaña (2021-2022).

#### **b. Preparación del terreno**

Se realizó a quincenas del mes de octubre del 2021, una vez que fueron tomadas las muestras del análisis de suelos. Consistió en la mecanización agrícola para mullir bien el terreno experimental, que nos garantiza la facilidad del brotamiento de la semilla y el desarrollo radicular.

Los pasos para la preparación del terreno experimental, se indican de las siguientes labores:

- Se enmiendo por el bajo nivel de nitrógeno, fósforo y potasio que contiene el terreno experimental, donde se utilizó un total de 0.296 ton/ha de estiércol de ovino fermentado en toda el área experimental, que se colocó desde la quincena del mes de octubre para su descomposición.
- Se aplicó la roturación del terreno con el arado de disco del tractor Massey Ferguson 260 que duró 10 min/ha, se mezcló con el estiércol de ovino fermentado.



- Pasada de rastra con el tractor Massey Ferguson 260 que duró 15 min/ha, para la nivelación homogénea del terreno experimental.
- Se aplicó el mismo arado de disco del tractor Massey Ferguson 260 que duró 15 min/ha, para la formación de los camellones del T-1 y T-2.

#### **c. Selección y preparación de semilla**

El 01 de noviembre del 2021, se obtuvieron 100 kg de semilla de ajo en donde se desgranaron de forma manual las cabezas, y de esa manera seleccionamos los dientes más grandes del material genético de las cuales fueron un total de 44 kg que se clasificaron para el estudio del terreno experimental, se dejó reposar por 20 minutos en un cilindro de 50 litros de capacidad de agua con los implementos del Activol Giberelico (1/2 pastilla) y Biofer papa (200 ml.) para la activación de la dormancia.

#### **d. Siembra**

La siembra se realizó el 03 de noviembre del 2021, se colocó 4 hileras por cama en donde cada hilera se plantó de ambos lados los dientes de ajo con una densidad de 0.10 m., para las variedades precoces los dientes grandes se colocaron de una profundidad de 0.04 a 0.06 m. a lo que señala Burba (2003). En tanto, de acuerdo a lo mencionado por Nicho y Cóndor (2012), recomiendan que las densidades de plantación son un total de 400,000 plantas/ha para las variedades precoces.

#### **e. Fertilización**

Se aplicó el estiércol de ovino descompuesto como fertilizante orgánico de manera sólida para el desarrollo de las plántulas de ajos chinos, realizada el 25 de enero del 2022 (83 días después de siembra), fueron obtenidos a través del análisis

de suelos y el estiércol de ovino fermentado del INIA-PUNO, así como también de los equipos T.D.R. se obtuvieron en varios puntos del terreno experimental, el bajo nivel de pH de suelo que muestra en la medición es de 5.5 a 6.0 unidades. Esto, de acuerdo a la UAE (2020), se encala los suelos ácidos para aumentar el nivel recomendable de 0.5 unidades de pH, para suelos francos es de 200 gr/m<sup>2</sup> de cal agrícola, para suelos francos limosos es de 260 gr/m<sup>2</sup> de cal agrícola y la materia orgánica es de 0.489 gr/m<sup>2</sup> para ambos tipos de suelos, la aplicación de la encalada del suelo se muestra en la tabla 25.

**Tabla 25**

Aplicación de cal agrícola y materia orgánica en el T-1 y T-2

Muestra Cod.	Tipo de textura	Área de la cama (m <sup>2</sup> )	Cal agrícola (kg/m <sup>2</sup> )	Nivel de pH	MO % (kg/m <sup>2</sup> )
T-1	Franco	102	20.40	6.0 – 6.5	49.90
T-2	Franco Limoso	102	26.50	6.0 – 6.5	49.90

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25, se muestra que la superficie de cada bloque es de 34 m<sup>2</sup>, que suma un total de los tres bloques a 102 m<sup>2</sup>, la cantidad de cal agrícola que se aplica a cada cama de plántulas de ajo es de 6.8 kg/m<sup>2</sup>, que se aplicó un total de 20.40 kg/m<sup>2</sup> en el tratamiento T-1, donde también se aplicó 8.8 kg/m<sup>2</sup> de cal agrícola en cada cama de plántula de ajo, que suma un total de 26.50 kg/m<sup>2</sup> en el tratamiento T-2, el nivel de pH del suelo se alcalinizó a 0.5 unidades para ambos tratamientos y la cantidad de materia orgánica por cada metro cuadrado en los tratamientos T-1 y T-2 es de 0.489 gr/m<sup>2</sup> que equivale a 49.90 kg/m<sup>2</sup>, de esa manera los parámetros agronómicos se desarrollaron sin ningún problema.





#### **f. Riego**

Fueron realizados de acuerdo a la evapotranspiración potencial diaria para reponer las dosis correspondientes del consumo de agua para los tratamientos T-1 y T-2; en tanto, las aplicaciones de las láminas de riego se aplicaron a las 6:00 horas diarias para el método de riego por goteo y a las 7:00 horas diarias para el método de riego por microaspersión, de tal manera que intercede las precipitaciones pluviales que se midieron con el pluviómetro “J. Prolab Acrílico” para posponer las dosis de riego correspondientes.

#### **g. Labores culturales**

Las siguientes labores culturales se realizaron de acuerdo al desarrollo vegetativo del cultivo de ajo chinos para el T-1 y T-2, a lo que menciona Burba (2003) señala que el arranque manual es el mejor método de labor cultural, que ayuda fácilmente a la conservación de suelos agrícolas que se muestra de la siguiente forma:

- Primer desyerbo: Las malezas aparecieron a los 21 días después de la siembra; donde salieron primeramente las mostazas (*Sinapis alba*), los dientes de león (*Taraxacum officinale*) y amor seco (*Bidens pilosa*) que son plantas nativas de la zona llamada (chiriro); se realizó el primer control de malezas.
- Segundo desyerbo: Las malezas aparecieron a los 51 días después de la siembra; salieron con mayor fuerza las mostazas (*Sinapis alba*), los pastos silvestres (*Cynodon dactylon* L.) y amor seco (*Bidens pilosa*) perjudicando de gran manera el desarrollo de las plántulas de ajos, se realizó el segundo control de malezas.



- Tercer desyerbo: Las malezas aparecieron a los 77 días después de la siembra; la mayoría de las malezas fueron pastos silvestres (*Cynodon dactylon* L.), dientes de león (*Taraxacum officinale*) y uno que otra mostaza (*Sinapis alba*), se realizó el tercer control de malezas.
- Cuarto desyerbo: Las malezas aparecieron a los 111 días después de la siembra; aparecieron moderadamente en ambos tratamientos como son los pastos silvestres (*Cynodon dactylon* L.) y amor seco (*Bidens pilosa*), donde se dio en plena pre-bulbificación del cultivo de ajos chinos, se realizó el cuarto control de malezas.
- Quinto desyerbo: Las malezas aparecieron a los 134 días después de la siembra; aparecieron en mínimas cantidades las mostazas (*Sinapis alba*), dientes de león (*Taraxacum officinale*) y otras malezas insignificantes, listo para la salida del escapo floral en el proceso de la bulbificación, se realizó el quinto control de malezas.

Sin embargo, la presencia de hongos y plagas de la región altiplánica de Puno, no demostraron ninguna amenaza ante el cultivo de ajos chinos en todo su periodo vegetativo, así como el gorgojo de los Andes que no penetró a las catáfilas de las hojas que formaban el envuelto de los dientes de ajos, se demuestra de esa manera su anti repelencia por lo que no se aplicó ninguna plaguicida o fungicida dentro del margen designado.

#### **h. Cosecha**

La cosecha se realizó el 15 de mayo del 2022 (193 días después de la siembra), justo cuando el escapo floral haya cumplido el 90% de todo el cultivo



experimental, que de acuerdo a Burba (2003) menciona que el momento más preciso de dar el arranque de las cabezas de ajo, es cuando las hojas o el tallo falso estén amarillas y adelgazadas listo para la cosecha.

#### **i. Secado y curado**

Se transportó a un almacén adecuado para el secado y curado de los bulbos de ajos chinos, a lo que recomienda Nicho y Córdor (2012) señala que el secado y curado de bulo debe estar entre 10 a 20 días para proceder el corte del tallo falso, sin que este vuelva a brotar de la misma cabeza de ajo, con un ambiente del 60% al 70% de humedad relativa en condiciones óptimas, y de ahí se clasifica el tamaño de bulbo por categorías y su respectiva calidad que los designa Córdor (2021) y Burba (2003) para luego enmallar hasta su próxima venta. Si bien, se logró cosechar 150.0 kg para el T-1 y 151.30 kg para el T-2, se consideró un rendimiento aceptable de 14.70 ton/ha en el T-1 y 14.83 ton/ha en el T-2 (tabla 32), en donde la calidad de ajo presenta en buenas condiciones y características peculiares en el color, sabor y aroma; que hace notar su expectativa en cada tratamiento del estudio experimental.

### **3.5. PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGOS LOCALIZADOS DE ALTA FRECUENCIA**

#### **3.5.1. Cubicación de riego por el método volumétrico**

Se utilizó un balde de 25 litros de capacidad, donde se realizó 5 repeticiones para el aforo del caudal principal que distribuye directamente a los tratamientos T-1 (Riego: por goteo) y T-2 (Riego: por Microaspersión) mediante el método volumétrico; que de acuerdo a Ampuero (2019) afirma que este método sirve para determinar los caudales pequeños en la medición de manantiales,

arroyos, vertientes y pozos perforados, que solamente se puede medir mediante una tubería de entrada y salida en el aforamiento del caudal, que resulta la medición del tiempo del flujo de agua que se concentra hacia un determinado recipiente (Volumen recibido/Tiempo de llenado), donde se determina la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{v}{t}$$

Donde:

Q: Caudal del diseño (l/min)

v: Volumen de agua (litros)

t: tiempo (segundos)

Por lo tanto, el caudal principal que distribuye en el diseño hidráulico para el T-1 y T-2 es de 92.46 l/min, se muestra en la tabla 18 y 20 del diseño agronómico.

### **3.5.2. Programación de riegos**

Para realizar la programación de riegos del T-1 y T-2, se consideraron los valores diarios a partir de la evapotranspiración real del cultivo (ETC), la estimación se realizó con la información de datos diarios del 2021 – 2022 de la estación meteorológica de Ilave y del piranómetro YK-35UV de propiedad privada en el área de estudio, se ha tomado en cuenta los coeficientes del cultivo (kc) para el desarrollo vegetativo que se proyectó a 180 días calendarios, que en realidad fueron 191 días en todo el ciclo del cultivo.

La aplicación de las láminas de riego para el T-1, eran a partir de las 6:00 horas diarias y el T-2 desde las 7:00 horas diarias, realizadas de acuerdo a la

evapotranspiración diaria que restituye de esa manera las dosis de riego del día anterior ante el consumo de agua diaria que demanda el cultivo.

Para realizar una buena programación de riegos se tomaron en cuenta ciertos criterios básicos para cada tratamiento que se consideraron de la siguiente forma:

- Se proyectó a 180 días de la variedad de ajos chinos para el tratamiento T-1 y T-2 que lo asigna Córdor (2021).
- La siembra se realizó el 03/11/2021 y se cosechó el 15/05/2022 para los dos tratamientos.
- Monitoreo del balance hídrico en el T-1 y T-2.
- Evapotranspiración diaria del cultivo: Tiempo de riego diario (Anexo 5).
- Los valores de coeficiente del cultivo (kc) (tabla 26)

**Tabla 26**

Valores del coeficiente del cultivo (kc) para Ajo

Parámetro	Coeficiente del cultivo (kc)					
Mes	I	II	III	IV	V	VI
KC	0.4	0.62	0.75	1.03	0.95	0.88

Fuente: Rodríguez (2014, elaborado por Boris A. Pozo Villaroel)

- Disponibilidad de agua en la superficie del suelo (tabla 15 y 16).
- Precipitación: Se tomaron en cuenta para todos los tratamientos.
- Profundidad de raíz en el T-1 y T-2:
  - T-1: En el brote emergente es de 0.06 m. (radicular mínima) y en la etapa adulta es de 0.50 m. (radicular máxima).



- T-2: En el brote emergente es de 0.03 m. (radicular mínima) y en la etapa adulta es de 0.51 m. (radicular máxima).
- Nivel freático: Comportamiento de las aguas subterráneas que afecta en el desarrollo del cultivo.

En tanto el calendario de riego, las dosis de riego se aplicaron todos los días de acuerdo a la evapotranspiración real del cultivo (ETC) y según sus etapas fenológicas para los tratamientos T-1 y T-2, se muestra en el Anexo 6

### **3.6. EVALUACIÓN DEL EXPERIMENTO**

#### **3.6.1. Fase experimental**

Para la evaluación de la producción del cultivo de ajo chino bajo riego, se tomaron las variables del estudio de investigación conforme a los objetivos específicos que se muestran de la siguiente manera:

- Riego por goteo (mm.).
- Riego por microaspersión (mm.).
- Parámetros agronómicos (cm. y mm.).
- Rendimiento (Ton/ha).

#### **a. Riego por goteo**

Se determinó la aplicación de las dosis de riego en (mm.), consistió en la recolección diaria de la cantidad de agua que demanda el cultivo de ajos chinos, utilizando tres jarrones como recolectores de agua en los bloques A1, A2 y A3, la cantidad de agua que se recolectaba en cada bloque dependía a la determinación del tiempo de riego diario que se calculaba mediante la evapotranspiración real del cultivo (ETC) en tiempo real, el control de la aplicación de las dosis riego en el tratamiento T-1 muestra en el Anexo 7.



### **b. Riego por microaspersión**

De la misma manera se determinó la aplicación de las dosis de riego en (mm.), consistió en la recolección diaria de la cantidad de agua que demanda el cultivo de ajos chinos, se utilizó un balde de 16 litros de capacidad volumétrica como recolector de agua en los bloques B1, B2 y B3 divididas en dos zonas distintas para el riego “1-1 y 1-2”, de igual forma la cantidad de agua que se recolectaba en cada bloque, dependía a la determinación del tiempo de riego diario que se calculaba mediante la evapotranspiración real del cultivo (ETC) en tiempo real, el control de la aplicación de las dosis riego en el tratamiento T-2 muestra en el anexo 7.

### **c. Parámetros agronómicos**

Para la determinación de los parámetros agronómicos básicos, sus unidades de medidas corresponden de acuerdo al desarrollo agronómico que lo menciona Rodríguez (2014), en el ajuste de las unidades de medición como la altura de planta y longitud de hojas en centímetros (cm.), y para el diámetro de tallo falso y el bulbo de ajo es en milímetros (mm.), que se muestran de la siguiente forma:

- **Altura de planta:** Para la altura de planta se utilizó una cinta métrica cuyas mediciones están en centímetros (cm.), se midió desde el cuello de la planta hasta llegar el ápice de la hoja terminal.
- **Longitud de hojas:** Fueron medidos de la misma manera como la altura de la planta, la medición consistió en las hojas más largas y maduras que estaban en pleno desarrollo vegetativo.



- Cantidad de hojas: Se determinaron mediante el conteo de hojas que formaban el tallo falso.
- Diámetro de tallo falso: Se utilizó la herramienta vernier que mide en unidades de milímetros (mm.), se midió del cuello de la planta que formaban sus hojas en forma de tallo.
- Diámetro de bulbo: fueron medidos con la herramienta vernier en unidades de milímetros (mm.), se midió la cabeza del bulbo de ajo en proceso del desarrollo vegetativo.

Todas las evaluaciones de los parámetros del desarrollo agronómico, han sido registradas sus mediciones cada 7 días en el área de estudio, que fueron tomados los bloques seleccionadamente en cada tratamiento, de tal manera que prueba el nivel de significancia de ambos métodos de riegos localizados.

#### **d. Rendimiento**

Una vez que las plantas hayan formado bien los bulbos, se procede el arranque manual con un pico en donde se deja reposar todo el día para eliminar algunos patógenos no deseados en las cabezas de ajo; luego se transportó a un almacén con un ambiente adecuado para el curado y secado de los bulbos por 20 días, se procedió al corte del tallo falso y de las raíces con la tijera de cortar ajos, dejando dos dedos en la parte superior de la cabeza; y finalmente se determinó el rendimiento en ton/ha de los tratamientos T-1 y T-2 con una báscula romana.

En cuanto a la calidad del bulbo se analizaron varias muestras de las cabezas de ajo en cada uno de los bloques, que se debe de tener en cuenta la





clasificación del rendimiento por categorías, la pigmentación que presenta la variedad, el olor y sabor del diente de ajo en cada tratamiento para determinar sus cualidades ante la oferta y la demanda del mercado, se utilizó la herramienta vernier para la clasificación de la cabeza de bulbo.

### **3.6.2. Fase de gabinete**

Los resultados de las muestras de cada tratamiento de estudio, fueron recopiladas a través de las fichas de registro diario en el área experimental; en gabinete se realizó el ajuste estadístico de la aplicación del efecto de las dosis de agua para el Tratamiento T-1 (Riego por goteo) y el tratamiento T-2 (Riego por microaspersión), el desarrollo de los parámetros agronómicos y su respectivo rendimiento agronómico del ajo chino (*Allium sativum*), con estas variables se busca analizar el nivel de significancia que están establecidas en los objetivos específicos del trabajo de investigación. Para ello se determinó las condiciones del nivel de significancia al 0.05% que permiten a los tratamientos T-1 y T-2, a identificar las similitudes o igualdades que se presentan mediante las pruebas del análisis estadístico.

Dichos resultados nos permitirán hacer las comparaciones que corresponden al método de riego por goteo y microaspersión, por medio de los tratamientos que los mencionamos en el trabajo de investigación, de las cuales se muestran los siguientes pasos para determinar los objetivos específicos del trabajo de estudio:

- Ajuste diario de las láminas de riego real aplicadas.
- Los modelos de control para las necesidades hídricas del cultivo.



- El desarrollo de los parámetros agronómicos.
- La cantidad y la calidad que presenta del rendimiento de ajo.
- El análisis estadístico de las pruebas Tukey y T-Students.

**d. Ajuste diario de las láminas de riego real aplicadas.**

Para el ajuste de las láminas de riego real aplicadas de cada tratamiento se obtuvieron a través del método empírico penman-monteith (FAO), se utilizaron 3 jarrones como medidores para cada bloque en el T-1 y un balde de 16 litros de capacidad para los bloques acumulados del T-2; para ello, se determinó una fórmula inversa a lo que Sánchez y Mata (2006) utilizaron para el estudio de las láminas de riego proyectadas en el cultivo de sandía, en donde se presenta como láminas de riego real aplicadas en las que se muestra de la siguiente manera:

$$LR_A = \left( \frac{L_R}{A} \right) \times 1000$$

Donde:

$LR_A$ : Lámina de riego real aplicada (mm.)

$L_R$ : Litros del recipiente de cada repetición en el tiempo de riego ( $m^3$ )

$A$ : Área del terreno ( $m^2$ )

Es ahí donde se ajusta las láminas de riego reales y las que se proyectan mediante la evapotranspiración real del cultivo (ETC), se realiza mediante estos resultados para controlar la oferta y la demanda hídrica del cultivo en tiempo real para métodos indirectos que menciona Valverde (1998).



#### **e. Modelos de control para las necesidades hídricas del cultivo.**

Se tomaron en cuenta los modelos prácticos para estimar el consumo de agua de las plantas para el tratamiento T-1 y T-2 de manera complementaria, los intervalos de riego se dieron diariamente a base de la evapotranspiración real del cultivo (ETC) para restituir las dosis de riego anteriores, se determinó por el método del balance hídrico diario que fueron realizadas por MGAP (2015) y por el método del nivel freático para el control del comportamiento de flujo de las aguas subterráneas para suspender las dosis de riego diario cuando estos empiecen a tener un ascenso extraordinario en la superficie del suelo que lo señala Leiton (1985). Todo esto se puede aplicar de acuerdo a las diferentes escalas de tiempo: Mensual, semanal, diario o intercaladamente Chirinos (2017, citado por Pereira et al., 2007 ).

Las necesidades del consumo de agua para el cultivo de ajos chinos o cualquier variedad que esté dentro de la familia de las liliáceas, no se debe de aplicar un mal uso de las dosis de riego ante el brote emergente que debido a ello se muestra carencias en el desarrollo vegetativo, formando de esa manera ajos machos o anomalías que alteren su calidad, el porcentaje ideal del suelo para este cultivo es el 100 % de humedad ya que a partir del 70% sufre el déficit hídrico llegando así hasta el punto de marchites permanente (PMP).

#### **f. Parámetros del desarrollo agronómico básico**

También es necesario conocer el efecto de las dosis de riego ante el desarrollo de los parámetros agronómicos que se analizaron de forma básica que son: La altura de planta, diámetro del tallo falso, longitud de hojas, cantidad de hojas, desarrollo del bulbo y profundidad radicular.



### **g. Rendimiento y calidad del bulbo de ajo**

Se tasó el rendimiento promedio en cada tratamiento de los bloques asignados de cada una de ellas, consiste en la interpretación de las unidades de medida en Ton/ha, donde se muestra de la siguiente expresión:

$$R_{CT} = \frac{R_{TB} \times 10000}{A_B}$$

Donde:

$R_{CT}$ : Rendimiento del cultivo de cada tratamiento (ton/ha)

$R_{TB}$ : Rendimiento total de cada bloque (ton planta<sup>-1</sup>)

$A_B$ : Área del bloque (m<sup>2</sup>)

Con esto se demuestra los rendimientos de cada tratamiento para el estudio comparativo, en donde se proyecta las unidades de medida en grandes cantidades de producción del cultivo de ajos que fueron realizadas por Córdor (2021).

En tanto a la calidad, se muestra que no solo es la cantidad de producción que se obtiene a través del cultivo, si no también es importante tener en cuenta la calidad que se obtuvo a través de ellos, teniendo como resultado el grado de calidad para la presentación de mercados internacionales y nacionales que los señala Burba (2003).

### **h. Análisis estadístico de las pruebas Tukey y T-Students.**

Para realizar el análisis estadístico, se aplicó con el software INFOSTAT y IBM SPSS 22 para determinar las probabilidades del 95% con la prueba Tukey y T-Students.

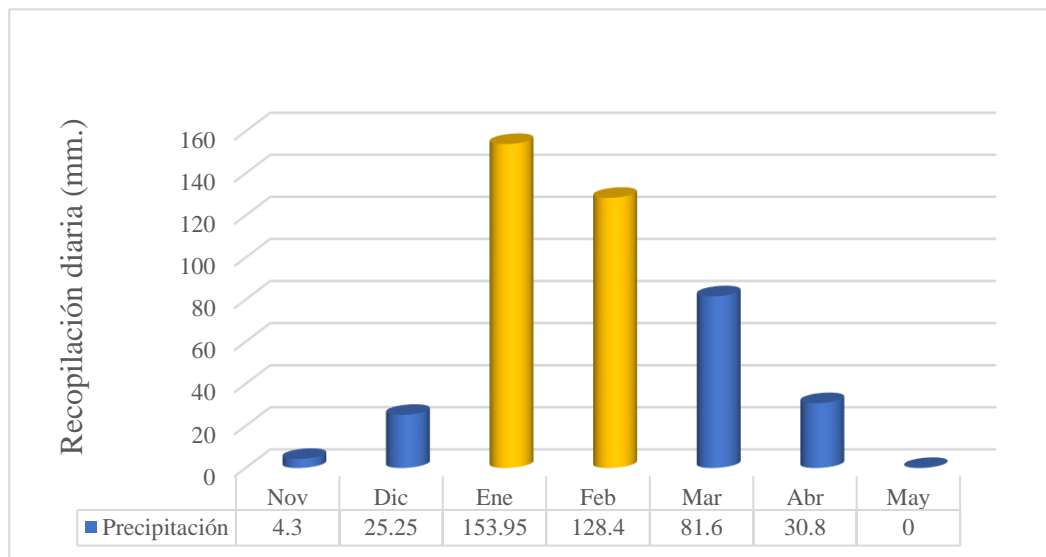
## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN DIARIA EN EL TERRENO EXPERIMENTAL

##### 4.1.1 Ajuste de la Precipitación diaria

Los datos diarios se recopilaron del pluviómetro de tipo J. Prolab Acrílico para suspender las dosis de riego diario, en la figura 11 se especifican las precipitaciones diarias dentro del área de estudio que se indica en el Anexo 8.



**Figura 11**

*Recopilación de las precipitaciones diarias en el terreno experimental*

En la figura 11, se realizó el registro de las precipitaciones diarias en el área de estudio, se puede verificar las intensidades de lluvia en diferentes meses de la campaña agrícola 2021 – 2022, donde llegaron acumular un total de 424.30 mm.; en los meses de noviembre y diciembre las precipitaciones diarias llegaron entre 4.3 mm. a 25.25 mm. como alerta verde, en el mes de enero y febrero las precipitaciones máximas llegaron alcanzar entre los 153.95 y 128.4 mm. como alerta amarilla, y en los meses de marzo y abril alcanzaron a precipitaciones moderadas de 81.6 y 30.8 mm. como alerta verde, es ahí donde el nivel freático



de los tratamientos T-1 y T-2 se registraron un ascenso regular a la superficie del terreno experimental, que posteriormente en el mes mayo el nivel freático descendió a su normalidad por las bajas precipitaciones (Senamhi, 2022).

#### **4.1.2. Ajuste de la Programación de riego**

La aplicación de las dosis de riego durante el proceso del experimento se menciona en los Anexos 9 y 10, en donde cada tratamiento tiene información relevante sobre el control de las dosis de riego diario, y las precipitaciones distribuidas en todo el ciclo del cultivo. Los estudios que fueron realizados por Rodríguez (2014), en el caserío de Chupicaloma – Baños del Inca, Cajamarca, se utilizaron 03 tensiómetros para controlar la humedad del suelo en los tratamientos T1, T2 y T3 y un pluviómetro para registrar las precipitaciones diarias, que fueron acumuladas a 368.85 mm. en todo el periodo del cultivo, y el total de láminas aplicadas es de 209.10 mm., 192.70 mm. y 326.47 mm. de cada tratamiento en la variedad criolla pata de perro cerrado.

Para la programación de riegos se construyeron dos tablas (27 y 28) de forma resumida, que corresponden a los datos registrados de los tratamientos T-1 (Riego por goteo) y T-2 (Riego por microaspersión), que procede de la conducción del experimento. En la columna 01 se muestra la fecha de riego por semana (FECHA), en la columna 02 se encuentra la lectura de humedad del suelo de los equipos del Reflectómetro en el Dominio del Tiempo medidos antes y después del riego en porcentaje (T.D.R.), en la columna 03 está la frecuencia de riego aplicado en días (FR), en la columna 04 se muestra el tiempo de riego en horas (TR), en la columna 05 se encuentra la aplicación de láminas de riego proyectadas mediante la evapotranspiración real del cultivo y la eficiencia de riego en cada tratamiento

de medidas en milímetros (LRP), en la columna 06 se encuentra la aplicación de láminas de riego reales que fueron tomadas de los recolectores de agua, en cada tratamiento en milímetros (LRR), y en la columna 07 se encuentra la precipitación acumulada que se registró en milímetros hasta el día de la cosecha (PA).

**Tabla 27**  
*Programación de riego en el tratamiento T-1*

FECHA	T.D.R. (%)	FR (días)	TR (h)	LRP (mm)	LRR (mm)	PA (mm)
04/11/2021 – 10/11/2021	80 – 100	7	2.56	30.14	30.22	0.00
11/11/2021 – 17/11/2021	90 – 100	7	1.28	15.05	15.11	0.00
18/11/2021 – 24/11/2021	90 – 100	6	1.05	12.38	12.36	3.50
25/11/2021 – 01/12/2021	90 – 100	7	0.89	10.53	10.99	0.80
02/12/2021 – 08/12/2021	90 – 100	5	0.89	10.53	10.59	8.00
09/12/2021 – 15/12/2021	90 – 100	5	0.91	10.68	10.59	11.30
16/12/2021 – 22/12/2021	90 – 100	7	0.82	9.60	9.61	1.50
23/12/2021 – 29/12/2021	90 – 100	6	1.01	11.94	11.97	4.50
30/12/2021 – 05/01/2022	80 – 100	4	0.69	14.86	14.72	0.00
06/01/2022 – 12/01/2022	90 – 100	2	0.35	5.03	4.91	45.60
13/01/2022 – 19/01/2022	90 – 100	5	0.93	11.14	11.18	20.50
20/01/2022 – 26/01/2022	90 – 100	0	0.00	0.00	0.00	50.60
27/01/2022 – 02/02/2022	90 – 100	2	0.38	5.09	5.1	59.80
03/02/2022 – 09/02/2022	90 – 100	1	0.32	3.76	3.73	19.60
10/02/2022 – 16/02/2022	90 – 100	3	1.17	13.79	13.73	46.80
17/02/2022 – 23/02/2022	90 – 100	1	0.37	4.38	4.32	28.00
24/02/2022 – 02/03/2022	90 – 100	4	1.34	15.77	15.3	15.50
03/03/2022 – 09/03/2022	90 – 100	2	0.64	7.50	7.46	22.80
10/03/2022 – 16/03/2022	90 – 100	5	1.29	15.20	15.3	12.90
17/03/2022 – 25/03/2022	90 – 100	5	1.43	16.86	16.68	10.30
26/03/2022 – 15/05/2022	–	–	–	–	–	62.40
<b>TOTAL</b>	<b>80 – 100</b>	<b>84</b>	<b>18.32</b>	<b>224.23</b>	<b>223.87</b>	<b>424.30</b>

La tabla 27 suspende el riego a los 142 DDS (Días después de la siembra) por el desarrollo del escape floral (25/03/2022), ya que se debe por el rebrote de la cabeza del ajo que se concentra la alta humedad del suelo (Burba, 2003); la humedad del suelo es de 80% – 100%, se comprueba que no existe el estrés hídrico

en el día 59 DDS (Días después de la siembra) (30/12/2021 – 05/01/2022) que lo afirma Mendoza, Ramírez, y Rincón (1989) que son inferiores al 70 %, la frecuencia de riego es de 84 veces, el tiempo de riego es de 18.32 horas, se ajusta la dosis de riego proyectadas y las reales aplicadas en 224.23 mm. a 223.87 mm. en el ahorro hídrico, la precipitación acumulada llega a 424.30 mm.

**Tabla 28**  
Programación de riego en el tratamiento T-2

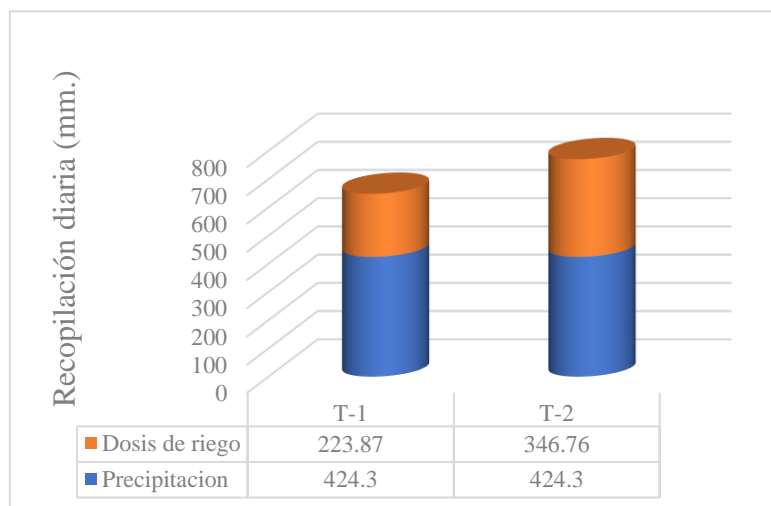
FECHA	T.D.R. (%)	FR (días)	TR (h)	LRP (mm)	LRR (mm)	PA (mm)
04/11/2021 – 10/11/2021	70 – 100	7	2.79	29.20	48.67	0.00
11/11/2021 – 17/11/2021	70 – 100	7	1.33	13.96	22.53	0.00
18/11/2021 – 24/11/2021	80 – 100	6	1.10	11.48	19.28	3.50
25/11/2021 – 01/12/2021	90 – 100	7	0.93	9.78	16.05	0.80
02/12/2021 – 08/12/2021	90 – 100	5	1.12	10.72	17.22	8.00
09/12/2021 – 15/12/2021	90 – 100	5	0.95	9.92	16.33	11.30
16/12/2021 – 22/12/2021	90 – 100	7	0.85	8.92	14.85	1.50
23/12/2021 – 29/12/2021	70 – 90	6	1.06	11.10	18.12	4.50
30/12/2021 – 05/01/2022	80 – 100	4	1.31	13.74	22.88	0.00
06/01/2022 – 12/01/2022	80 – 100	2	0.44	4.64	7.72	45.60
13/01/2022 – 19/01/2022	90 – 100	5	0.98	10.30	16.93	20.50
20/01/2022 – 26/01/2022	90 – 100	0	0.00	0.00	0.00	50.60
27/01/2022 – 02/02/2022	90 – 100	2	0.45	4.70	7.72	59.80
03/02/2022 – 09/02/2022	90 – 100	1	0.34	3.48	5.95	19.60
10/02/2022 – 16/02/2022	90 – 100	3	1.22	12.74	21.00	46.80
17/02/2022 – 23/02/2022	90 – 100	1	0.39	4.04	6.83	28.00
24/02/2022 – 02/03/2022	90 – 100	4	1.78	14.28	23.77	15.50
03/03/2022 – 09/03/2022	90 – 100	2	1.48	6.94	11.59	22.80
10/03/2022 – 16/03/2022	90 – 100	5	1.34	14.04	23.46	12.90
17/03/2022 – 25/03/2022	90 – 100	5	1.49	15.56	25.86	10.30
26/03/2022 – 15/05/2022	–	–	–	–	–	62.40
<b>TOTAL</b>	<b>70 - 100</b>	<b>84</b>	<b>21.35</b>	<b>209.54</b>	<b>346.76</b>	<b>424.30</b>

La tabla 28 suspende el riego a los 142 DDS (Días después de la siembra) por el desarrollo del escape floral (25/03/2022), ya que se debe por el rebrote de la cabeza del ajo que se concentra la alta humedad del suelo (Burba, 2003); la



humedad del suelo es de 70% – 100%, se comprueba que si existe el estrés hídrico en el día 59 DDS (Días después de la siembra) (30/12/2021 – 05/01/2022) que lo afirma Mendoza, Ramírez, y Rincón (1989) que son inferiores al 70 %, la frecuencia de riego es de 84 veces, el tiempo de riego es de 18.32 horas, se ajusta la dosis de riego proyectadas y las reales aplicadas en 209.54 mm. a 346.76 mm. en el ahorro hídrico, la precipitación acumulada llega a 424.30 mm.

Por otro lado, las tablas (27 y 28) se puede observar la comparación de la programación de riego (frecuencia de riego y dosis de agua), que fueron realizados por Rodríguez (2014) en su trabajo de investigación, de la cual se tiene la variable de precipitación que interviene al área del estudio y este varía a las condiciones del clima en el departamento de Puno, es decir que tanto la precipitación y la cantidad de las dosis de agua que fueron suministradas en cada tratamiento, influyen en el efecto del desarrollo agronómico y su rendimiento del ajo chino, en la figura 12 se muestra el suministro de agua.



**Figura 12**

*Suministro de agua en los tratamientos T-1 y T-2*

Nota. Acumulación de las dosis de riego y la precipitación diaria de todo el ciclo vegetativo de la variedad del ajo chino. Tomada de la “Universidad Nacional de Cajamarca” Rodríguez, 2014



En la figura 12, se puede observar la cantidad de agua que aporta las precipitaciones diarias y el efecto de las dosis de riego en todo el ciclo vegetativo, se muestra el suministro de agua en el tratamiento T-1: 647.67 mm. y en el tratamiento T-2: 771.06 mm., todo esto indica que la capacidad del requerimiento hídrico de la variedad del ajo chino, requiere las condiciones de riego en el desarrollo vegetativo a comparación del cultivo de quinua, que demanda menos cantidades de agua, cuyos estudios fueron realizados por Chirinos (2017) en la comunidad de Ccaje – Juli, Puno, que el requerimiento del consumo del agua para el Ecotipo local de Ccaje es de 350, 293 y 169 mm. para el T-1, T-2 y T-3; de las cuales la precipitación de la región altiplánica de Puno, abastece sin ningún problema el consumo de agua a dicho cultivo en todo el ciclo vegetativo.

#### **4.1.3. Modelos de control que estiman el consumo de agua por medio de las dosis de riego**

De manera complementaria se realizó el balance hídrico diario y se barrenó a un 1 m. de profundidad en cada tratamiento para controlar las dosis de riego, el nivel freático ascendió de manera significativa en los meses de enero, febrero y marzo por las precipitaciones que fueron originadas en el terreno experimental, y en los meses de abril y mayo descendieron considerablemente el nivel freático que lo detalla claramente en la figura 11.

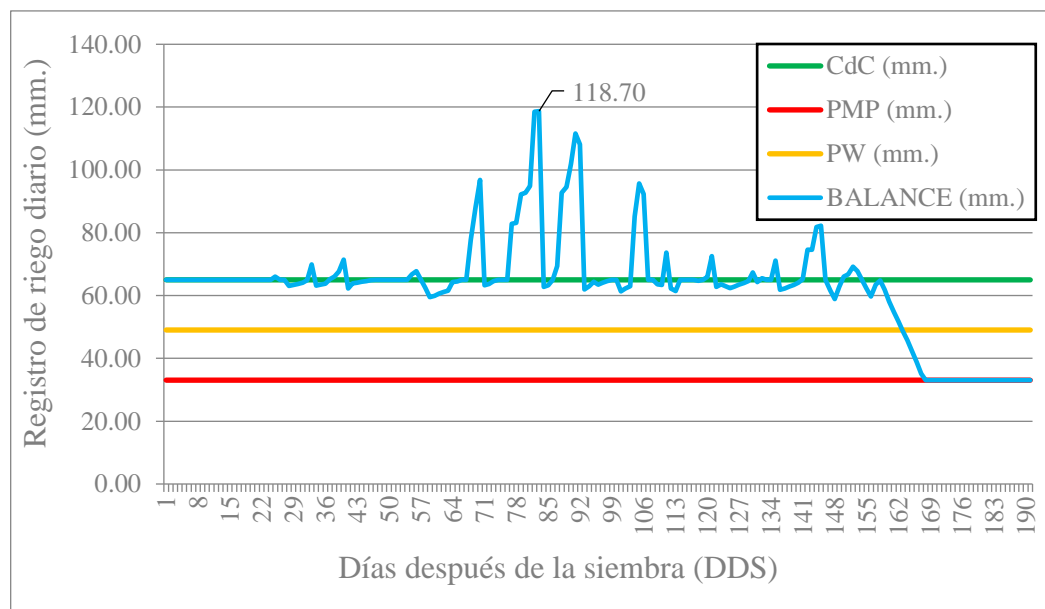
Para MGAP (2015) menciona que la aplicación de las dosis de riego, cuyos modelos de control se estiman a través del consumo de agua, que requieren las plantas en toda su etapa del desarrollo vegetativo. Para ello el modelo del balance hídrico diario se ajustó a través del análisis de caracterización hídrica del suelo que lo describe en la tabla 15; así como también Mendoza, Ramírez y Rincón

(1989) realizaron de forma complementaria una prueba preliminar en los resultados del estudio de la gradiente de la humedad de la variedad ajo rosado, de la cual se barrenó a una profundidad de 1.5 m. para ver si el nivel freático afectaba de manera significativa en el efecto de riego por microaspersión, su profundidad radicular máxima alcanzó los 0.30 m. y el ascenso del nivel freático llegó a los 0.70 m., es por ello que no dio ningún aporte de humedad al cultivo.

Las necesidades del consumo de agua se detallan a través de los modelos de control del registro diario mediante el tratamiento T-1 (Riego por goteo) y el tratamiento T-2 (Riego por microaspersión), que se muestra de la siguiente manera en los Anexos 11 y 12.

#### a. Tratamiento T-1: Riego por Goteo

Para el control de las necesidades del consumo de agua en el T-1, se especifica en la figura 13 del Anexo 11.



**Figura 13**

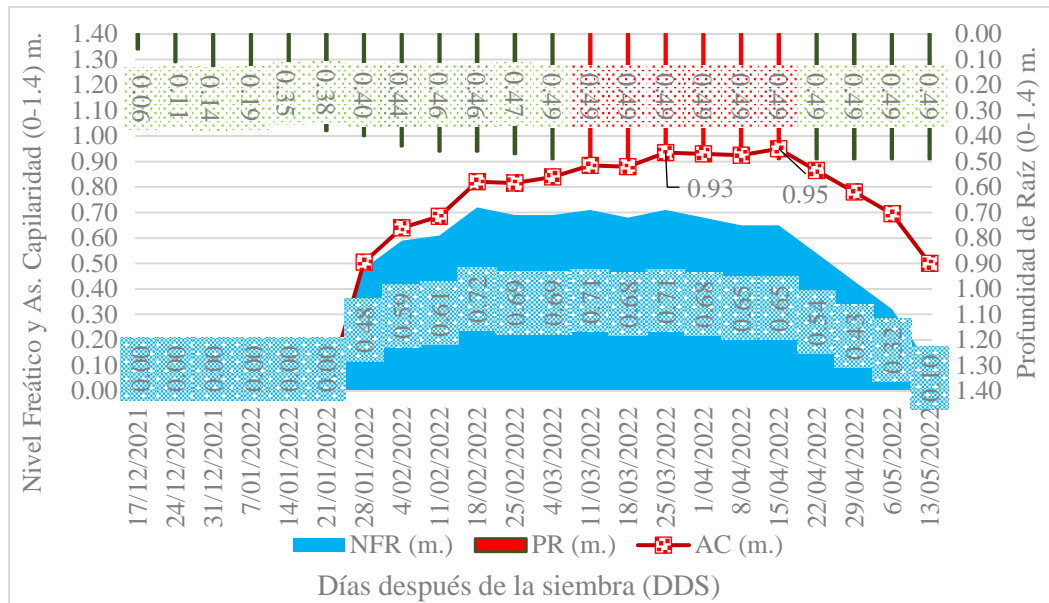
*Registro de balance hídrico diario en el T-1 (Riego por goteo)*



La figura 13 indica que la capacidad de campo se encuentra entre los 64.99 mm., el umbral de riego corresponde al 49.02 mm. y el punto de marchitez permanente tiende a tener los 33.06 mm.; todo esto se ajustó al valor de la profundidad de raíz de 250 mm. que fueron realizados en Bolivia por Teran (1997).

En el día 1 se aplicó los 15.90 mm. de lámina de riego para mantener la capacidad de campo al 90 % de la humedad del suelo, esto lo indica Quiroga (1995) que el cultivo de ajo requiere al inicio del desarrollo vegetativo abundante riego hasta la formación del bulbo y no debe de existir deficiencia de agua en todo el ciclo del cultivo, la humedad mínima del suelo es del 70% para el cultivo (Burba, 2013).

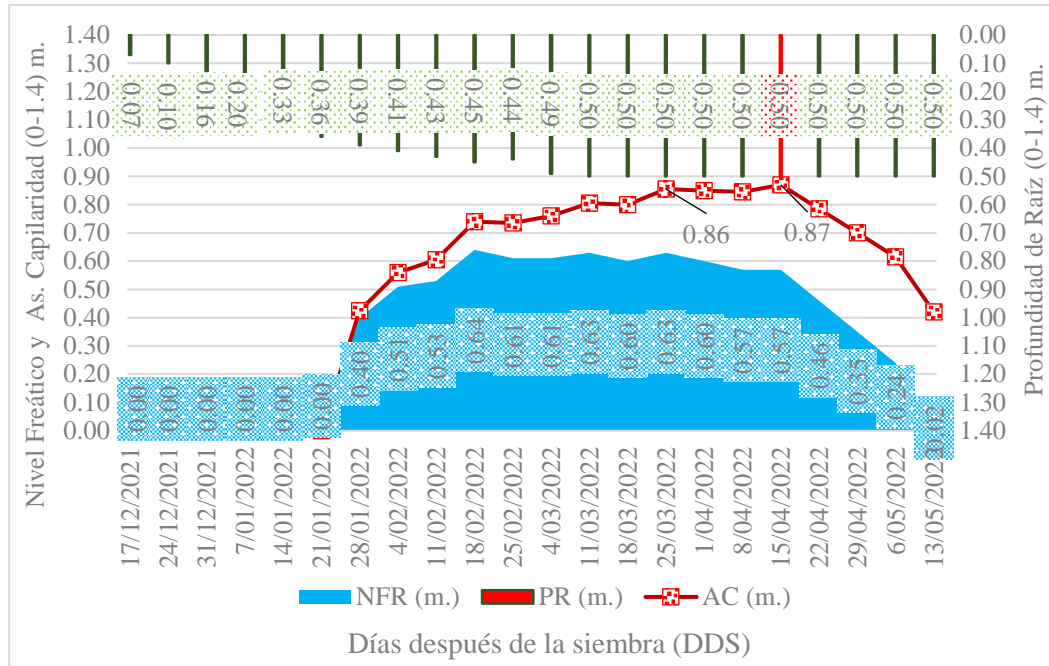
Las intensidades máximas que llegaron a precipitar en el terreno experimental se dieron a partir del día 77 hasta el día 158 después de la siembra, llegando acumular los 118.70 mm. en el día 83, esto resultó que el nivel freático llegara ascender de forma moderada sin que afecte a cada bloque del tratamiento T-1. También se realizó el control de las aguas subterráneas después del rompimiento de la dormancia en el cultivo experimental de la fecha 17/12/2021 – 13/05/2022, la cota inicial en el terreno experimental es de 3823 m.s.n.m. y la perforación del suelo es de 1 m. de profundidad de 4 pulgadas de PVC en el T-1, que se muestran en las figuras 14, 15 y 16 así como también se detalla en el Anexo 12.



**Figura 14**

Registro de la cama A1 (Profundidad de raíz, Nivel freático y As. Capilar), 3823.14 m.s.n.m.

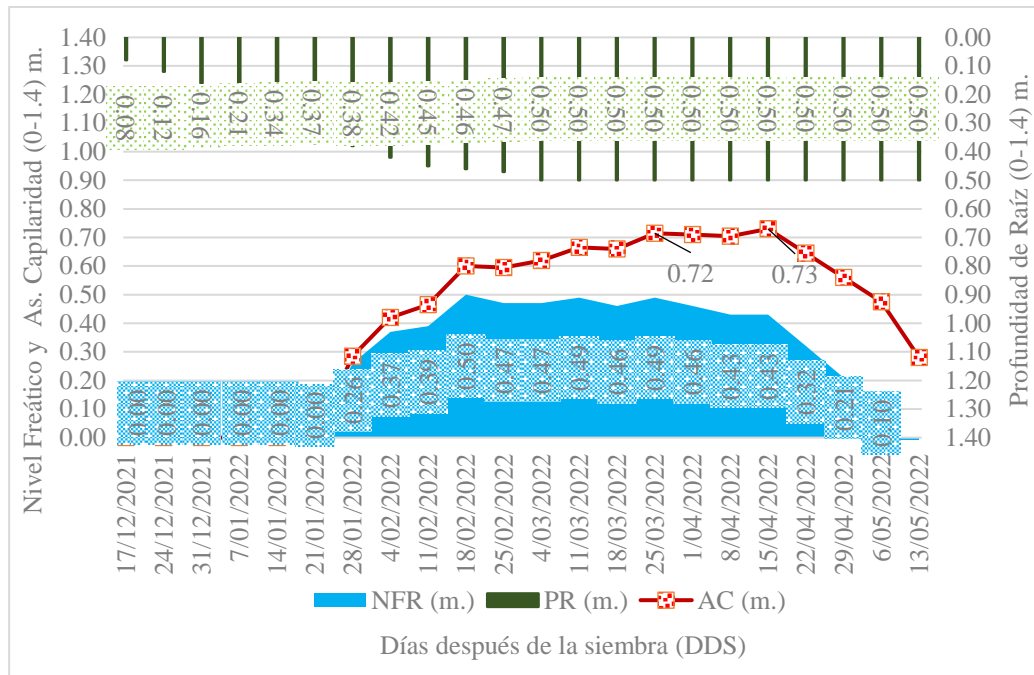
El bloque de la cama A1 de la figura 14, se muestra que el nivel freático llegó a los 0.72 m. de máximo alcance que se observa en la fecha 18/02/2022 (107 días después de la siembra), los colores rojos presentan a las raíces afectadas por el ascenso de la capilaridad que ascendieron a 0.93 a 0.95 m. de la superficie del suelo, a lo que afirma Carolina, Teamrat, Borja y Moret (2015) menciona que en los suelos francos el ascenso capilar es de 0.025 m. dependiendo a la posición del nivel freático, la formación de camellones es de 0.4 m. de base, los colores verdes presentan a las raíces fuera del alcance del ascenso capilar, que llegaron a enraizar entre los 0.06 – 0.49 m. de profundidad, que se tomó como una referencia de las otras plántulas restantes de la cama A1, y se ubica en la parte más baja del tratamiento T-1. El nivel freático descendió a partir de la fecha 15/04/2022 (165 días después de la siembra), que disminuyó considerablemente hasta llegar los 0.10 m. de la fecha del 13/05/2022 (191 días después de la siembra) que se ubica a los 3823.14 m.s.n.m., las dosis de riego se realizaron con normalidad.



**Figura 15**

*Registro de la cama A2 (Profundidad de raíz, Nivel freático y As. Capilar), 3823.22 m.s.n.m.*

El bloque de la cama A2 de la figura 15, se muestra el ascenso del nivel freático a 0.64 m. de máximo alcance, se ubica a los 3823.22 m.s.n.m. a comparación de la cama A1 que se encuentra a los 3823.14 m.s.n.m.; esto ayudó a prevenir que el ascenso capilar no llegara alterar drásticamente el desarrollo agronómico y se ubica los 0.86 y 0.87 m. de la superficie del terreno, sabiendo que la profundidad de raíz se ubica entre los 0.07 m. a 0.50 m. de profundidad máxima, las dosis de riego se aplicaron con normalidad debido al drenaje de los camellones modernos que lo indica Lechtman y Soldi (1985).



**Figura 16**

*Registro de la cama A3 (Profundidad de raíz, Nivel freático y As. Capilar), 3823.36 m.s.n.m.*

El bloque de la cama A3 de la figura 16, muestra el ascenso del nivel freático que alcanzó los 0.50 m. de máximo alcance y el ascenso de la capilaridad que llegó a los 0.72 a 0.73 m. del punto de inicio del nivel freático, todo esto se debe a la ubicación de la cota más alta del tratamiento T-1, que está a una altitud de 3823.32 m.s.n.m.

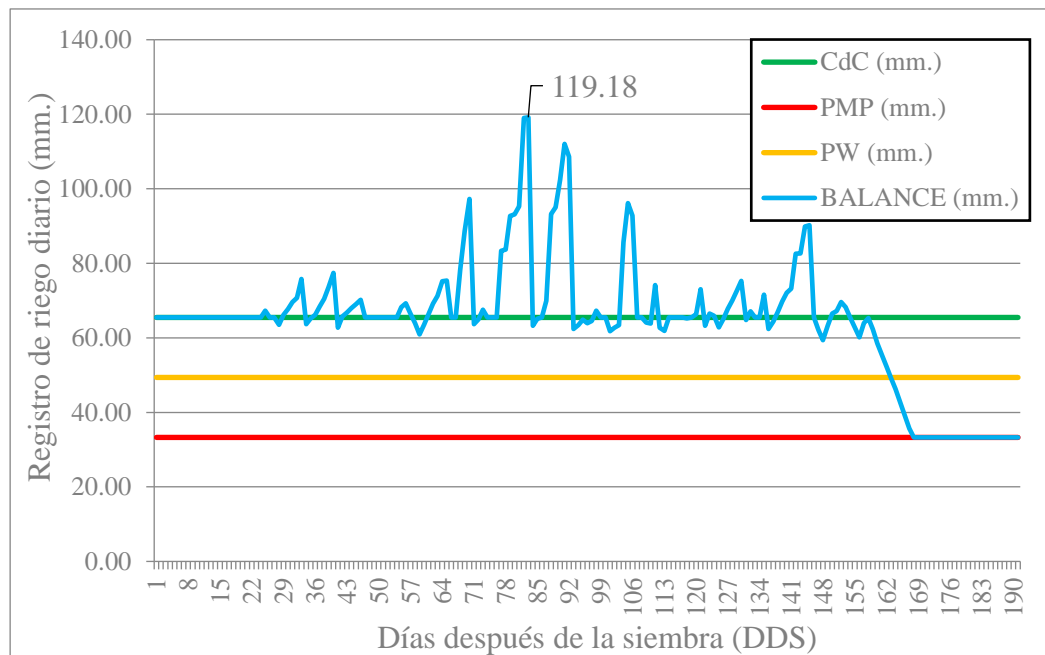
Es por esa razón que el ascenso capilar no llegó afectar directamente al desarrollo del ciclo vegetativo en el cultivo de referencia, de esa manera la raíz logró desarrollar los 0.08 m. – 0.50 m. de profundidad, se puede observar que el enraizamiento no tuvo en ningún momento contacto directo con el agua capilar en el subsuelo a comparación de los bloques A1 y A2 del área de estudio.

Por lo tanto, no hubo asfixia radicular en la capilaridad del suelo, dado que el desarrollo agronómico tubo mejores expectativas que al resto de los otros

bloques del tratamiento T-1, las aplicaciones de la dosis de riego se dieron con normalidad.

### b. Tratamiento T-2: Riego por Microaspersión

Para el control de las necesidades del consumo de agua en el T-2, se especifica en la figura 17 del Anexo 11.



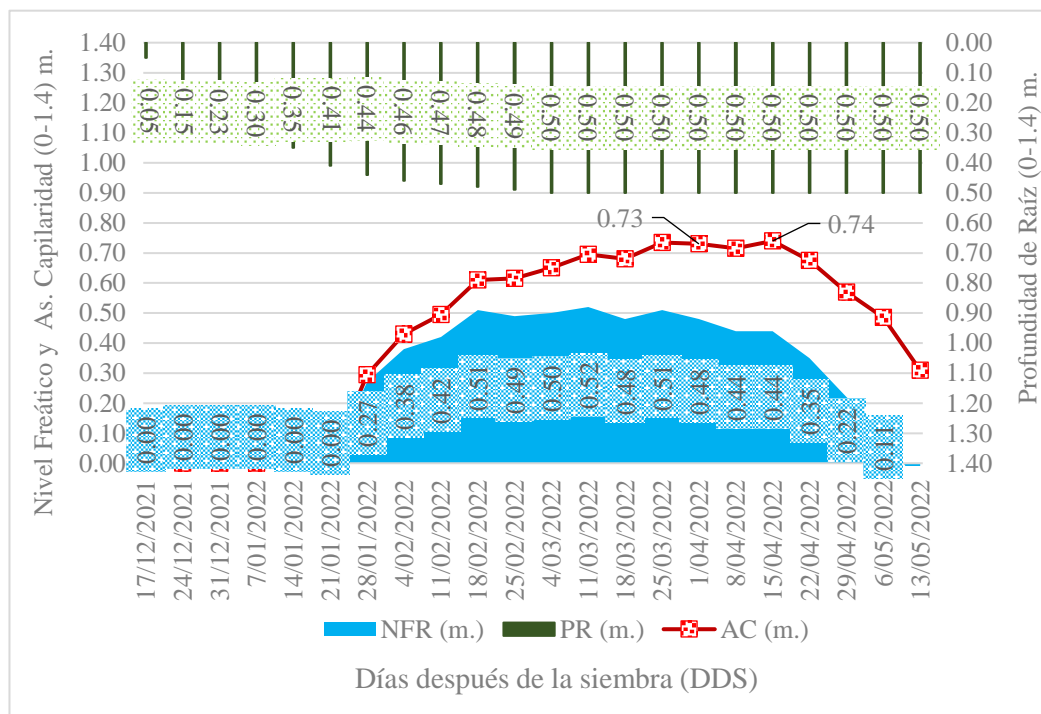
**Figura 17**  
*Registro de balance hídrico diario en el T-2 (Riego por microaspersión)*

La figura 17 indica que la capacidad de campo se encuentra a los 65.47 mm., el umbral de riego se muestra entre los 49.37 mm. y el punto de marchites permanente se ubica a los 33.27 mm.; también se ajustó la profundidad de raíz de acuerdo al tratamiento T-1, que se detalla en la figura 13.

En el día 1 se aplicó 24.76 mm. de lámina de riego para mantener la capacidad de campo al 80 % de la humedad del suelo, para el brote emergente del desarrollo agronómico. Así como también Quiroga (1995) y Burba (2013) lo señalan de manera explícita en la figura 13 del tratamiento T-1.



Las acumulaciones máximas causadas por las precipitaciones de 24 horas alcanzaron los 119.18 mm. en el día 83 después de la siembra, esto resultó que el nivel freático llegara ascender de forma moderada sin que afecte a cada bloque del tratamiento T-2. También se realizó el control de las aguas subterráneas después del rompimiento de la dormancia en el cultivo experimental de la fecha 17/12/2021 – 13/05/2022, la cota inicial en el terreno experimental es de 3823 m.s.n.m. y la perforación del suelo es de 1 m. de profundidad de 4 pulgadas de PVC en el T-2, los bloques designados se detallan en las figuras 18, 19 y 20 como también en el Anexo 12.

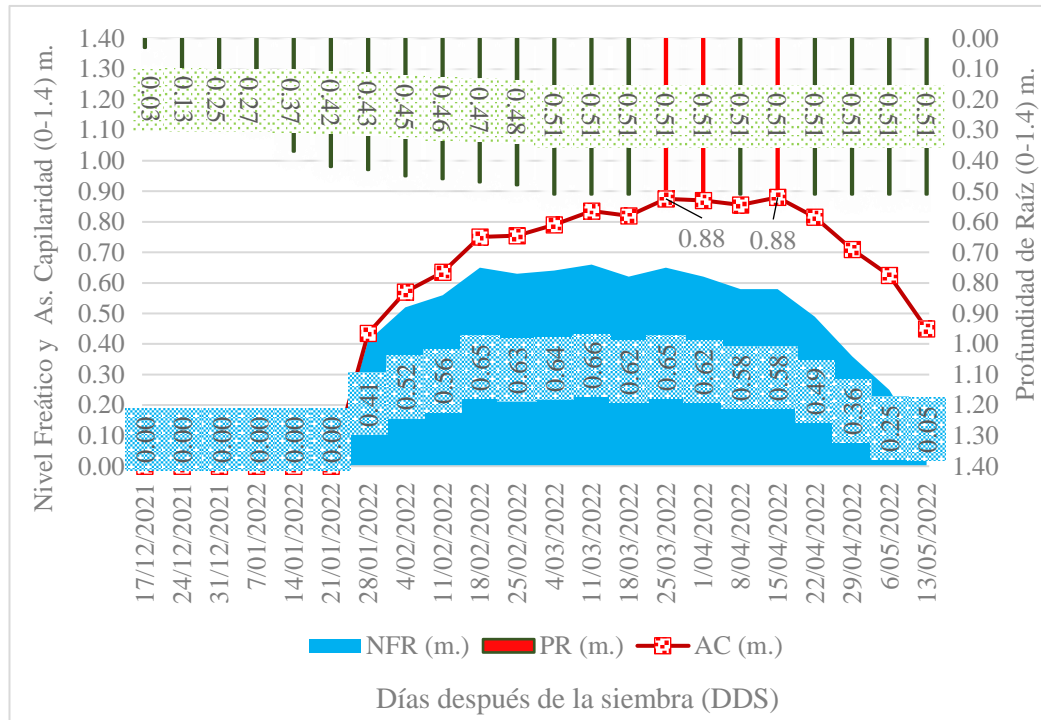


**Figura 18**

Registro de la cama B1 (Profundidad de raíz, Nivel freático y As. Capilar), 3823.22 m.s.n.m.

El bloque de la cama B1 de la figura 18, se muestra el desarrollo radicular de 0.05 m. a 0.50 m. de profundidad que se presenta de color verde en todo el ciclo vegetativo, dado que el ascenso del nivel freático es de 0.51 m. de máximo alcance, en donde se puede observar que el ascenso capilar llegó alcanzar los 0.73

a 0.74 m. de la superficie del terreno, de la cual no llega afectar a la zona radicular porque este se desarrolla con normalidad; todo esto es debido a la ubicación de la cota de 3823.38 m.s.n.m. que es la más elevada a comparación de la cama B2 y B3 del tratamiento T-2. Por lo tanto, la aplicación de la dosis de riego se dio con normalidad.

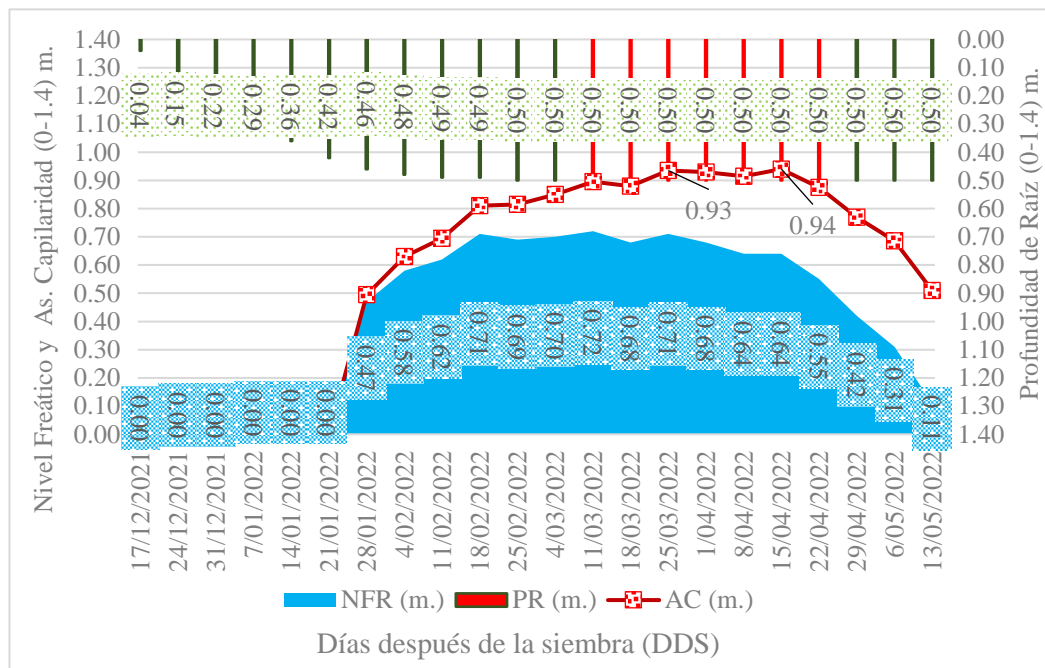


**Figura 19**

Registro de la cama B2 (Profundidad de raíz, Nivel freático y As. Capilar), 3823.24 m.s.n.m.

El bloque de la cama B2 de la figura 19, se muestra el ascenso del nivel freático que llegó Alcanzar a un nivel de 0.65 m. de máximo alcance, empezado a partir de la fecha del 04/02/2022 – 25/03/2022, la raíz se logró desarrollar sin ningún problema, que llega sobre 0.51 m. de profundidad que se registra en la fecha del 18/03/2022 (135 días después de la siembra), es ahí donde se produce la asfixia radicular de manera leve por la zona de saturación debido al ascenso capilar que llega a los 0.88 m. de la superficie del terreno; es por ello que los camellones tienen a tener una altura de 0.40 m. sobre la superficie del terreno experimental,

ya que esto llega a impedir que la humedad del subsuelo afecte de manera significativa a la variedad precoz del cultivo de ajo chino, que por consiguiente desciende la humedad capilar en la fecha del 22/04/2022 (172 días después de la siembra), se tiene un descenso regulado del nivel freático que llega a los 0.05 m. de la capa freática, en vista de que se ubica a una altitud de 3823.24 m.s.n.m. Por lo tanto, la aplicación de la dosis de riego se dio con normalidad.



**Figura 20**

*Registro de la cama B3 (Profundidad de raíz, Nivel freático y As. Capilar), 3823.18 m.s.n.m.*

El bloque de la cama B3 de la figura 20, se muestra que el ascenso del nivel freático llegó a los 0.71 m. de máximo alcance, el enraizamiento se desarrolló desde los 0.04 m. hasta llegar los 0.50 m. de profundidad máxima, dado que el ascenso capilar se encuentra a los 0.93 a 0.94 m. que se encuentra en la zona radicular, ya que este aporta la humedad del subsuelo en el desarrollo vegetativo de la cual se registra en la fecha del 11/03/2022 – 22/04/2022.

Es por ello que los camellones impidieron el ascenso de la humedad capilar en la gran parte del desarrollo vegetativo, la humedad capilar descendió en la fecha del 29/04/2022 – 13/05/2022. Por lo tanto, las aplicaciones de la dosis de riego se dieron con normalidad.

#### 4.1.4. Ajuste de los parámetros del desarrollo agronómico básico

A través de la dosis de riego, la siguiente información de los parámetros agronómicos se especifican en la tabla 29 de manera resumida de los Anexos 13, 14 y 15.

**Tabla 29**

*Desarrollo del parámetro agronómico en el T-1 y T-2*

Parámetros	Tratamiento T-1			Tratamiento T-2		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Bloques						
Altura de planta (cm.)	58.0	62.0	63.0	64.0	60.0	57.0
Tallo falso (mm.)	18.5	20.0	21.0	20.3	19.0	18.2
Longitud de hojas (cm.)	52.0	54.0	56.0	56.0	54.0	51.0
Pre bulbificación (mm.)	35.0	36.0	37.0	36.0	35.0	34.0
Cantidad de hojas	8.0	9.0	10.0	9.0	9.0	9.0

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 29 de los Anexos 13 y 14, en los bloques A1, A2 y A3 se muestra los parámetros del desarrollo agronómico en su etapa de madurez, que a partir del día 142 después de la siembra se desarrolló el escapo floral, el bloque A3 tuvo mejores expectativas en el desarrollo agronómico a comparación del A1 y A2, que consecuente a ello se debe a la superficie del terreno (figura 16), y en el bloque A2 tiene un desarrollo casi paralelo a al bloque A3; en cambio, el bloque A1 del desarrollo agronómico es moderado, que todo esto es debido al ascenso de la humedad capilar del nivel freático (figura 14). En tanto los bloques B1, B2 y B3 desarrollaron paralelamente al tratamiento T-1, en donde los bloques B1 del desarrollo agronómico tiene mayores expectativas a comparación del B2 y B3,

todo esto se debe a la parte más alta de la superficie del terreno (figura 18), y en el bloque B2 el desarrollo agronómico va de forma casi paralela al bloque B1, el bloque B3 del desarrollo agronómico tuvieron algunas conveniencias por el ascenso de la humedad capilar que se posesiona en el nivel freático (figura 20). Según Córdor (2021) señala que, una vez que salga el escapo floral, empieza a desarrollar el engorde de bulbo (bulbificación), ya que es la parte fundamental que se puede clasificar el diámetro de la cabeza de ajo y se observa en la tabla 30 del Anexo 15.

**Tabla 30**  
*Desarrollo del parámetro de bulbificación en el T-1 y T-2*

Fecha	Tratamiento T-1						Tratamiento T-2					
	Bulbificación (mm.)						Bulbificación (mm.)					
	A1	A2	A3	A3	A2	A1	B1	B2	B3	B3	B2	B1
01/04/2022	35.0	36.5	36.0	41.0	37.0	42.0	36.0	41.0	35.0	39.0	34.0	37.0
08/04/2022	41.0	49.0	42.0	49.0	43.0	46.0	42.0	58.0	41.0	55.0	37.0	51.0
15/04/2022	43.0	50.0	43.0	60.0	43.0	60.0	43.0	50.0	43.0	60.0	39.0	52.3
22/04/2022	45.0	51.0	44.0	60.0	45.0	60.0	43.4	65.0	43.0	60.0	39.5	57.6
29/04/2022	46.0	52.0	45.0	61.0	46.0	61.0	43.0	65.0	43.0	60.0	40.0	59.8
06/05/2022	46.5	53.0	46.0	62.5	46.0	62.5	44.0	66.8	44.0	62.0	41.0	59.8
13/05/2022	47.0	53.0	46.5	62.5	46.8	63.0	45.0	66.8	45.2	62.0	42.5	60.0
Promedio	43.4	49.2	43.2	56.6	43.8	56.4	42.3	58.9	42.0	56.9	39.0	53.9
DS	3.81	5.28	3.14	7.62	2.94	7.90	2.54	9.20	2.93	7.54	2.38	7.65
CV	9%	11%	7%	13%	7%	14%	6%	16%	7%	13%	6%	14%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 30 del Anexo 15, se observa el desarrollo de la bulbificación de los tratamientos T-1 y T-2, se realizó un registro semanal para cada bloque de las cuales se dieron después de la tola de ajo, el bloque B1 tiene el mejor desarrollo de bulbificación a comparación de otros bloques que se indica en la fecha 13/05/2022 (191 días después de la siembra), con una formación de 45.0 mm. a 66.8 mm. de diámetro y la más baja se encuentra en el bloque B3, cuya formación

de bulbo está entre los 42.5 mm. a 60.0 mm. de diámetro y después de ello se ubica en el bloque A1, con una formación de 47.0 mm. a 53.0 mm. de diámetro; los que se llevan paralelamente casi igual son los bloques A2, A3 y B2 de cada tratamiento que se obtuvieron con la herramienta vernier. Por último, la determinación del rendimiento del cultivo de referencia depende a los resultados del desarrollo de bulbificación en cada repetición de los tratamientos T-1 y T-2.

#### 4.1.5. Ajuste del rendimiento y calidad de bulbo

##### a. Rendimiento de bulbo

El rendimiento de bulbo por cada bloque de los tratamientos T-1 y T-2, se muestra en la tabla 31 con su respectiva clasificación.

**Tabla 31**  
*Clasificación del rendimiento de bulbo*

Categoría (mm.)	Tratamiento T-1 kg bulbo <sup>-1</sup>			Tratamiento T-2 kg bulbo <sup>-1</sup>		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Primera	0.5	12.0	8.0	15.5	12.0	1.0
Segunda	21.0	19.5	33.0	29.25	32.75	17.25
Tercera	6.0	12.0	14.5	10.5	4.5	9.25
Cuarta	9.0	7.5	7.4	6.75	6.0	6.5
Sub total	36.5	51.0	63.0	62.0	55.3	34.0
Total		150.0			151.3	

Fuente: Córdor (2021)

En la tabla 31, se observa el rendimiento obtenido de cada bloque por categorías que fueron designadas por Córdor (2021), para el tratamiento T-1 se obtuvo 150 kg bulbo<sup>-1</sup>, y el tratamiento T-2 se obtuvo 151.3 kg bulbo<sup>-1</sup>. Sin embargo, las conversiones proyectadas del rendimiento se determinan en tonelada por hectárea (ton/ha), que se especifica en la tabla 32.

**Tabla 32**  
*Rendimiento de hectárea por tonelada*

<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimiento (ton/ha)</b>			<b>Promedio (ton/ha)</b>	<b>DS</b>	<b>CV</b>
T-1	A1	A2	A3	14.70	3.02	21%
	10.7	14.9	18.5			
T-2	B1	B2	B3	14.83	3.36	23%
	18.2	16.3	10.0			

Fuente: Elaboración propia

La tabla 32, se puede apreciar que el tratamiento T-1 es homogéneo al tratamiento T-2, esto se debe a que tiene menos dispersión en el promedio de los tratamientos, los rendimientos tienen una adecuación aceptable que lo designa MINAGRI (2020), que puede llegar hasta las 16 ton/ha de rendimiento.

#### **b. Calidad de bulbo**

Se tomaron en cuenta las características físicas del bulbo en cada bloque de los tratamientos T-1 y T-2, donde se muestra en la tabla 33.

**Tabla 33**  
*Características físicas de la calidad de bulbo*

<b>Descripción</b> <b>Unidades</b>	<b>Tratamiento T-1</b>			<b>Tratamiento T-2</b>		
	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>
Bulbos inferiores (kg)	9.0	7.5	7.4	6.75	6.0	6.5
Bulbos incompletos	224.0	199.0	156.0	176.0	188.0	144.0
Bulbos poco firmes	12.0	16.0	11.0	8.0	7.0	9.0
Bulbos deformados	32.0	16.0	24.0	10.0	14.0	10.0
Bulbos con enfermedades	0.0	4.0	8.0	6.0	3.0	0.0
Bulbos manchados	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bulbos lesionados	11.0	9.0	8.0	15.0	0.0	5.0
Bulbos brotados	59.0	70.0	100.0	105.0	72.0	69.0
Bulbos con olor extraño	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bulbos de mala calidad	338	314	307	320	284	237
Bulbos de buena calidad	2008	2088	1994	2024	1984	1872
Porcentaje de calidad	83.2%	85.0%	84.6%	84.2%	85.7%	87.3%

Fuente: Burba (2003)

Es importante tener en cuenta la calidad de bulbo que se presenta en cada bloque de sus características físicas, que lo realizó Burba (2013) para fines de investigación en INTA (Argentina), ambos tratamientos cumplen con un porcentaje de alta calidad en la formación de los bulbos de ajo.

#### 4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL EFECTO DE LA DOSIS DE RIEGO EN CADA TRATAMIENTO DE ESTUDIO

Los resultados obtenidos a través del efecto de las dosis de riego que concuerdan con los objetivos e hipótesis realizados en el trabajo de investigación; se analiza estadísticamente con la prueba (Tukey) mediante los bloques designados de cada tratamiento, y para el análisis comparativo es la prueba de dos muestras independientes (Test-T o t de estudiante), de los cuales se menciona en el estudio experimental de dichos tratamientos, cuya significancia para ambas pruebas del p-valor es ( $\alpha=0.05\%$ ).

##### 4.2.1. Análisis del Efecto de las dosis de riego y la precipitación diaria en el consumo de agua del cultivo

Se consideró la variable de precipitación y el efecto de las dosis de riego de cada tratamiento (T-1 y T-2), que interviene en la conducción experimental, de las cuales se muestra el nivel significativo para el consumo de agua de la variedad precoz del cultivo de ajo chino con la prueba Tukey, cuyo valor es ( $\alpha=0.05\%$ ).

**Tabla 34**  
*Prueba Tukey en el consumo de agua del ajo chino (T-1, T-2 y precipitación)*

Fuente de variación (F.V)	SC	GL	CM	F	P-VALOR	CV
Modelo	20136.42	8	2517.05	1.71	0.1997	80.87
Tratamiento	2918.41	2	1459.20	0.99	0.3986	
Meces	17218.01	6	2869.67	1.95	0.1522	
Error	17616.20	12	1468.02			
Total	37752.62	20				

Fuente: InfoStat (2020)



El nivel de significancia de p-valor es de 0.1997, 0.3986 y 0.1522 que son mayores al 0.05%. Por ende, son significativos debido que la gran parte del desarrollo vegetativo fue a base de las dosis de riego de los tratamientos T-1 (riego por goteo) y T-2 (riego por microaspersión); así como también las precipitaciones originadas en el área experimental interfirieron significativamente en los parámetros agronómicos y su respectivo rendimiento, es decir que tanto el efecto de las dosis de riego de ambos tratamientos y las precipitaciones originadas en el área de estudio son altamente significativos.

En la tabla 35 se muestra las variables de significancia en el consumo de agua de la variedad del ajo chino.

### **Tabla 35**

*Significancia de las variables T-1, T-2 y precipitación*

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=6.02415

Error: 1468.0169 gl: 12

Variables	Medias	n	E.E.
T-1	31.98	7	14.48 A
T-2	49.54	7	14.48 A
Precipitación	60.61	7	14.48 A

Fuente: InfoStat (2020)

Se puede observar que las variables del T-1, T-2 y la precipitación pertenecen a las medias de un solo grupo (A), cuya interpretación es significativamente mayor al  $p > 0.05\%$ .

#### **4.2.2. Análisis del efecto de riego por goteo en el desarrollo agronómico y rendimiento del ajo chino**

Se toma la prueba Tukey en el tratamiento T-1 para identificar la hipótesis del análisis de significancia en el desarrollo agronómico y rendimiento de ajo

chino (*Allium Sativum*), que se muestra de manera resumida en las tablas 36, 37 y 38 de la figura 19 del Anexo 16.

**Tabla 36**

*Prueba Tukey en los parámetros agronómicos – bloques A1, A2 y A3*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>N</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-VALOR</b>	<b>CV</b>
Altura de planta	45	14.2	2	7.1	0.03	0.9745	48.5
Diámetro de tallo falso	45	40.5	2	20.3	1.05	0.3603	40.8
Longitud de hojas	45	8.3	2	4.2	0.02	0.9803	41.9
Cantidad de hojas	45	0.4	2	0.2	0.04	0.9602	38.7
Diámetro de bulbificación	21	44.0	2	22.0	0.65	0.5328	11.9

Nota: N: Número de muestras del registro de datos; SC: Suma de cuadros; GL: Grados de libertad; CM: Cuadros medios; F: Valor calculado; P-VALOR: Significancia asintótica. Fuente: InfoStat (2020).

Se observa los resultados que muestran mediante la prueba Tukey, que tienen una significancia calculada en cada uno de los parámetros agronómicos, son de 0.9745, 0.3603, 0.9803, 0.9602 y 0.5328, por lo cual son mayores al 0.05%. Por lo tanto, cumple con las muestras obtenidas en cada bloque del tratamiento T-1, que son altamente significativos; mientras que en el coeficiente de variación (CV) presenta menos dispersión en el diámetro de bulbificación, esto se debe a los cuidados previstos en la conducción del experimento para determinar la clasificación del rendimiento de la variedad del cultivo de ajo chino.

Se observa la igualdad de cada bloque, que todos los parámetros agronómicos son valores homogéneos que se identifican en un solo grupo, tal como se describe en la tabla 37 que corresponden al tratamiento T-1.

**Tabla 37***Prueba Tukey para la igualdad de los parámetros agronómicos – T-1*

<b>Tratamiento T-1</b>	<b>N</b>	<b>AP</b>	<b>DTF</b>	<b>LH</b>	<b>CH</b>	<b>N</b>	<b>DB</b>	<b>Sig. (0.05)</b>
Bloque A1	15	A	A	A	A	7	A	Significativo
Bloque A2	15	A	A	A	A	7	A	Significativo
Bloque A3	15	A	A	A	A	7	A	Significativo

Nota: N: Número de muestras del registro de datos; AP: Altura de la planta (cm.); DTF: Diámetro de tallo falso (mm.); LH: Longitud de las hojas (cm.); CH: Cantidad de hojas; DB: Diámetro de bulbificación (mm.).

Fuente: InfoStat (2020)

Estos resultados son significativos en cada uno de los parámetros del desarrollo agronómico, cuyas letras (A) corresponden a un grupo homogéneo significativo ( $p$ -valor  $> 0.05\%$ ).

Por lo tanto, el rendimiento de la variedad del ajo chino en el estudio experimental, se muestra en la tabla 38.

**Tabla 38***Prueba Tukey para el rendimiento y calidad del ajo chino (*Allium sativum*), en ton/ha – T-1*

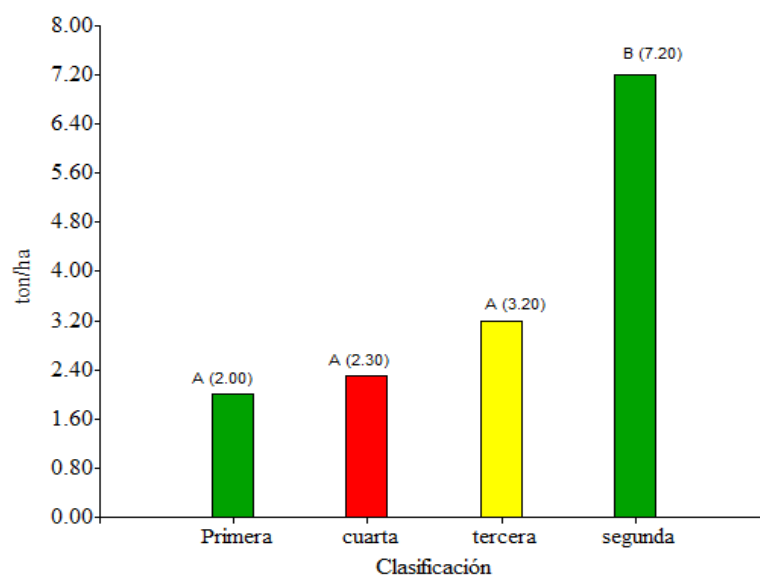
<b>Fuente de variación (F.V)</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-VALOR</b>	<b>CV</b>
Modelo	59.85	5	11.97	6.46	0.0209	37.04
Bloques	7.80	2	3.90	2.11	0.2028	
Tratamiento	52.04	3	17.35	9.36	0.0111	
Error	11.12	6	1.85			
Total	70.96	11				

Fuente: InfoStat (2020)

Se observa el resultado de la significancia calculada 0.2028 es mayor que 0.05%. Por ende, cumple con las muestras obtenidas de cada bloque del tratamiento T-1, son significativas en el rendimiento de la variedad del ajo chino.

En tanto a la calidad, el resultado de la significancia calculada es de 0.0111 que es menor que 0.05%. Por ende, se debe a la clasificación de la calidad del

rendimiento que forma una significancia nula de grupos desiguales. Es por ello que el coeficiente de la variación (CV), tiene una dispersión mínima en el rendimiento de la variedad del ajo chino, que lo señala Martínez (2012) y Rodríguez (2014, citado por Luna, 2006), esto indica que los factores externos (precipitación) afectaron de manera considerada a los resultados obtenidos de las figuras 12, 13 y 14. Es por ello que se presentan los valores obtenidos en la figura 21 la clasificación del bulbo.



**Figura 21**  
*Calidad de rendimiento por categorías en el T-1*

Fuente: InfoStat (2020)

Este gráfico nos permite visualizar la calidad de rendimiento en el T-1, cuyo resultado consta de dos grupos divididos (A y B), de las cuales la segunda categoría es la mayor producción de 7.20 ton/ha y la más baja en producción es la primera categoría con 2.0 ton/ha, de la cual se obtiene un rendimiento de buena calidad que suma un total de 14.70 ton/ha de producción.

Sin embargo, la primera hipótesis marca un nivel de confianza del 95% que existe una evidencia estadísticamente significativa para afirmar que: El efecto

de riego por goteo es altamente significativo en el desarrollo agronómico y el rendimiento del ajo chino (*Allium sativum*), en la comunidad de Challapujo - Ilave - El Collao - Puno, campaña 2021-2022.

#### 4.2.3. Análisis del efecto de riego por microaspersión en el desarrollo agronómico y rendimiento del ajo chino

De la misma manera se toma la prueba Tukey en el tratamiento T-2 para identificar la hipótesis del análisis de significancia en el desarrollo agronómico y rendimiento de la variedad precoz del ajo chino (*Allium Sativum*), que se muestra de manera resumida en las tablas 39, 40 y 41 de la figura 20 del Anexo 16.

**Tabla 39**

*Prueba Tukey en los parámetros agronómicos – bloques B1, B2 y B3*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>N</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-VALOR</b>	<b>CV</b>
Altura de planta	45	59.5	2	29.8	0.10	0.9035	53.4
Diámetro de tallo falso	45	4.0	2	2.0	0.11	0.8928	43.0
Longitud de hojas	45	20.1	2	10.1	0.04	0.9605	48.6
Cantidad de hojas	45	0.0	2	0.0	0.00	0.9999	38.7
Diámetro de bulbificación	21	81.2	2	40.6	1.22	0.3189	11.8

Fuente: InfoStat (2020)

Se observa los resultados que muestran mediante la prueba Tukey, que tienen una significancia calculada en cada uno de los parámetros agronómicos, que es de 0.9035, 0.8928, 0.9605, 0.9999 y 0.3189, que son mayores al 0.05%. Por lo tanto, cumple con las muestras obtenidas en cada bloque del tratamiento T-2, que son altamente significativos; mientras en el coeficiente de la variación (CV) presenta menos dispersión en el diámetro de bulbificación, esto se debe a los cuidados previstos en la conducción del experimento para determinar la clasificación del rendimiento de la variedad del cultivo de ajo chino.

Se observa la igualdad de cada bloque en la altura de la planta, diámetro de tallo falso, longitud de las hojas, cantidad de hojas y el diámetro de bulbificación, que pertenecen a los valores homogéneos y se identifican en un solo grupo fuera del diámetro de bulbificación, tal como se menciona en la tabla 40 que corresponden al tratamiento T-2.

**Tabla 40**

*Prueba Tukey para la igualdad de los parámetros agronómicos – T-2*

<b>Tratamiento T-1</b>	<b>N</b>	<b>AP</b>	<b>DTF</b>	<b>LH</b>	<b>CH</b>	<b>N</b>	<b>DB</b>	<b>Sig. (0.05)</b>
Bloque B1	15	A	A	A	A	7	A	Significativo
Bloque B2	15	A	A	A	A	7	A	Significativo
Bloque B3	15	A	A	A	A	7	A	Significativo

Nota: N: Número de muestras del registro de datos; AP: Altura de la planta (cm.); DTF: Diámetro de tallo falso (mm.); LH: Longitud de las hojas (cm.); CH: Cantidad de hojas; DB: Diámetro de bulbificación (mm.).

Fuente: InfoStat (2020).

Estos resultados son significativos en la altura de la planta, diámetro de tallo falso, longitud de las hojas, cantidad de hojas y el diámetro de bulbificación, de las cuales corresponde al grupo (A) (p-valor > 0.05%).

Por otro lado, se muestra el rendimiento de la variedad del ajo chino, en la tabla 41.

**Tabla 41**

*Prueba Tukey para el rendimiento y calidad del ajo chino (Allium Sativum) en ton/ha – T-2*

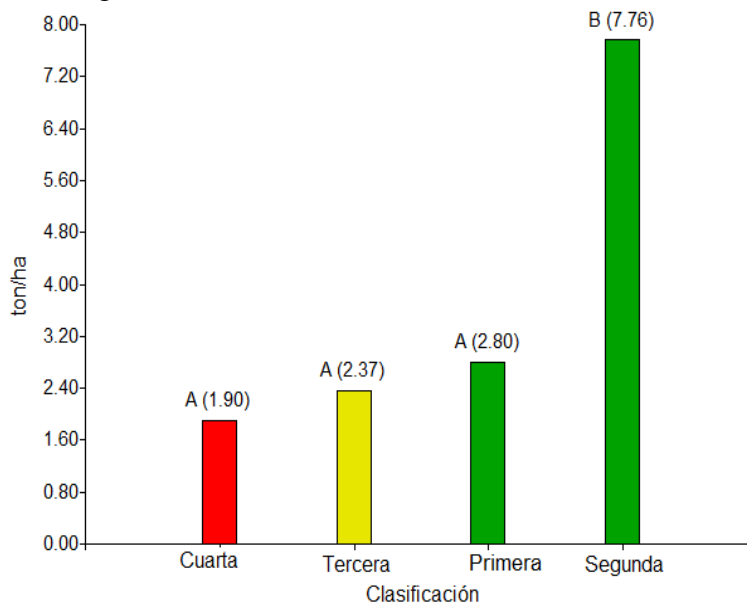
<b>Fuente de variación (F.V)</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-VALOR</b>	<b>CV</b>
Modelo	76.41	5	15.28	6.72	0.0190	40.66
Bloques	9.31	2	4.66	2.05	0.2099	
Tratamiento	67.10	3	22.37	9.84	0.0099	
Error	13.64	6	2.27			
Total	90.05	11				

Fuente: InfoStat (2020)

Se observa el resultado de la significancia calculada 0.2099 es mayor que 0.05%. Por ende, cumple que las muestras obtenidas de cada bloque del tratamiento T-2, son significativas en el rendimiento de la variedad del ajo chino.

En tanto a la calidad, el resultado de la significancia calculada es de 0.0099 que es menor que 0.05%. Por ende, se debe a la clasificación de la calidad del rendimiento que forma una significancia nula de grupos desiguales. Es por ello que el coeficiente de la variación (CV), tiene una dispersión mínima en el rendimiento de la variedad del ajo chino, que lo señala Martínez (2012) y Rodríguez (2014, citado por Luna, 2006), se debe a la variable de precipitación que afectó en el desarrollo agronómico, que se muestra en las figuras 16, 17 y 18.

En la figura 22 se muestra la clasificación del bulbo.



**Figura 22**

*Calidad de rendimiento por categorías en el T-2*

Fuente: InfoStat (2020)

Este gráfico nos permite visualizar la calidad de rendimiento del ajo chino en el T-2, cuyo resultado consta de dos grupos divididos (A y B), de las cuales la segunda categoría es la mayor producción de 7.76 ton/ha y la más baja en

producción es la cuarta categoría con 1.90 ton/ha. de la cual se obtiene un rendimiento de buena calidad que suma un total de 14.83 ton/ha de producción.

Sin embargo, la segunda hipótesis marca un nivel de confianza del 95% que existe una evidencia estadísticamente significativa para afirmar que: El efecto de riego por microaspersión es significativo en el desarrollo agronómico y el rendimiento del ajo chino (*Allium sativum*), en la comunidad de Challapujo - Ilave - El Collao - Puno, campaña 2021-2022.

#### 4.2.4. Análisis comparativo del efecto de riego por goteo y microaspersión en el desarrollo agronómico y rendimiento del ajo chino

Se toma la prueba de (Test-T o t de estudiante) para comparar los dos tratamientos T-1 y T-2 de la hipótesis del análisis de significancia en el desarrollo agronómico y el rendimiento de ajo chino (*Allium Sativum*), que se describen en las tablas 42, 43, 44 y 45 del Anexo 16, cuyo valor de significancia corresponde ( $\alpha=0.05\%$ ).

**Tabla 42**

*Pruebas de Normalidad (Shapiro – Wilk) en los parámetros agronómicos – T-1 y T-2*

Fuentes de variación	Tratamientos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig. 0.05
Altura de planta	T-1	0.893	3	0.363
	T-2	0.923	3	0.463
Diámetro de tallo falso	T-1	0.987	3	0.780
	T-2	0.908	3	0.411
Longitud de hojas	T-1	1.000	3	1.000
	T-2	0.855	3	0.253
Cantidad de hojas	T-1	1.000	3	1.000
	T-2	0.750	3	0.980
Diámetro de bulbificación	T-1	0.811	3	0.141
	T-2	0.873	3	0.303

Fuente: Procesado en IBM SPSS (2018)



El nivel de significancia calculada en cada uno de los parámetros agronómicos de los tratamientos T-1 y T-2 pertenecen a un nivel significativo ( $p$ -valor  $> 0.05$ ). Por lo tanto, el tratamiento T-1 es más significativo que el tratamiento T-2 en el desarrollo de los parámetros agronómicos, en cambio, tienen aproximaciones casi normales con similitudes cercanas a sus distribuciones homogéneas.

**Tabla 43**

*Prueba (Test-T o t de estudiante) en los parámetros agronómicos – T-1 y T-2*

Fuentes de variación	Análisis descriptivo	Prueba de Levene			Igualdad de medias t	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Altura de planta	Se asumen varianzas iguales	4.363	0.105	0.727	6	0.508
	No se asumen varianzas iguales					
Diámetro de tallo falso	Se asumen varianzas iguales	3.261	0.145	0.999	6	0.374
	No se asumen varianzas iguales					
Longitud de hojas	Se asumen varianzas iguales	6.897	0.058	0.737	6	0.502
	No se asumen varianzas iguales					
Cantidad de hojas	Se asumen varianzas iguales	0.400	0.561	0.500	6	0.643
	No se asumen varianzas iguales					
Diámetro de bulbificación	Se asumen varianzas iguales	4.493	0.101	0.565	6	0.602
	No se asumen varianzas iguales					

Fuente: IBM SPSS (2018)

Se observa los resultados de las significancias calculadas 0.105, 0.145, 0.058, 0.561. y 0.101 son mayores que 0.05%. Por ende, cumple que las muestras obtenidas de cada tratamiento, que tienen sus varianzas iguales.

Por lo tanto, la significancia bilateral se asume a una mitad de 0.254, 0.266, 0.251, 0.321 y 0.301 son mayores que 0.05%. Por esta razón, se acepta la tercera

hipótesis del trabajo de investigación, tiene un nivel de confianza del 95% en el T-1 y T-2.

El análisis comparativo del rendimiento de ajo chino (*Allium Sativum*), se mencionan en las tablas 44 y 45.

**Tabla 44**

*Pruebas de Normalidad (Test-T o t de estudiante) en el rendimiento de ajo chino (Allium Sativum) en ton/ha – T-1 y T-2*

Fuentes de variación	Tratamientos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig. 0.05
Rendimiento	T-1	0.998	3	0.426
	T-2	0.912	3	0.915

Nota: El modelo Shapiro – Wilk se utiliza para muestras mínimas

Fuente: IBM SPSS (2018)

Se puede observar los resultados de las significancias calculadas 0.426 y 0.915 son mayores que 0.05%. Por ende, cumple que el tratamiento T-2 es más significativo que el tratamiento T-1 en el rendimiento de ajo chino, en tanto a sus aproximaciones normales son muy similares a su distribución homogénea.

**Tabla 45**

*Pruebas de (Test-T o t de estudiante) en el rendimiento de ajo chino (Allium Sativum) en ton/ha – T-1 y T-2*

Fuentes de variación	Análisis descriptivo	Prueba de Levene			Igualdad de medias t	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Rendimiento	Se asumen varianzas iguales	0.125	0.742	-0.040	6	0.970
	No se asumen varianzas iguales					

Fuente: IBM SPSS (2018)



Se observa el resultado de la significancia calculada 0.742 es mayor que 0.05%. Por ende, cumple que las muestras obtenidas de cada bloque, provienen de tratamientos con varianzas iguales (homogéneas).

Por lo tanto, la significancia bilateral se asume a una mitad de 0.485, es mayor al 0.05%. Entonces, se rechaza la tercera hipótesis del trabajo de investigación, que tiene un nivel de confianza del 95% en el T-1 y T-2.

Esta hipótesis se rechaza por ser nula en el rendimiento de ajo chino para ambos tratamientos, que tiene una confiabilidad del 95% para mencionar que: El efecto de riego por goteo es más significativo que el efecto de riego por microaspersión en el desarrollo agronómico y el rendimiento de ajo chino (*Allium sativum*), en la comunidad de Challapujo - Ilave - El Collao - Puno, campaña 2021 - 2022.

### 4.3. DISCUSIÓN

- En este trabajo menciona que la humedad del suelo en el momento en que se suspende el riego, es a partir de los 142 DDS (Días después de la siembra), cuya humedad se encuentra al 100% en ambos tratamientos, lo cual coincide con los estudios realizados por Burba (2003). Sin embargo, Mendoza, Ramírez y Rincón (1989) encontraron que en el día 59 DDS (Días después de la siembra), la humedad del suelo se encontraba al 70% en el T-2 y existía estrés hídrico. Es importante destacar que estas diferencias pueden deberse a las condiciones ambientales y a los factores específicos de cada estudio, como la variedad de cultivo, el tipo de suelo, la frecuencia y dosis de riego, entre otros. No obstante, se ha encontrado una gran diferencia en cuanto al ahorro hídrico



al ajustar la dosis de riego, siendo de 0.36 mm. en el T-1 y de 137.22 mm. en el T-2, según lo mencionado por MGAP (2015).

- En relación a la programación de riego, se ha comparado la cantidad de agua requerida por diferentes cultivos en función a la precipitación y las dosis de agua suministrada en cada tratamiento. En particular, se encontró que la variedad de ajo chino requiere más cantidad de agua que el cultivo de quinua, lo cual coincide con los estudios realizados por Chirinos (2017). Además, se ha ajustado la capacidad de campo al valor de la profundidad de raíz de 250 mm., como menciona Terán (1997). Por un lado, el trabajo de Quiroga (1995) destaca la importancia del abundante riego hasta la formación del bulbo y la humedad mínima del suelo del 70% para el cultivo, lo que corroboramos en este estudio. Por otro lado, el trabajo de Burba (2013) señala el umbral de humedad mínima del suelo del 70% para el cultivo de ajo chino.
- En cuanto al control del ascenso capilar en los suelos, el trabajo de Carolina, Teamrat, Borja y Moret (2015) destaca la importancia de prevenir que este fenómeno afecte el desarrollo agronómico del cultivo de ajo chino. En el presente estudio, se observa que en los bloques A3 y B1 de ambos tratamientos, el ascenso capilar se encuentra entre los 0.72 a 0.73 m. en el primer caso y 0.73 a 0.74 m. en el segundo caso de la superficie del terreno, esto se debe a Lechtman y Soldi (1985) lo que sugieren una buena formación de camellones modernos, y un buen drenaje como herramientas eficaces para prevenir el ascenso capilar que se encuentra ubicado el nivel freático, de la cual mejora el desarrollo agronómico del cultivo.



- En cuanto a la calidad del bulbo, el trabajo de Burba (2013) y Córdor (2021) apoya los resultados en los tratamientos T-1 y T-2, al presentar una buena calidad de bulbo en cada uno de los bloques. Esto indica que es posible obtener una buena calidad de bulbo en el cultivo de ajo chino siguiendo ciertas prácticas agronómicas.



## V. CONCLUSIONES

- Se encontró que el uso del riego por goteo (T-1) y la precipitación diaria tienen un efecto altamente significativo en el desarrollo agronómico y el rendimiento del cultivo de ajo chino (*Allium sativum*). El consumo de agua del cultivo fue de 648,17 mm. y se obtuvo un rendimiento promedio de 14,70 ton/ha con una buena calidad en términos de tamaño, color y olor del bulbo. Los bloques A1, A2 y A3 fueron evaluadas estadísticamente mediante la prueba de Tukey ( $p$ -valor  $> 0.05$ ), y se encontró que son altamente significativos en sus similitudes, lo que indica que los parámetros agronómicos y el rendimiento del cultivo de ajo chino son similares en sus respectivos bloques.
- Se encontró que el uso del riego por microaspersión (T-2) y la precipitación diaria tienen un efecto altamente significativo en el desarrollo agronómico y el rendimiento del cultivo de ajo chino (*Allium sativum*). El consumo de agua del cultivo fue de 771.06 mm. y se obtuvo un rendimiento promedio de 14.83 ton/ha con una buena calidad en términos de tamaño, color y olor del bulbo. Los bloques B1, B2 y B3 fueron evaluadas estadísticamente mediante la prueba de Tukey ( $p$ -valor  $> 0.05$ ), y se encontró que son altamente significativos en sus similitudes, lo que indica que los parámetros agronómicos y el rendimiento del cultivo de ajo chino son similares en sus respectivos bloques.
- Se encontró que la cantidad de agua aplicada en el método de riego por goteo es menor que en el método de riego por microaspersión, pero ambos métodos son significativos en el consumo de agua de la variedad del ajo chino (*Allium sativum*). Los resultados de la prueba t de Student ( $p$ -valor  $> 0.05$ ) indicaron que



el tratamiento T-1 tuvo un efecto significativamente mayor en el desarrollo de los parámetros agronómicos que el tratamiento T-2, aunque ambos tratamientos tuvieron un efecto significativo. En cuanto al rendimiento, se encontró que el tratamiento T-2 tuvo un efecto significativamente mayor que el tratamiento T-1. En síntesis, aunque la cantidad de agua aplicada en el riego por goteo es menor que en el riego por microaspersión, ambos métodos son efectivos para el cultivo de ajo chino. Además, los resultados sugieren que el tratamiento T-1 es más efectivo para el desarrollo de los parámetros agronómicos, mientras que el tratamiento T-2 es más efectivo para el rendimiento del cultivo.



## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir con este tipo de estudio de investigación experimental, mediante la realización de lisímetros de drenaje para reajustar las necesidades hídricas de la variedad precoz del cultivo de ajo chino (*Allium sativum*) en todo el ciclo vegetativo, de las cuales se pueden determinar en diferentes grados de humedad del suelo al 100%, 90%, 80% y 70% por medio de la aplicación de las dosis de riegos localizados; la cual, nos permitirá evaluar el rendimiento del cultivo y su respectiva calidad.
- Como cultivo innovador de la región altiplánica de puno, se podría determinar el Kc de la variedad del ajo chino u otra variedad de ajo, que podría adaptarse a las condiciones climatológicas de la zona, para complementar a los futuros proyectos de investigación o producciones de mayor escala relacionados al tema de riego de alta frecuencia.
- De manera complementaria, se podría analizar las variedades tardías del efecto de riego por goteo y microaspersión, en tales parámetros del desarrollo agronómico y el rendimiento del cultivo de ajo, para tener resultados significativos en este tipo de investigaciones experimentales.





## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, R., & Gonzales, V. (2008). *Estadística y probabilidades para ingenieros*.  
UNA Puno.
- Ampuero , R. (11 de Febrero de 2019). *METODO VOLUMETRICO AFORO CAUDAL*. Obtenido de Archivo de Video:  
<https://www.youtube.com/watch?v=2KBErGn6wYE&t=220s>
- Andina. (17 de Noviembre de 2022). *En octubre se registró déficit de lluvias en la Sierra similar a igual mes de 1976*. Obtenido de Andina Agencia Peruana de Noticias: <https://andina.pe/agencia/noticia-en-octubre-se-registro-deficit-lluvias-la-sierra-similar-a-igual-mes-1976-918260.aspx>
- Aristizabal Aquintero, D., & Baquero Peñuela, J. E. (2001). *Tecnologías Conservacionistas Para el Manejo de Suelos Arroceros en la Orinoquia Colombiana*. *Corporacion Colombiana de Investigación Agropecuara*, 50 p.
- Arnon, D. I. (1980). *Factores Agrícolas en Planificación y Desarrollo Regional*. San Jose: San José (Costa Rica) IICA.
- Babusik Bíro, M. (3 de marzo de 2012). *Riego en 3 Pasos: Guía Práctica Como Ahorrar Agua y Energía*. Obtenido de Lotus Mallorca:  
<http://www.lotusmallorca.com/aplicaciones5.htm>
- Bardales Vassi, R. (2013). *Wirakocha: el código de Tiwanaku y Machu Picchu*. Puno: Universidad Nacional del Antiplano.



- Barrios Díaz, J. M., Larios García, M. C., Castellanos, J., Alcántar González, G., Tijerina Chávez, L., & Rodríguez Mendoza, M. (2006). Efecto del Sistema de Riego y Tensión de Humedad del Suelo en Rendimiento y Calidad del Ajo. *Tierra Latinoamericana*, 24(1), 75-81. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57311494009.pdf>
- Bayabil, H. (14 de Diciembre de 2020). *Consejos Basicos para Diseñar Sistemas Eficientes de Riego [Esquema]*. Obtenido de UF/IFAS Extension University of Florida: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/AE549>
- Blackwood, J., & Fulder, S. (1991). *El Ajo un Remedio Natural*. Naucalpan de Juarez: Ediciones Étoile, S.A de C.V. Obtenido de 1991.
- Blair, E. (1979). *Riego Por Goteo*. Brasil: Campinas São Paulo.
- Burba, J. L. (2003). *Producción de Ajo*. Mendoza: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- C., M. E. (30 de Abril de 2019). *Métodos para Medir la Humedad del Suelo para la Programación del Riego*. Obtenido de Cooperative Extension: <https://turfes.com/2019/04/metodos-para-medir-la-humedad-del-suelo-para-la-programacion-del-riego-cuando/>
- Campelo, E., Arboleya, J., Maeso, D., & Giménez, G. (Agosto de 2016). *Producción Integrada de Ajo [Boletín de Divulgación N° 111]*. Montevideo: INIA. Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología. Obtenido de Biblioteca del Poder Legislativo: [https://pmb.parlamento.gub.uy/pmb/opac\\_css/index.php?lvl=notice\\_display&id=91240](https://pmb.parlamento.gub.uy/pmb/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=91240)



- Cárdenas Zorro, G. A., Pinzón Ramírez, H., Patricia Pulido, S., Gomez de Encino, C., Henríquez Henríquez, S. A., Vélez Sanchez, J. E., Ligaterro Moreno, G. A. (2012). *Manual Para el Cultivo de Hortalizas* (1ra. ed.). Bogotá: Produmedios Producción de Medios de Comunicación .
- Carolina Peña, S., Teamrat A., G., Borja, L. G., & Moret Fernández, D. (2015). Dos Métodos Para Estimar las Propiedades Hidráulicas del Suelo a Partir de un Proceso de: (i) Humectación por Capilaridad mas Evaporación, y (ii) Humectación por Capilaridad con Multitensión: análisis teórico. *EEAD-CSIC*, 12(15), 15-20. Obtenido de: <http://hdl.handle.net/10261/136765>
- Carrazón Alocén , J. (2007). *Manual Práctico Para el Diseño de Sistemas de Minirriego*. Honduras: Ediciones Honduras S.T.
- Carrera Villacrés, D., Ayala Calderón, J., Carmona Cornejo, C., Garófalo Ortega, M., Matían Chillo, F., Moyón Moyón, A., . . . Haroa, M. (Diciembre 2018). Caracterización hídrica de la cuenca hidrográfica Toglla con fines de conservación de bosques y producción agrícola. *Trabajo presentado en las Memorias del Congreso REDU VI 2018 en la Universidad Técnica del Norte*. Ibarra.
- Castellanos, J. Z., Uvalle Bueno, J. X., & Aguilar Santelesis, A. (2000). *Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Aguas Agrícolas, Plantas y ECP* (2da. ed.). Mexico: Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola, 2000.



- Castellón Gómez, J. J., Bernal Muñoz, R., & Hernández Rodríguez, M. L. (2015). Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. *Ingeniería Revista Académica [Universidad Autónoma de Yucatán]*, 19(1), 39-50. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750924004>
- Castillo Cerna, C. M. (2005). Selección y Calibración de Indicadores Locales y Técnico Para Evaluar La Degradación De Les Suelos Laderas, en la Mmicrocuenca Cusamá el Tuma - La Dalia Matagalpa, 2005. ( *Trabajo de Diploma*). UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, Managua.
- Chermant, J. L., & Coster, M. (1985). *Précis d'analyse d'image*. París: C.N.R.S., France.
- Chirinos Ortiz , T. (2017). *Efecto de la dosis de riego en el consumo y eficiencia del uso del agua de un ecotipo local de quinua (Chenopodium Quinoa Willd) en lisímetros de drenaje en la Comunidad de Ccaje – Juli – Chucuito – Puno, campaña 2015 - 2016 [Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Altiplano Puno]*. Repositorio Institucional. Obtenida de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8756>
- Cóndor Caro, J. R. (20 de Mayo de 2021). *Manejo Técnico del Cultivo de Ajo*. Obtenido de Archivo de Video: <https://www.youtube.com/watch?v=v-E9yAulaoM&t=443s>
- Cortez Sánchez, J. (15 de Junio de 2022). *Ajos de altura: productores de Acora apuestan por la rentabilidad del cultivo*. Obtenido de AgroPerú:



<https://www.agroperu.pe/ajos-de-altura-productores-de-acora-apuestan-por-la-rentabilidad-del-cultivo/>

Crespo Villalaz, C. (1980). *Mecanica de Suelos y Sedimentaciones*. Monterrey: Quinta Edición: Limusa, S.A de C.V.

Demin, P. E. (2014). *Aportes Para el Mejoramiento del Manejo De Los Sistemas De Riego*. Catamarca: Ediciones INTA, 2014.

Domínguez Peres, J. M., Román Gutiérrez, A. D., Prieto García, F., & Acevedo Sandoval, O. (2012). Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(1), 141-155.

DRAP. (2015). *Plan Estratégico Regional del Sector Agrario de Puno*. Puno: Oficina de Planificacion Agraria .

DRAP. (2021). *Sistema de Alerta Temprana Ante la Sequía Agrícola Región Puno*. Puno: Oficina de Planificacion Agraria.

Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria. Centro de Estudiantes de Agronomía, Universidad Agraria (Peru). (2009). *Agronomia: organo del Centro de estudiantes de agronomia, Volumen9,Temas35-39*. Lima: Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria., 1944.

Estrada Herrera, R., Hidalgo Moreno, C., Guzmán-Plazola, R., Almaraz Suárez, J. J., Navarro Garza, H., & Etchevers Barra, J. D. (2017). Indicadores de Calidad de Suelo Para Evaluar su Fertilidad. *Agrociencia*, 51(8), 813-831. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952017000800813&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952017000800813&script=sci_arttext)



- Estrada Herrera, R., Hidalgo Moreno, C., Guzmán-Plazola, R., Almaraz Suárez, J. J., Navarro Garza, H., & Etchevers Barra, J. D. (2017). Indicadores de Calidad de Suelo Para Evaluar su Fertilidad. *Agrociencia*, 51(8), 813-831.
- FAO. (2006). *Evapotranspiración del Cultivo*. Roma: Academia: Accelerating the world's research. Obtenido de : <http://www.fao.org/docrep/009/x0490s/x0490s00.htm>
- Fernández Cano, L. H., & Hidalgo Togores, J. (2011). *Tratado de Viticultura* (4 ta. ed.). México: Mundi-Prensa Libros, S.A.
- Fernandez Escobar, R., Barranco Navero, D., & Rallo Romero, L. (2017). *El Cultivo del Olivo*. Córdoba : Mundi-Prensa Libros, S.A.
- Fernández Gómez, R., Ávila Alabarques, R., López Rodríguez, M., Gávilan Zafra, P., & Oyonarte Gutiérrez, N. (2010). *Manual De Riego Para Agricultores Módulo 1. Fundamentos del Riego*. Sevilla: Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
- Fernández Gómez, R., Yruela Morillo, C., Milla Milla, M., García Bernal, J., & Oyonarte Gutiérrez, N. (2010). *Manual de Riego para Agricultores Módulo 4. Riego Localizado*. Sevilla: Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
- Fernández, C. (22 de julio de 2021). *Puno: pobladores incursionan en el cultivo de ajo orgánico para reactivar su economía golpeada por el COVID-19*. Obtenido de El Comercio: <https://elcomercio.pe/peru/puno-acora-pobladores-incursionan-en-el-cultivo-de-ajo-organico-para-reactivar-su-economia-golpeada-por-el-covid-19-agricultura-noticia/?ref=ecr>



Ferreyra E., R., & Peralta A., J. (Nobiembre-Diciembre de 1989). *Riego en el Cultivo de Ajos*. Obtenido de INIA:  
<https://hdl.handle.net/20.500.14001/35310>

Fuentes Yague, J. L. (2003). *Técnicas de Riego* (4 ed.). Madrid: Aedos, s. a.

Galíndez , A., González, J. C., & Aranguren , E. (Noviembre 2018). Riego por Microaspersión. *Trabajo presentado en la Conferencia de PNF en Agroalimentación en la Universidad Politécnica Territorial de Yaracuy*. Yaracuy. Obtenido de <https://es.slideshare.net/kimberlynveronica/riego-por-microaspersion>

Gama Fuertes , M. (2007). *Biología I - Sep"un Enfoque Constructivista"* (3ra. ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México.

García Luna, A. (2017). *Instalaciones, su acondicionamiento, limpieza y desinfección*. Córdoba: Ediciones Paraninfo, S. A.

García Quintana, Y., Bonilla Vichot, M., & Padilla Torres, G. (2013). *Ecología, Silvicultura y conservación de los Pinares de la Región Occidental de Cuba (Pinus caribaea Morelet var. caribaea y Pinus tropicalis Morelet)*. Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante.

Giullermo, C. (2000). *Ingeniería del riego: Uso racional del agua*. Madrid-España: Primera Edición. Editorial Paraninfo.

Gurovich Rosenberg, A. L. (1985). *Fundamentos y Diseño de Sistemas de Riego*. San José: IICA, 1985. Obtenido de:  
<http://repositorio.iica.int/handle/11324/7213>



- Henriquez, H. C., & Cabalceta Aguilar, G. (1999). *Guía Práctica Para el Estudio Introductorio de los Suelos con un Enfoque Agrícola*. Montes de Oca: 1ra. Edición- San José Costa Rica: ACC.
- Hernández Jiménez, A., Bojórquez, S. J., Morell Planes, F., Cabrera Rodríguez, A., Ascanio Gacía, M. O., García Paredes, J. D., . . . Najera Gonzales, O. (2010). *Fundamentos de la estructura de suelos tropicales* . Nayarit: Univ. Autónoma de Nayarit, 2010.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Pilar, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. Santa Fe: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- HF. (14 de abril de 2021). *Estimación de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) con "HF Riego" y "ET<sub>o</sub> Calculator"*. Obtenido de Archivo de Video: <https://www.youtube.com/watch?v=SFx0VD-gLhA&t=196s>
- Huaman Hilari, Z. L. (2019). *Microorganismos eficaces (EM) en diferentes sustratos de materia orgánica en el cultivo de ajo bajo invernadero en Puno [Título de Grado, Universidad Nacional del Altiplano Puno]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/11330>
- Huez López, M., Preciado , F., López Elías , J., Álvarez , A., Jiménez, J., & Valenzuela , P. (2009). Productividad de Ajo (*Allium sativum* L.) Bajo riego por goteo en la Costa de Hermocillo- México. *Biotecnia*, 11(2), 3-12. doi:<https://doi.org/10.18633/bt.v11i2.58>





- Ibarra , J. T., Caviedes, J., Barreau, A., & Pessa, N. (2019). *Huertas Familiares y Comunitarias*. Santiago: Ediciones uc.cL.
- IICA. (1983). *Relación Agua Suelo y Planta*. Santo Domingo: Publicaciones Misceláneas No.425 ISSN 0534-5391.
- INIA . (20 de Mayo de 2020). *Interpretación de Resultados del Análisis de Suelos*. Obtenido de Archivo de Video: <https://www.youtube.com/watch?v=z-kldeEdz-o>
- Kenneth Largaespada, C. H. (2015). Distribución Espacial de la Humedad y su Relación con la Textura en un Suelo. *Agronomía Costarricense*, 39(3), 137-147.
- Lechtman, H., & Soldi, A. M. (1985). *La Tecnología del Mundo Andino*. Mexico: Universidad Nacional Autonoma de México.
- Leiton Soubounier, J. S. (1985). *Riego y drenaje* . San Jose: Primera Edición: Editorial Universidad Estatal a Distancia San Jose, Costa Rica, 1985.
- Lellis, B. (2017). *Efecto del riego deficitario controlado optimizado por etapas, para volúmenes limitados de agua, en el rendimiento y la calidad del ajo morado de las Pedroñeras.*[Tesis de doctorado, Universidad de Castilla-La Mancha]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=150017>
- Leyva, L. (08 de diciembre de 2019). *Ajo Chino*. Obtenido de Tuberculos.org: <https://www.tuberculos.org/bulbos/ajo-chino/>
- Liotta, M. A. (2015). *Riego por goteo*. San Juan, Argentina: PROSAP; INTA.



LR Puno. (11 de Octubre de 2021). *Ajos de altura: Acora busca convertirse en la mayor productora de Puno*. Obtenido de La Republica: <https://larepublica.pe/sociedad/2021/10/11/ajos-de-altura-acora-busca-convertirse-en-la-mayor-productora-de-puno-lrsd/>

LR Puno. (08 de Julio de 2022). *Puno deja la papa y ahora cultiva ajos para la exportación*. Obtenido de Archivo de video: <https://www.youtube.com/watch?v=475n6YLBASs>

Madariaga Villarroel , M., & Catalán Farfán, A. (2020). *Valorización del Cultivo del Ajo (Allium sativum) en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins*. Rengo: Trama Impresores S.A. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6925/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20424?sequence=1>

Martínez Bencardino, C. (2012). *Estadística y muestreo*. 13°. Bogotá: ECOE ediciones.

Martinez Romero, A., López Urrea, J. M., & Tarjuelo, A. (2014). *Mejora de la Eficiencia en el Uso del Agua del Ajo: Estrategias de Riego Deficitario Optimizado*. Castilla: Agratechnik b.v. Obtenido de [https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/mejora\\_de\\_la\\_eficiencia\\_en\\_el\\_uso\\_d](https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/mejora_de_la_eficiencia_en_el_uso_d)

Maya Álvarez, M. A. (2013). *Operaciones básicas para el mantenimiento de jardines, parques y zonas verdes*. (1ra. ed.). Málaga: Ediciones Paraninfo S.A.



- Mazza Mirta, G. (2004). *La Fisiología Vegetal en la Ciencia Agraria*. Buenos Aires: Cátedra de Fisiología Vegetal Facultad de Agronomía, UBA.
- Mendoza Roncancio, G., Ramírez, L. A., & Rincón, M. (1989). Respuesta del ajo a un gradiente de humedad. *Universidad Nacional de Colombia*, 22(19), 39-44. Obtenido de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/32892>
- MGAP. (6 de Julio de 2015). *Modulo 1: Cálculo de la Lámina de Riego Primera Parte*. Obtenido de Archivo de Video: <https://www.youtube.com/watch?v=hs9edqD3eP8>
- Millán Marreno, F. (2016). *Curso de Química II. Unidad 6: Calidad de aguas potabilizables*. Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño, Extensión Mérida.: 2016.
- Millán Marreno, F. (2016). *Curso de Química II. Unidad 6: Calidad de aguas potabilizables*. Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño, Extensión Mérida.: 2016. doi:10.13140/RG.2.1.4267.8000
- Millar A., A. (1993). *Manejo de Agua y Producción Agrícola*. Chillán: Copyringht.c.1993 de IICA.
- MINAGRI. (2015). *Cálculo de eficiencia para Sistema de Riego [Manual, Ministerio de Agricultura y Riego]*.
- MINAGRI. (04 de Marzo de 2020). *El Ajo en el Contexto Mundial y nacional*. Obtenido de: [https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/2020/04/El\\_Ajo\\_MercadoMundial.pdf](https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/2020/04/El_Ajo_MercadoMundial.pdf)



- Muñoz Arboleda , F. (2010). Importancia del Agua en la Nutrición de los cultivos. *Centro de Investigación de la caña de Azucar de Colombia*, 31(3 y 4), 16-18.
- Muñoz, L. (03 de Agosto de 2021). *Riego por microaspersión*. Obtenido de TodoRiego: <http://www.todoriego.com.ar/w/index.php/en/blog/item/152-riegopormicroaspersion#:~:text=Consiste%20en%20aplicar%20agua%20en,orificio%2C%20de%20remolino%20o%20autocompensante>.
- Naranjo, M. E., & Ataroff, M. (2015). Calibración de Equipos DTR Para su uso en Suelos no Disturbados. *Interciencia*, 40(6), 416-422. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33938675009>
- Narravo Euribe, A. (2016). *Manejo Agronómico del Ajo*. Obtenido de SliderPlayer: Recuperada de: <https://slideplayer.es/slide/7515837/>
- Narravo García, G., & Narravo García, S. (2013). *Química Agrícola: Química del Suelo y de los Nutrientes Esenciales Para las Plantas* (3ra. ed.). Madrid: Mundi-Prensa S. A.
- Nicho Salas, P., & Condor Caro, J. (2012). *Tecnología de Producción de Ajo*. Lima: Programa Nacional de Medios y Comunicación Técnica- INIA.
- Nicolás De la Cruz, N. S. (2017). *Efecto De La Densidad De Siembra En Dos Ecotipos De Ajo (Allium sativum L.) Conducido Con Manejo Orgánico Y Riego Por Aspersión En Chiñama, Distrito De Kañaris. [Título de Grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]*. Repositorio Institucional. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/1031>



- Nicolás De la Cruz, N. S. (2017). *Efecto De La Densidad De Siembra En Dos Ecotipos De Ajo (Allium sativum L.) Conducido Con Manejo Orgánico Y Riego Por Aspersión En Chiñama, Distrito De Kañaris. [Título de Grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].* Repositorio Institucional. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/1031>
- Núñez Solís, J. (2000). *Fundamentos de Edafología.* San José: Primera Edición: Editorial Universidad Estatal a Distancia San José Costa Rica, 1981.
- Orsdon, I., & Vaughn, H. (2003). *Principios y aplicaciones del riego.* Buenos: Reverté, S. A., 1985.
- Pais Llanca , J. (s.f.). *Evaluación Técnica y Económica de la Producción de Ajo Bajo Riego por Goteo [Tesis de Grado, Universidad de Chile].* Repositorio Institucional. Obtenido de: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/101747>
- Parra Rincon, M. A., Fernandez Escobar, R., Narravo Garcia, C., & Arquero Quilez, O. (2003). *Los suelos y la fertilización del olivar en zonas* (1er. ed.). Córdoba: Ediciones Mundi-Prensa.
- Peñapareja Soto, D. J., Merino Merino, D., & Ansorena Miner, J. (2017). *Césped deportivo. Manual práctico del cuidador.* Madrid: Ediciones Nobel S.A.
- Pinzón Ramírez , H. (2009). *El Cultivo del Ajo.* Bogotá: Produmedios Editorial para le Sector Agropecuario .
- Pinzón, H. (2009). *El Cultivo de Ajo.* Bogotá: Camilo Baquero .



- Piñeros , K., Gimenez, C., Serpa , Y., Galindez, M., Noguera , M., Montezuma, E., . . . Montilva , E. (Noviembre 2018). Riego por Goteo. *Trabajo presentado en la Conferencia de PNF en Agroalimentación en la Universidad Politécnica Territorial de Yaracuy*. Yaracuy. Obtenido de: <https://es.slideshare.net/kimberlynveronica/riego-por-goteo-123834426>
- Prieto, D., Angella, G., & Salgado, R. (Noviembre 2014). Eficiencia de aplicación en riego gravitacional. *Trabajo presentado en Cuarta Reunión Internacional de Riego en el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca* . San Miguel de Tucuman.
- Reyes Yaranga , M. (2015). *DENSIDAD DE PLANTAS EN EL RENDIMIENTO DE AJO (Allium sativum L.) VARIEDAD MORADO AREQUIPEÑO, CANAÁN 2750 msnm, AYACUCHO. AYACUCHO [Tesis de Grado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]*. Repositorio Institucional. Obtenido de: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/899>
- Rodríguez López, P. A. (2014). *Efecto de tres técnicas de riego por aspersión en el cultivo del ajo (Allium sativum L.) en el caserío de Chupicaloma-Baños del Inca - Cajamarca [Tesis de Grado, Univesidad nacional de Cajamarca]*. Repositorio Institucional, Cajamarca. Obtenido de: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1813>
- Ruíz Canales, A., & Molina Martínez, M. J. (2010). *Automatización y Telecontrol de Sistemas de Riego* (1ra. ed.). Barcelona: Marcombo : Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Murcia.



- Sánchez, R. Á., & Mata Vázquez, H. (15 de Octubre de 2006). Cálculo de Volúmenes de Agua para Riego por Goteo en el Cultivo de Sandía en la Planicie Huasteca [Boletín Agrario]. *INIFAP*. Obtenido de: <https://www.yumpu.com/es/document/read/14909560/calculo-de-volumenes-de-agua-para-riego-por-goteo->
- Santayana Vela, S. (Noviembre 2012). Problemas de drenaje y Salinidad en la costa peruana. *Trabajo presentado en el XI Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola en la Universidad Nacional de la Molina Agraria*. Lima.
- SCCS. (1988). *Fertilidad de suelos* (3ra. ed.). Nieva: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.
- Senamhi. (09 de Febrero de 2020). *Registro de la Estación Hidrometeorológica de Acora e Ilave*. Obtenido de Ministerio del Ambiente: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Senamhi. (09 de Febrero de 2022). *Aviso de Corto Plazo Ante Lluvias Intensas*. Obtenido de Ministerio del Ambiente: [www.senamhi.gob.pe/?p=aviso-meteorologico-detalle&a=2020&b=055&c=022&d=SENA](http://www.senamhi.gob.pe/?p=aviso-meteorologico-detalle&a=2020&b=055&c=022&d=SENA)
- SENASA. (Septiembre 2022). Capacitación de Pequeños Productores de Ajo para Consolidar Crecimiento Agroexportador en Acora. *Trabajo presentado en el Primer Informe de Control y Capacitación de la Producción Orgánica de Ajo Chino En la Municipalidad Distrital de Acora*. Acora.



- SSE. (14 de Junio de 2021). *Proyecto Piloto de Cultivo de Ajos en Acora*. Obtenido de Archivo de video: [https://www.youtube.com/watch?v=FMuhp3IO5\\_M](https://www.youtube.com/watch?v=FMuhp3IO5_M)
- Stephen Fulder, J. B. (1991). *El Ajo un Remedio Natural*. México: Ediciones Étoile, S.A de C.V.
- Suaréz Castro, F. (1979). *Conservación de Suelos*. Costa Rica: Tercera Edición: 1979 Editorial IICA.
- Taiz, L., & Zeiger, A. (2006). *Fisiología Vegetal*. Los Angeles: Publicacions de la Universitat Jaume.
- Terán Quiroga , O. (1997). *El Cultivo del Ajo*. La Paz: Plural : Centro de Información para el Desarrollo.
- Torres Torres, H. M. (2018). *Determinacion del uso consuntivo del Ajo VAR. Napuri (Allium sativum L.) con riego por goteo en la Irrigacion Majes – Arequipa [Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Agustin]*. Repositorio Institucional. Obtenido de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7737>
- Tortosa, G. (18 de Agosto de 2019). *Materiales para compostar: estiércol de vaca*. Obtenido de Compostando Ciencia: <http://www.compostandociencia.com/category/materiales-compostables/>
- UAE. (3 de Junio de 2020). *Acidez del Euelo y uso de Enmiendas Orgánicas*. Obtenido de Archivo de Video: <https://www.youtube.com/watch?v=T9FcaNXzqF8>





- UPM. (17 de Abril de 2017). *MOOC Riego 3.2: Eficiencia de aplicación del agua de riego*. Obtenido de Archivo de Video:  
[https://www.youtube.com/watch?v=s7\\_MGoetqiU&t=50s](https://www.youtube.com/watch?v=s7_MGoetqiU&t=50s)
- Valverde Conejo, C. J. (1998). *Riego y drenaje*. Montes de Oca : Universidad Estatal a Distancia.
- Vargas, R., Gonzales, C., Olivares, M., & Bobadilla, B. (2020). *Manual de Evaluación de Suelos*. Mexico: Grupo de trabajo del Concurso Mexicano de Evaluación de Suelos, Comisión de Acción Juvenil de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.
- Vazquez Manzanares , V. M. (17 de Septiembre de 2012). *Movimientos Estomáticos Y Transpiración*. Obtenido de The Environmentalist Journal:  
<http://theenvironmentalistjournal.blogspot.com/2012/09/movimientos-estomaticos-y-transpiracion.html>



## ANEXOS

**Anexo 1. Registro Meteorológico – Estación climatológica Ilave**

DEPARTAMENTO : PUNO                      LATITUD : 16°04'03"                      CODIGO : IE+05  
 PROVINCIA : EL COLLAO                      LONGITUD : 16°39'43"                      RECORD : 01/1964 - 11/2019  
 DISTRITO : ILAVE                      ALTITUD : 3871 m.s.n.m.

PARAMETROS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	PROM.
T.Maxima	14.8	14.7	14.6	14.9	14.5	13.7	13.5	14.3	15.0	16.1	16.5	15.9	178.4	14.9
T. Minima	4.5	4.5	4.3	2.5	-0.7	-3.0	-3.5	-2.1	0.1	1.8	2.9	3.9	15.2	1.3
T. Media	9.6	9.6	9.4	8.7	6.9	5.4	5.0	6.1	7.6	9.0	9.7	9.9	96.8	8.1
Oscilacion	10.3	10.0	10.2	12.4	15.2	16.9	17.0	16.5	14.7	14.3	13.6	12.1	163.2	13.6
T. Min. Absoluta	-2.4	-5.6	-2.6	-6.0	-10.0	-16.0	-14.4	-12.2	-9.8	-8.2	-6.8	-6.8	-100.8	-8.4
Oscilacion Max.	20.8	17.0	20.0	24.6	24.6	33.6	26.8	29.2	25.8	24.4	23.8	24.6	295.2	24.6
Precipitacion														
Total (mms)	171.0	138.1	114.3	43.6	11.5	6.2	4.8	17.4	23.9	33.0	50.2	86.4	700.4	58.4
N° de dias	20	18	18	8	4	2	1	3	6	7	9	16	111.7	9.3
Prec. Max., en 24 Hrs.(dia)	46.0	43.7	41.0	39.5	19.3	25.8	13.8	30.7	34.6	39.7	34.0	39.9	408.0	34.0
H.Rel. ( 07-13-19) %	72	73	72	66	56	55	56	56	57	55	57	64	739.9	61.7
Tension Vapor (mb)	7.8	7.9	8.1	7.0	5.2	4.6	4.5	4.8	5.8	5.7	6.1	7.0	74.6	6.2
Punto Rocio (°C)	4.3	4.7	4.1	1.8	-2.4	-3.8	-4.4	-3.7	-1.3	-1.5	0.4	2.3	0.4	0.0
Evap. Total (mm) "A"	152.0	134.4	140.8	134.7	140.0	120.8	126.9	141.6	159.1	180.0	182.1	178.1	1790.5	149.2
Evap. Promedio diario	4.9	4.7	4.5	4.5	4.5	4.0	4.1	4.6	5.3	5.8	6.1	5.7	58.8	4.9
Nubosidad (Octavos)	6	6	5	4	3	2	2	3	4	4	5	5	49.4	4.1
Velocidad de Viento M/seg.	3.1	3.2	2.8	2.9	3.0	2.7	2.9	3.2	3.4	3.6	3.6	3.4	37.7	3.1
Velocidad Max. de viento	9	9	10	8	10	9	11	11	11	11	9	10	118.5	9.9

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI (2019)

## Anexo 2. Certificados del análisis de suelos del terreno experimental T01 y T02

**ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN**

Nombre: Chander Antony Calle Ccama.  
 Proyecto: Efecto de riego por goteo y microaspersión en el rendimiento de ajo chino (*Allium sativum*), en la Comunidad de Challapujo, Ilave – El Collao – Puno.  
 Procedencia: Ilave.  
 Fecha de Recepción: 12 de Octubre del 2021.      Fecha de Certificación: 29 de Octubre del 2021.  
**Caracterización de Propiedades Relativamente Permanente del Suelo.**

Nº	Cod. Lab.	MARCAS	ANÁLISIS MECANICO				CO <sub>2</sub> Ca %	Mat. Org. %	N. TOTAL %
			Arena	Arcilla	Limo	Textura			
			%	%	%				
1	320J3	T01	31.44	19.28	49.28	F	0.00	2.00	0.074
2	320J4	T02	31.44	17.28	51.28	FL	0.00	1.98	0.073
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

**Caracterización del Estado de Fertilidad y Condiciones Alterables del Suelo.**

Nº	Suelo : Agua 1:2.5		NUTRIENTES DISPONIBLES			CATIONES CAMBIABLES					CIC	Suma Cationes
	pH	C.E. mmhos/cm	P (ppm)	K (ppm)	Al	Ca	Mg	Na	K			
					me/100g	me/100g	me/100g	me/100g	me/100g	me/100g		
1	6.631	0.111	9.77		0.00	5.40	1.20	0.03	0.51	8.00		7.14
2	6.177	0.006	9.63		0.00	5.00	3.00	0.03	0.47	9.02		8.50
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

**Métodos utilizados en el Laboratorio:**  
 Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpresión, Octubre 1988. 195p.

**Conclusiones:**  
 La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.

**Nota:**  
 Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento. (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo)

ING. JORGE CANIHUA ROJAS  
 Jefe Laboratorio Análisis  
 SALCEDO

La Rinconada Salcedo S/N°-Puno  
 T: (051) 363 812  
 www.inia.gob.pe  
 www.minagri.gob.pe

BICENTENARIO  
PERÚ 2021

Ilustración 01. Análisis de Caracterización textural y químico del suelo experimental





PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

### CERTIFICADO DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : Chander Antony Calle Ccama.  
INTERESADO :  
DIRECCIÓN :  
PROCEDECIA :  
PRODUCTO : Estiércol de Ovino  
CANTIDAD :  
MUESTREO : Interesado.  
TIPO DE ANÁLISIS : Análisis de NPK, MO, pH y CE.  
N° DE ANÁLISIS : 02.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 12 de Octubre del 2021.  
FECHA DE CERTIFICACIÓN : 13 de Noviembre del 2021.  
**DETERMINACIONES QUÍMICAS:**

Determinaciones	Muestra de
	Estiércol Fermentado de Ovino
Nitrógeno %	1.70
Fósforo %	2.28
Potasio %	0.79
CE mmhos/cm. 25°C	4.11
pH	7,58
MO %	42,84

#### Referencias:

Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimprisión, Octubre 1988. 195p.  
Nitrógeno: Método semimicrokjeldahl (Digestión con ácido sulfúrico).  
Fósforo: Método del Metavanadato de amonio (Espectrofotómetro digital 21)  
Potasio: Ataque con ácido sulfúrico (Fotómetro de flama)  
pH: Potenciómetro.  
CE: Conductímetro de 02 anillos.

#### Conclusiones:

La muestra analizada de Estiércol Fermentado de Ovino CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales, utilizados en el análisis.

#### Nota:

Ninguno.

#### Validez del Certificado:

El presente Certificado es válido, si permanece en el papel original. El documento en su papel original tendrá validez por el periodo de noventa (90) días calendario a partir de la fecha de emisión. (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).



INIA  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ing° JORGE CANIHUA ROJAS  
Jefe Laboratorio Análisis  
BALCEDO

La Rinconada Salcedo S/N°-Puno  
T: (051) 363 812  
www.inia.gob.pe  
www.minagri.gob.pe



BICENTENARIO  
PERÚ 2021

Ilustración 02. Análisis del estiércol de ovino fermentado



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

#### REPORTE DE ANÁLISIS

SOLICITANTE : Chander Antony Calle Ccama.  
INTERESADO :  
DIRECCION :  
PROCEDECENCIA :  
PRODUCTO : Suelo.  
TIPO DE ANALISIS : Densidad Aparente, Capacidad de Campo y Punto de Marchitez.  
N° DE ANALISIS : 01.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 12 de Octubre del 2021.  
FECHA DE CERTIFICACIÓN : 13 de Noviembre del 2021.

N°	Determinaciones	Densidad Aparente gr/cc	Capacidad de Campo %	Punto de Marchitez %
01	T01	1.28	20.31	10.33
02	T02	1.31	19.99	10.16

#### Referencias:

Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpression, Octubre 1988. 195p.

#### Conclusiones:

La muestra analizada de Suelos CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.

#### Nota:

Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento.

Los resultados son aplicables a esta muestra.



I N - I A  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ing° JORGE CANIHUA ROJAS  
Jefe Laboratorio Análisis  
SALCEDO

La Rinconada Salcedo S/N°-Puno  
T: (051) 363 812  
www.inia.gob.pe  
www.minagri.gob.pe



BICENTENARIO  
PERÚ 2021

Ilustración 03. Análisis de la Caracterización hídrica del suelo





FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS DE SUELOS

PROCEDENCIA : C.C. CHALLAPUJO – DIST. ILAVE – PROV. EL COLLAO - PUNO  
INTERESADO : CHANDOR ANTONY CALLE CCAMA  
PROYECTO DE TESIS : EFECTO DE LOS RIESGOS POR GOTEO Y MICROASPERION EN EL RENDIMIENTO DE AJO CHINO (*Alium Sativum*) EN LA COMUNIDAD DE CHALLAPUJA ILAVE – EL COLLAO PUNO.  
FECHA DE MUESTREO : 25/04/2022 (por el interesado)  
FECHA DE ANALISIS : 25/04/2022  
TOTAL DE MUESTRAS : 02 MUESTRAS.

MUESTRA 01 – 02:

RESULTADOS DE MUESTRAS

CODIGO DE MUESTRAS	MUESTRA MICROASPERION	MUESTRA POR GOTEO
HUMEDAD %	8.79	23.44
POROSIDAD %	54.00	52.00
INFILTRACION cm/h	1.8	1.5

D. Sc. Evaristo Mamani Mamani  
JEFE DE LABORATORIOS DE AGUA Y SUELOS

Ilustración 04. Análisis de la Relación hídrica del suelo textural



REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

Análisis N°: 1314
Fecha de Entrada: 12 de Octubre del 2021
Fecha de Certificación: 13 de Octubre del 2021
Sistema de Riego:

Localización: Chander Antony Calle Ccama. Proyecto: Efecto de Riego por goteo y microaspersión de Ajo Chino (*Allium sativum*), en la Comunidad de Challapujo, llave - El Collao - PUNO.

Determinaciones		
pH	7.456	
C.E.	2.06	25°C (mS/cm)
Sales Totales	1.23	(gr/l)
Dureza Total	28.55	CaCO <sub>3</sub> (G.H.F.)
Alcalinidad total	3080.00	CaCO <sub>3</sub>
R.A.S.	0.09	
S.C.R.	-2.62	
Temperatura		°C
Oxígeno	3.00	(mg/l)
<b>CACIONES</b>	<b>meq/l</b>	<b>mg/l</b>
Calcio	2.40	48.09
Magnesio	3.30	40.12
Potasio	0.56	21.89
Sodio	0.16	3.68
<b>TOTAL</b>	<b>6.42</b>	
<b>ANIONES</b>	<b>meq/l</b>	<b>mg/l</b>
Cloruros	1.30	46.09
Sulfatos	2.04	97.98
Carbonatos	0.00	0.00
Bicarbonatos	3.08	187.91
<b>TOTAL</b>	<b>6.42</b>	

Representación grafica	Muy baja	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
pH					
C.E.					
Sales Totales					
Dureza Total					
R.A.S.					
S.C.R.					
Índice de Scott					
Boro					
Sodio					
Nitratos					
Cloruros					
Bicarbonatos					

Otras Determinaciones	Resultado	
	meq/l	mg/l
Nitratos (N de NO <sub>3</sub> )	0.30	18.60

Clasificación Riverside: C3S1
R.A.S Aguas utilizables para el riego con precauciones
S.C.R: Agua recomendable.
Tipo de Agua: Semi dura
Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox, Diagrama): Agua dudosa a no valida su uso es con cierta precaución



BICENTENARIO  
PERÚ 2021



www.inia.gob.pe

INIA  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

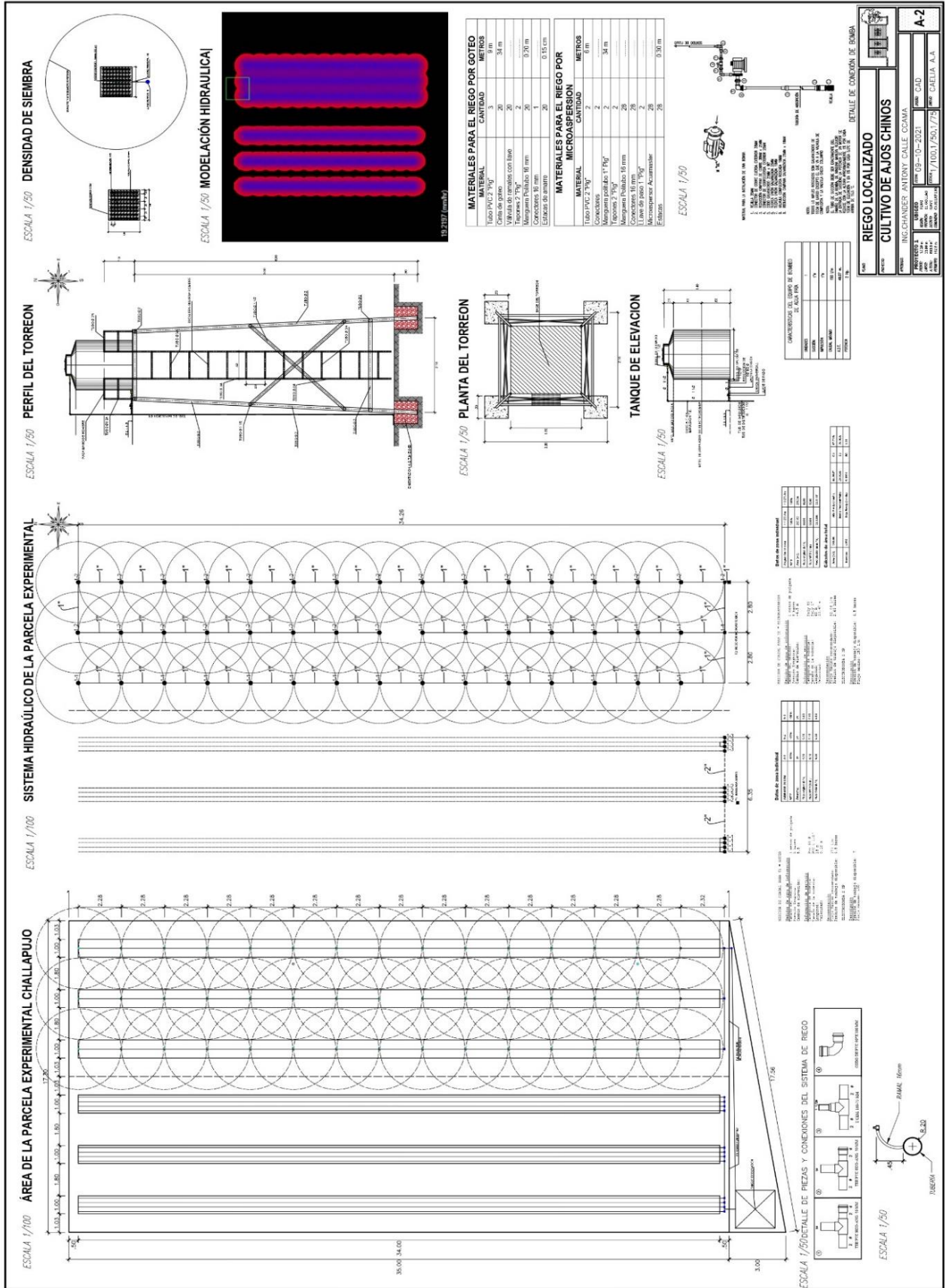
Ing° JORGE GANIHUA ROJAS  
Jefe Laboratorio Análisis

Rinconada de Salcedo s/n  
Puno, Puno, Perú  
T: (051)363-812

Ilustración 05. Análisis de la Calidad de agua para fines de riego



### Anexo 3. Esquema del diseño hidráulico en el terreno experimental



## 1. Materiales que se realizaron en el área de estudio experimental

Para la instalación del sistema de riego por goteo y microaspersión, se utilizaron materiales de tuberías que fueron aprobados bajo las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y la Organización Internacional de Normalización (ISO). Se realizó un ajuste de riego homogéneo mediante el diseño del plano proyectado para el cultivo de ajos que se muestra de la siguiente forma:

### Riego por goteo

- Se conecta a 01 bomba centrífuga de 2 HP de fuerza NTP 360.011 salida de 1 pulgada de 25 mm. de diámetro y de 150 litros/min el caudal inicial, instalada en el pozo artesanal de la propiedad privada dentro del margen de la comunidad, que está bajo la autorización del ANA que resguarda a dicha NTP 350.043 y 350.062 de explotaciones de aguas subterráneas.
- La línea de conducción es de 01 manguera de PE 80 NTP-ISO 4427-2 de 1 pulgada de 25 mm. de diámetro y 40 m. de longitud, que distribuye tanto al sistema de riego por goteo y microaspersión
- La línea de distribución principal es de 01 manguera de PE 80 NTP-ISO 4427-2 de 1 pulgada de 25 mm. de diámetro y 14.5 m. de longitud, que conecta al torreón para el almacenamiento de agua del tanque termoplástico NTP-ISO 2505 capacidad de almacenamiento 1100 litros, altura 1.43 m., 1.07 m. de diámetro y puede llegar abastecer hasta 8 personas, que se comprenden de la manera siguiente:
  - 01 tubería de elevación de PVC agua fría SP PN-10 NTP 399.002 de 1 pulgada de 29.44 mm. de diámetro y 5.5 m. de longitud para el almacenamiento del agua en el taque.
  - 04 tubos de acero al carbón A53 NTP 341.065 de 2 pulgadas de 60.32 mm. de diámetro y 6 m. de longitud en cada uno, es el soporte principal de la carga de agua que se almacena en el tanque.



- 04 tubos de acero al carbón A53 NTP 341.065 de 1 ½ pulgadas de 48.26 mm. de diámetro y 6 m. de longitud en cada uno, es el soporte secundario de la carga de agua que se almacena en el tanque.
  - 06 tubos de acero al carbón A53 NTP 341.065 de ¾ pulgadas de 26.67 mm. de diámetro y 6 m. de longitud en cada uno, utilidad de pasamanos y escalera guarda hombre.
  - Línea de distribución secundaria de una 01 tubería de PVC agua fría SP PN-10 NTP 399.002 de 1 ½ pulgadas de 43.4 mm. de diámetro y 6 m. de longitud, que distribuye al tanque de nivelación a la matriz principal de cada bloque del T-1 (Método: riego por goteo).
- La matriz principal consta de 02 tuberías de PVC desagüe PS C-10 NTP 399.002 de 2 pulgadas de 50 mm. de diámetro y 6m. de longitud, que alimenta a cada válvula ramal que se muestra de la siguiente manera:
- 12 uniones negras de LDPE 80 NTP-ISO 4427-2 de ½ pulgada de 16 mm. de diámetro, que conecta a las mangueras de LDPE 80 NTP-ISO 4427-2 de ½ pulgada de 16 mm. de diámetro y conectan a la matriz principal de riego.
  - 12 mangueras de LDPE 80 NTP-ISO 4427-2 de ½ pulgada de 16 mm. de diámetro y 0.25 m. de longitud, son las conexiones de las uniones negras que se distribuye hasta las válvulas ramales.
  - 12 válvulas ramales de LDPE 80 NTP-ISO 4427-2 de ½ pulgada de 16 mm. diámetro, son las que conducen directamente a las cintas de goteo.
  - 12 cintas por goteo de RO-DRIP de ½ pulgada de 16 mm. de diámetro y clase C-5 mil 3.810 MT y 34 m. de longitud para cada uno, tiene emisores de 0.10 m. de espaciamiento, la presión nominal está en un margen de 5.5 m.c.a y el caudal que distribuye a cada emisor es de 5 litros/hora. Se instaló en los tres bloques para el T-1 (Método: riego por goteo), acondicionadas con 03 jarras para medir la cantidad de agua real que se aplica en todo el ciclo vegetativo del cultivo de ajos chinos.



- Se instaló 01 enlace de LDPE 80 NTP-ISO 4427-2 de 1 pulgada de 32 mm. de diámetro, para conectar la distribución principal del reservorio de agua.
- Se instaló 01 TEE de LDPE 80 NTP-ISO 4427-2 de 1 pulgada de 32 mm. de diámetro, pasa por la conducción principal que distribuye al T-1 (Método: riego por goteo) y T-2 (Método: riego por microaspersión).
- Se instaló 02 niples de conexión PVC agua fría NTP 399.019 de 1 ½ pulgada de 43.4 mm. de diámetro, conecta a la distribución secundaria faltante.
- Se instaló 01 collarín de LDPE 80 NTP-ISO 4427-2 de 2 pulgadas de 50 mm. de diámetro, uso del manómetro que controla las presiones de las tuberías de riego.
- Se instaló 01 llave de PVC agua fría NTP 399.019 de 1 1/2 pulgada de 45 mm. de diámetro, cierre y apertura de la distribución principal del tanque de elevación.
- Se necesitó 02 tapones de PVC desagüe NTP 399.019 de 2 pulgadas de 50 mm. de diámetro, para la purga de la matriz principal.

### **Riego por microaspersión**

- Se aplicó con la misma bomba centrifuga que fue instalada en el pozo artesanal.
- Es la misma línea de conducción principal que distribuye al T-1 (Método: riego por goteo) y T-2 (Método: riego por microaspersión).
- La línea de distribución principal es de 01 manguera de PE 80 NTP-ISO 4427-2 de 1 pulgada de 25 mm. de diámetro y 0.39 m. de longitud, se conecta directamente a las distribuciones secundarias de los microaspersores.



- La línea de distribución secundaria es de 02 mangueras de PE 80 NTP-ISO 4427-2 de 1 pulgada de 25 mm. de diámetro y 48 m. de longitud de cada uno, se aplica para el compartimiento de dos distribuciones hidráulicas de cada bloque del cultivo de ajos que se menciona de la manera siguiente:
  - 45 uniones negras de LDPE 80 NTP-ISO 4427-2 de ½ pulgada de 16 mm. de diámetro, que conecta a las mangueras de LDPE 80 NTP-ISO 4427-2 de ½ pulgada de 16 mm. de diámetro.
  - 45 mangueras de LDPE 80 NTP-ISO 4427-2 de ½ pulgada de 16 mm. de diámetro y 1.5 m. de longitud de cada uno, se conectan de las uniones negras hasta los microaspersores.
  - 45 microaspersores de Grupo Modular, el diámetro de humedecimiento se ajusta para campo abierto e invernaderos que fijan un margen de 1 a 10 m., las presiones en operación son de 1.5 a 3.0 bar, los requerimientos de filtrado varían desde 130 micrones a 200 micrones y pueden llegar hasta un caudal recomendado de 25 l/h hasta los 400 l/h.
  - 45 barras de acero al carbón A615 NTP 341.031 de 3/8 pulgadas de 9.5 mm. de diámetro y 0.5 m. de longitud, se utilizaron como estacas para cada microaspersor en los tres bloques.
- Se instaló 02 enlaces de LDPE 80 NTP-ISO 4427-2 de 1 pulgada de 32 mm. de diámetro, para conectar la distribución secundaria de las mangueras de compartimiento de cada bloque.
- Se instaló 02 TEES de LDPE 80 NTP-ISO 4427-2 de 1 pulgada de 32 mm. de diámetro, para la distribución secundaria de cada compartimiento.
- Se instaló 03 llaves de PVC agua fría NTP 399.019 de 1 pulgada de 25 mm. de diámetro, regula las aplicaciones de dosis de riego para cada bloque.



## 2. Disponibilidad de agua

Para determinar el caudal disponible, se realizó mediante el método volumétrico que lo señala claramente Ampuero (2019) y lo define como un método práctico para el aforo de cuadales con tuberías que puedan ser medidas a través de un recipiente.

- Datos que determinan la capacidad volumétrica de un balde promedio comercial.
  - Diámetro Superior ( $\emptyset$  D1): 0.30 m.
  - Diámetro Inferior ( $\emptyset$  D2): 0.26 m.
  - Altura de recipiente (H): 0.41 m.
- Fórmula del volumen de un cono para la disponibilidad de almacenamiento.

$$\text{Volumen} = \frac{H * \pi}{3} * (R1^2 + R2^2 + R1 * R2)$$

- Para la conversión del diámetro a radio

$$R = \frac{D}{2}$$

- Entonces:

$$D1: 0.30 \text{ m.} / 2 = R1 \text{ 0.15 m.}$$

$$D2: 0.26 \text{ m.} / 2 = R2 \text{ 0.13 m.}$$

- Por lo tanto, la siguiente expresión muestra para el aforo del caudal

$$V = \frac{0.41 * \pi}{3} * (0.15^2 + 0.13^2 + 0.15 * 0.13)$$

$$V = 0.025 \text{ m}^3$$

- El volumen del recipiente obtenido se transforma a litros (L)

$$V: 0.025 * 1000 = 25 \text{ litros}$$

- Aforamiento del caudal de la manguera de PE 80 NTP-ISO 4427-2 de 1 pulgada de 25 mm Ø y 40 m. de longitud que distribuye para ambos tratamientos (T-1 y T-2).
  - Para dichas repeticiones del aforo de caudal, se realizaron 5 veces que los recomienda Ampuero (2019).

Nº	Volumen de recipiente	Tiempo de llenar el recipiente
1	25 litros	16.12 segundos
2	25 litros	16.22 segundos
3	25 litros	16.31 segundos
4	25 litros	16.25 segundos
5	25 litros	16.18 segundos

- El total de aforo que se distribuye en el terreno experimental es de 81.65 segundos, que se promedia con el mismo resultado.

$$\text{aaa} \frac{81.65}{5} = 16.33 \text{ Seg}$$

- Fórmula general que determina el método volumétrico.

$$Q = \frac{V}{t}$$

- En tanto, se muestra la velocidad del caudal para ambos tratamientos

$$Q = \frac{25 \text{ l}}{16.33 \text{ seg}}$$

$$Q = 1.541 \text{ l/seg}$$

- El caudal obtenido se transforma a litros (l/min)

$$\text{aQ: } 1.541 \text{ l/seg} * 60 \text{ min}$$

$$\text{a Q: } 92.46 \text{ litros/ minutos}$$

### 3. Cálculo del diseño hidráulico para ambos tratamientos de estudio

Para el diseño hidráulico del tratamiento T-1 y el tratamiento T-2 se muestra de la siguiente forma:



- Datos para determinar la velocidad del caudal del tanque de elevación en la distribución de cada repartición del tratamiento T-1.
  - Diámetro de tubería agua fría SP PN-10 NTP 399.002 de 1 ½ pulgadas (Distribuye del tanque de nivelación a la matriz principal de cada bloque): 43.4 mm Ø.
  - Diámetro de tubería de PVC desagüe PS C-10 NTP 399.002 de 2 pulgadas (se conecta a la tubería de transición para la matriz principal después de la llave de paso de 1 ½ pulgadas): 50 mm Ø
  - Altura del reservorio de 01 tubería de elevación de PVC agua fría SP PN-10 NTP 399.002 de 1 pulgada de 29.44 mm Ø (Almacenamiento de agua del tanque): 5.5 m. de longitud.

Cálculo del caudal de gravedad del torreón experimental mediante la fórmula Bernoulli y la ecuación de continuidad.

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2$$

Donde:

$p_1$  y  $p_2$ : Puntos de presión de un sistema (Pa)

$v_1^2$  y  $v_2^2$ : Velocidades en puntos correspondientes de un sistema (m/s)

$z_1$  y  $z_2$ : Alturas verticales relativas dentro de un sistema (m)

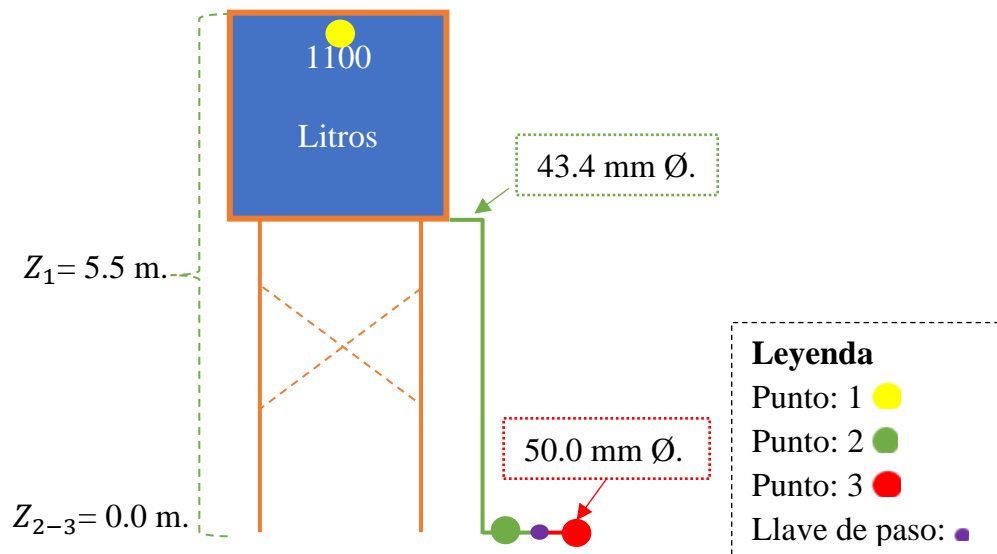
$\gamma$ : Densidad (kg/m<sup>3</sup>)

$g$ : Constante gravitatoria (9.81 m/s<sup>2</sup>)

- Se tiene el diseño del torreón con sus datos correspondientes.



Imagen 01: Diseño del reservorio



- Para determinar la velocidad 3 por el área 3, se toma el punto 1 y el punto 3 ( $Q = A \cdot V$ ).

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{p_3}{\gamma} + \frac{v_3^2}{2g} + Z_3$$

$$0.0 + 0.0 + 5.5 = 0.0 + \frac{v_3^2}{2(9.81)} + 0.0$$

$$\sqrt{5.5 * 2(9.81)} = v_3$$

$$v_3 = 10.39 \text{ m/s}$$

- La conversión del diámetro de tubería se requiere de mm a m.  
Punto 2: 43.4 mm Ø = 0.0434 m (presión de tubería)  
Punto 3: 50.0 mm Ø = 0.05 m (caudal de salida para el riego)
- Por lo tanto, para saber la velocidad de caudal se requiere m a m<sup>2</sup> que se muestra en la siguiente fórmula:

$$\pi * \frac{(D)^2}{4}$$

$$\text{Punto 2 (A2): } \pi * (0.0434 \text{ m})^2 / 4 = 0.00148 \text{ m}^2$$

$$\text{Punto 3 (A3): } \pi * (0.05 \text{ m})^2 / 4 = 0.00196 \text{ m}^2$$



- El caudal de salida del punto 3 se detalla de la siguiente manera.

$$Q = A_3 * V_3$$

$$Q = 0.00196 \text{ m}^2 * 10.39 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.0204 \text{ m}^3/\text{s} = 1224 \text{ l/min}$$

$$Q = 1224 \text{ l/min}$$

- En este caso se tiene que determinar la velocidad del punto 2 mediante la fórmula de la continuidad que se expresa del siguiente modo.

$$A_2 * V_2 = A_3 * V_3$$

- Se toma esta fórmula por el área de la tubería transitoria como intersección de la llave de paso del punto 2 al punto 3.

$$0.00148 \text{ m}^2 * V_2 = 0.00196 \text{ m}^2 * 10.39 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{0.00196 \text{ m}^2 * 10.39 \text{ m/s}}{0.00148 \text{ m}^2}$$

$$V_2 = 13.76 \text{ m/s}$$

- El caudal de la intersección del punto 2 se muestra de la siguiente forma.

$$Q = A_2 * V_2$$

$$Q = 0.00148 \text{ m}^2 * 13.76 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.0204 \text{ m}^3/\text{s} = 1224 \text{ l/min}$$

- La presión de la tubería del punto 3, se realizó con el instrumento del manómetro que ejerce la presión de la matriz principal mediante el cierre de las válvulas ramales de cada bloque que muestra en PSI a Bares.

$$\text{PSI: } 4.0 = 0.276 \text{ bares.}$$

- Por lo tanto, las especificaciones técnicas hidráulicas de los tratamientos T-1 y T-2, se especifican de la siguiente manera:

- Las especificaciones técnicas del diseño hidráulico en el T-1, se indica de la siguiente forma.

<b>Especificaciones del sistema hidráulico</b>	<b>Dato</b>	<b>Unidad</b>
<b>Medidor de agua de información</b>		
Tamaño del medidor	1/2	m/pulgada
Presión estática	5.0	bares
Cambio de elevación (altura de base)	5.5	m
<b>Información de servicio</b>		
Categoría de tubería (PVC)	43.4	mm
Tamaño de la tubería (PVC)	1 1/2	m/pulgada
Longitud (del torreón a la matriz principal)	6.5	m
Velocidad (flujo de tubería del punto 3)	10.39	m/s
<b>Recomendación</b>		
Flujo máximo recomendado	1224	l/m
Presión de trabajo disponible	0.276	bares
Descripción de la Electrobomba 2HP		
Presión del trabajo disponible	4.5	bares
Flujo máximo	150	l/min

- En tanto se toman las siguientes características que se determinan sus velocidades de caudal con el programa (RainCad 2020).

<b>Asignación de zona</b>	<b>A-1</b>	<b>A-2</b>	<b>A-3</b>	<b>Unidad</b>
WTF (Riego)	100	100	100	%
Área regada	34	34	34	m <sup>2</sup>
Flujo original	5.0	5.0	5.0	l/h
Caudal de gotero	0.10	0.10	0.10	l/m
Flujo total	6.0	6.0	6.0	l/h

- Datos para determinar la velocidad del caudal en la distribución de cada repartición del tratamiento T-2 con el programa (RainCad 2020).

- Ramos de tuberías principales de la Zona: 1-1 de 88 (l/min)

<b>Nodos</b>	<b>Descripción (22 as)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Caudal (l/m)</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>Pérdida (bares)</b>
2>1	Poli 1"	0.24	87.99	2.63	0.007
1>3	Poli 1"	2.88	87.99	2.63	0.085



- Descripción de la presión de tuberías en la Zona: 1-1

<b>Nodos</b>	<b>Tamaño de la tubería</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Caudal (l/m)</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>Pérdida (bares)</b>
1-2	1"	2.28	59.99	1.793	0.041
2-3	1"	2.32	28.00	0.837	0.008
4-5	1"	2.28	20.00	0.598	0.004
3-4	1"	2.28	24.00	0.717	0.006
6-7	1"	2.28	4.00	0.120	0.000
8-6	1"	2.28	8.00	0.239	0.001
9-8	1"	2.28	12.00	0.359	0.002
5-9	1"	2.28	16.00	0.478	0.003
10-11	1"	2.28	4.00	0.120	0.000
1-12	1"	2.32	59.99	1.793	0.034
13-10	1"	2.28	8.00	0.239	0.001
14-13	1"	2.28	12.00	0.359	0.002
15-14	1"	2.28	16.00	0.478	0.003
16-15	1"	2.28	20.00	0.598	0.004
17-16	1"	2.28	24.00	0.717	0.006
18-17	1"	2.28	28.00	0.837	0.008
19-18	1"	2.28	32.00	0.957	0.010
20-19	1"	2.28	36.00	1.076	0.013
21-20	1"	2.28	40.00	1.196	0.016
22-21	1"	2.28	44.00	1.315	0.019
23-22	1"	2.28	47.99	1.435	0.022
24-23	1"	2.28	51.99	1.554	0.025
12-24	1"	2.28	55.99	1.674	0.029

- Ramos de tuberías principales de la Zona: 1-2 de 92 (l/min)

<b>Nodos</b>	<b>Descripción (22 as)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Caudal (l/m)</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>Pérdida (bares)</b>
2>1	Poli 1"	0.236	91.99	2.75	0.008
1>3	Poli 1"	2.875	91.99	2.75	0.008



- Descripción de la presión de tuberías en la Zona: 1-2

<b>Nodos</b>	<b>Tamaño de la tubería</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Caudal (l/m)</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>Pérdida (bares)</b>
1-2	1"	2.28	63.999	1.913	0.037
3-1	1"	2.28	67.999	2.033	0.042
4-3	1"	2.28	71.999	2.152	0.046
5-4	1"	2.28	75.999	2.272	0.051
6-7	1"	2.28	36.000	1.076	0.013
8-9	1"	2.28	28.000	0.837	0.008
9-7	1"	2.28	32.000	0.957	0.013
10-6	1"	2.28	40.000	1.196	0.016
11-10	1"	2.28	44.000	1.315	0.019
12-11	1"	2.28	47.999	1.435	0.022
13-12	1"	2.28	51.999	1.554	0.025
14-13	1"	2.28	55.999	1.674	0.029
2-14	1"	2.28	59.999	1.793	0.033
15-8	1"	2.28	24.000	0.717	0.006
16-15	1"	2.28	20.000	0.598	0.004
17-16	1"	2.28	16.000	0.478	0.003
18-17	1"	2.28	12.000	0.359	0.002
19-18	1"	2.28	8.000	0.239	0.001
20-19	1"	2.28	4.000	0.120	0.000
21-5	1"	2.28	79.999	2.391	0.056
22-21	1"	2.28	83.999	2.511	0.062
23-22	1"	2.28	87.999	2.630	0.067
24-23	1"	2.32	91.999	2.750	0.074

- Descripción de las pérdidas y presión de válvulas en la Zona: 1-1

<b>Descripción de la válvula</b>	<b>Cazador PGV-100MB</b>
Pérdida de la línea principal	0.091 (bares)
Pérdida de válvula	0.29 (bares)
Pérdida de filtro	0.0 (bares)
Pérdida lateral	0.232 (bares)
Requisitos de rociadores	3 (bares)
Presión total de diseño	3.613 (bares)
Presión Residual	0.887 (bares)

- Descripción de las pérdidas y presión de válvulas en la Zona: 1-2

Descripción de la válvula	Cazador PGV-100MB
Pérdida de la línea principal	0.008 (bares)
Pérdida de válvula	0.311 (bares)
Pérdida de filtro	0.0 (bares)
Pérdida lateral	0.628 (bares)
Requisitos de rociadores	0 (bares)
Presión total de diseño	3.946 (bares)
Presión Residual	0.554 (bares)

- Las especificaciones técnicas del diseño hidráulico en el T-2, se indica de la siguiente forma.

Especificaciones del sistema hidráulico	Dato	Unidad
Medidor de agua de información		
Tamaño del medidor	1	m/pulgada
Presión estática	6.0	bares
Cambio de elevación (altura de base)	-4.5	m
<b>Información de servicio</b>		
Categoría de tubería (Poly 80)	25.0	mm
Tamaño de la tubería (Poly)	1	m/pulgada
Longitud (Distancia para la zona de riego)	40	m
Velocidad (flujo de la zona 1-1 y 1-2)	2.65-2.75	m/s
<b>Recomendación</b>		
Flujo máximo recomendado	92.46	l/m
Presión de trabajo disponible	2.43	bares
Descripción de la Electrobomba 2HP		
Presión del trabajo disponible	4.5	bares
Flujo máximo	150	l/min

- En tanto se toman las siguientes características que se determinan sus velocidades de caudal con el programa (RainCad 2020).

Asignación de zona	1-1	1-2	Unidad
WTF (Riego )	100	100	%
Área regada	202.82	209.24	m <sup>2</sup>
Grupo modular	22	23	unidades
Flujo original	88.00	92.00	l/min
Caudal del microaspersor	4.00	4.00	l/min
Precipitación artificial	30.1298	30.3117	mm/h

- La simulación de la lluvia artificial en el sistema de riego por microaspersión, se muestra en el siguiente cuadro.

Área de riego (m <sup>2</sup> )	Lluvia Artificial (mm/hr)	Porcentaje de lluvia artificial
355.66	Ata: 44.9647	CU: 67.71 %
355.66	Media: 29.9566	DU: 39.16 %
355.66	Baja: 5.9901	SC: 1.21 %

#### 4. Cálculo del diseño agronómico para ambos tratamientos de estudio

De manera resumida se encuentra los datos más importantes del diseño agronómico de ambos tratamientos del área experimental (T-1 y T-2).

- Diseño agronómico del tratamiento T-1 (Riego por Goteo)

Parámetros de diseño	Dato	Unidad
1 Cultivo proyectado	Ajo	
Profundidad máxima de raíces	0.25	m
Distanciamiento de plantas	0.10	m
Velocidad de infiltración	18.00	mm/h
3 Cinta de goteo (RODRYP)	16	mm
Distancia de la cinta de goteo	34	m
Presión de gotero	0.10	Bars
Espaciamiento de goteo	0.10	m
Espaciamiento de líneas	0.25	m
4 Número de posiciones de Riego:	3	Np/día
Total de cintas de goteo	12	Nº/día
Humedecimiento de alcance de riego	0.2	m
5 Eficiencia de riego (Er)	85	%
6 Caudal disponible	92.46	l/min
7 Intervalo de riego	2	días
Tiempo de riego	1	hora

Fuente: elaboración propia



– Diseño agronómico del tratamiento T-2 (Riego por Microaspersión)

– Parámetros de diseño	Dato	Unidad
1 Cultivo proyectado	Ajo	
Profundidad máxima de raíces	0.25	m
Distanciamiento de plantas	0.10	m
Velocidad de infiltración	15.00	mm/h
3 Microaspersor Grupo Modular	16.00	mm
Distancia del microaspersor	34	m
Diámetro de humedecimiento	2.25	m
Presión en el microaspersor	2.43	Bars
Espaciamiento del Microaspersor	2.28	m
4 Número de posiciones de Riego:	1 1/2	Np/día
Total de microaspersores	45	Nº/día
Humedecimiento de alcance de riego	412.06	m <sup>2</sup>
Superficie Total que Regara	102	m <sup>2</sup>
5 Eficiencia de riego (Er)	92	%
6 Caudal disponible	92.46	l/min
7 Intervalo de riego	2	días
Tiempo de riego	1	hora

Fuente: elaboración propia



## Anexo 4. Certificados de estudio que garantizan a la calidad de los equipos

**AG4**  
INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

**LABORATORIO DE METROLOGÍA**

Página 1 de 2

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CV-054-2021

**Solicitante** : CALLE CCAMA CHANDER ANTHONY

**Dirección** : LOS SAUCES MZ A LT 13 - SAN JUAN DE LURIGANCHO

**Instrumento de Medición** : PLUVIOMETRO

**Capacidad Nominal** : 130 M<sup>3</sup>

**División de Escala** : 2.5 mm

**Material** : ACRILICO

**Temp. De Referencia** : 20 °C

**Marca** : J Prolab

**Modelo** : NO INDICA

**Número de Serie** : 205

**Código de Identificación** : NO INDICA

**Procedencia** : BRASIL

**Lugar de Calibración** : Lab. Volumen de AG4 INGENIERIA

**Fecha de Calibración** : 2021-10-30

**Fecha de Emisión** : 2021-10-30

**Método de Calibración Empleado**  
La calibración se realizó Tomando como referencia "Procedimiento de Calibración de INDECOPI/SNM PC-015 "Procedimiento para la Calibración de Material Volumetrico de Vidrio. 4ta Edición - Diciembre 2010".

**Resultados de las Mediciones**  
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.
- (\*) Código asignado por AG4 INGENIERIA

Luigi Aseño G.  
Jefe de Metrología

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.**

01 622 5224 961 739 849 955 851 191  
ventasag4ingenieria@gmail.com www.ag4ingenieria.com  
ventas@ag4im.com

Ilustración 01. Pluviómetro calibrado J Prolab Acrílico





# AG4

## INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

### LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración CV-054-2021  
Página 2 de 2

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Balanza	CMM-002-2021
Patrón de referencia	Juego de Pesas	0932-LM-2021 // 0259-CLM-2021
Patrón de referencia	Pie de Rey - Vernier	L-0458-2021

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.4 °C
Humedad Relativa	55 %	57 %

**RESULTADOS DE LA MEDICIÓN:**

Indicación (MP)	Volumen Contenido (ml)	Division	Incertidumbre (ml)
2.5	88.0	2.5	0.5
5	91.5	2.5	0.5
10	98.5	2.5	0.5
20	105.5	2.5	0.5
30	126.5	2.5	0.5
50	154.5	2.5	0.5
100	224.5	2.5	0.5
130	226.5	2.5	0.5

**Incertidumbre**

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-101-en: 2008 (JCGM 101: 2008) "Guía para la expresión de la Incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo



Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología



**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.**

☎ 01 622 5224
☎ 961 739 849
✉ ventasag4ingenieria@gmail.com
🌐 www.ag4ingenieria.com

☎ 955 851 191
✉ ventas@ag4im.com

Ilustración 02. Especificaciones técnicas del pluviómetro J Prolab Acrílico





## CERTIFICADO DE CALIDAD

El presente documento garantiza la calidad y detalla las especificaciones técnicas de nuestro producto.

PRODUCTO	MEDIDOR DE LUZ UV
NORMA	NO APLICA
MODELO	YK-35UV
MARCA	LUTRON ELECTRONIC
PROCEDENCIA	TAIWAN
ESPECIFICACIONES	Medición rangos y resolución: Rango 1 : 2 mW/cm <sup>2</sup> : 1.999 mW/cm <sup>2</sup> x 0.001 mW/cm <sup>2</sup> Rango 2 : 20 mW/cm <sup>2</sup> : 19.99 mW/cm <sup>2</sup> x 0.01 mW/cm <sup>2</sup> UV sensor spectrum. Band pass 260 nm to 390 nm.

Atentamente

Control de Calidad



 Av. Betancourt Mz.C Lt.31 - Los Olivos  
Lima 39 - Perú

 [ventasag4ingenieria@gmail.com](mailto:ventasag4ingenieria@gmail.com)  
[ventas@ag4im.com](mailto:ventas@ag4im.com)

Ilustración 03. Piranómetro YK-35UV

ISO 14001



## ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATE

Certificate No.: 04617E10576R0M

We hereby certify that the organization:

**Beijing Guoxinhuayuan Technology  
Co., Ltd.**

Unified social credit code: 911101025548983266

is in conformity with Environmental Management System Standard:  
**GB/T24001-2016 / ISO14001:2015**

The certificate is valid to the following product(s)/service:  
**Software Development, Information System Integration  
and Service, within the Scope of Permission Electronic  
Staff Gauge, Telemetry Terminal, Tipping Bucket  
Rainfall Sensor Assembly, Flood Prevention and Civil  
Defense Rescue Electromechanical Equipment Sales  
and Related Management Activities**

Registration Address: Room 825, Building A306, Guanganmen Inner Street, Xicheng  
District, Beijing, P. R. China

Physical Address: Room 825, Building A306, Guanganmen Inner Street, Xicheng  
District, Beijing, P. R. China (Assembly Address)

Room 401-411, Building A306, Guanganmen Inner Street, Xicheng District, Beijing,  
P. R. China (Office Address)

Date of Issue: 2017-05-22

Date of Reissue: 2018-06-04

Date of Expiry: 2020-05-21

Issued By



中国认可  
国际互认  
管理体系  
MANAGEMENT SYSTEM  
CNAS C046-M



The effectiveness of the Certificate is subject to QR Code in the lower left corner.  
Meanwhile, you can search the website of certification body: [www.hicchina.com.cn](http://www.hicchina.com.cn),  
or search the CNCA website: [www.cncea.gov.cn](http://www.cncea.gov.cn).

**Beijing Head International Certification Co., Ltd.**

Address: Room 1601, Building 5, No. 19, Belyuan East Road, Chaoyang District, Beijing, P. R. China (100012)



شهادة - 증명서 - Certificat - 證明書 - Сертификат - Certificate

## Certificate of Compliance



No. 11160826.BGTTQ27

Certificate's Holder: Beijing Guoxinhuayuan Technology Co., Ltd.  
Rm. 825, Bldg. A306, Guanganmennei Street, Xicheng Dist, Beijing, China

Certification ECM Mark:



Product: Rain gauge monitor  
Model(s): WS-601

Verification to: Standard: EN 61000-6-1:2007,  
EN 61000-6-3:2007/A1:2011,  
EN 61000-3-2:2014, EN 61000-3-3:2013  
related to CE Directive(s):  
2014/30/EU (Electromagnetic Compatibility)

**Remark:** The product(s) has been verified on a voluntary basis. The product(s) satisfies the requirements of the Certification Mark of ECM, in reference to the above listed Standard(s). The above Compliance Mark can be affixed on the product(s) accordingly to the ECM regulation about its release and its use. The regulation can be found at [www.entecerma.it](http://www.entecerma.it). This Certificate of Compliance can be checked for validity at [www.entecerma.it](http://www.entecerma.it).  
This verification doesn't imply assessment of the production of the product(s).

Additional information, clarification about the CE Marking:



We attest that a TCF for the CE Marking process is in place. Whereas the Manufacturer is Responsible to start the CE Marking Certification Procedure and to perform all the necessary activities, as required by the Directive before placing the CE Mark on the product(s).

Date of issue 26 August 2016

Expiry date 25 August 2021

Chief Manager  
Tim Mahan



Deputy Manager  
Viola Miller



Ente Certificazione Macchine Srl

Via Ca' Bella, 243 - Loc. Castello di Serravalle - 40053 Valsamoggia (BO) - ITALY  
☎ +39 051 6705141 ☎ +39 051 6705156 ✉ info@entecerma.it 🌐 www.entecerma.it

Ilustración 05. Equipos D.T.R del Modelo ATM-300 y el XLUX MS03

**Anexo 5. Evapotranspiración potencial del cultivo diario (ETP)**

<b>FECHA</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>
1/03/2022	0.00	4.89	4.04	2.62	3.65	2.94	3.69
2/03/2022	0.00	3.68	4.07	2.74	3.61	2.02	4.15
3/03/2022	0.00	3.28	4.47	3.29	2.53	2.04	3.65
4/03/2022	5.42	3.71	4.53	2.98	3.16	2.35	3.32
5/03/2022	4.48	1.80	3.61	3.48	2.37	2.58	3.71
6/03/2022	4.86	2.36	2.77	2.21	3.76	3.31	3.43
7/03/2022	4.86	2.92	3.26	3.35	3.28	3.12	3.48
8/03/2022	5.26	3.27	2.93	3.05	2.79	2.92	3.62
9/03/2022	5.38	1.83	2.68	3.11	2.95	3.11	3.31
10/03/2022	5.29	2.23	2.95	3.71	3.66	3.35	3.44
11/03/2022	4.44	3.25	2.79	4.13	2.97	3.36	3.23
12/03/2022	3.63	3.53	1.89	3.55	3.29	4.32	3.25
13/03/2022	4.12	5.19	2.34	2.73	2.72	3.73	3.73
14/03/2022	5.04	4.45	2.35	3.50	0.71	3.76	0.00
15/03/2022	5.07	3.80	3.52	2.71	1.60	3.53	0.00
16/03/2022	4.70	2.19	1.96	1.97	2.09	3.32	0.00
17/03/2022	4.98	2.39	2.03	3.19	2.82	3.85	0.00
18/03/2022	5.15	2.13	2.76	2.46	2.11	3.95	0.00
19/03/2022	4.66	2.41	2.82	3.61	3.27	4.18	0.00
20/03/2022	4.74	1.36	2.91	3.79	2.54	4.16	0.00
21/03/2022	3.67	1.53	1.92	3.60	3.28	3.78	0.00
22/03/2022	4.43	1.14	2.76	3.38	3.58	4.02	0.00
23/03/2022	3.68	3.92	2.22	2.67	2.87	3.62	0.00
24/03/2022	3.41	2.24	1.73	3.21	3.55	3.29	0.00
25/03/2022	3.56	2.74	3.09	2.86	3.31	3.74	0.00
26/03/2022	1.57	1.26	2.94	2.57	2.14	3.78	0.00
27/03/2022	2.33	3.45	3.09	3.27	2.94	4.18	0.00
28/03/2022	3.34	2.76	2.68	3.56	2.24	3.86	0.00
29/03/2022	3.14	3.24	2.75		3.53	3.14	0.00
30/03/2022	3.55	4.17	2.24		3.53	3.41	0.00
31/03/2022		4.30	3.30		2.90		0.00

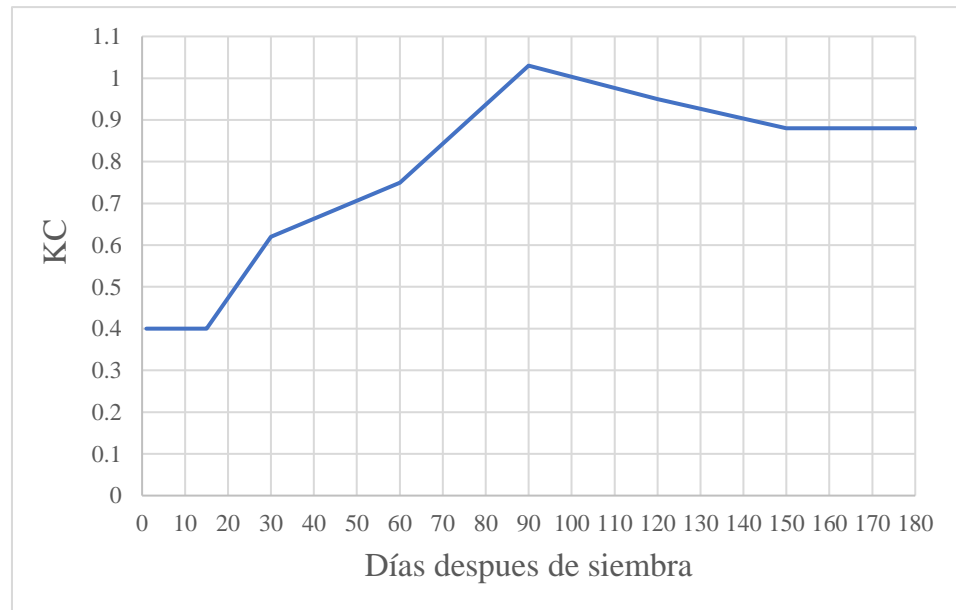
Fuente: Elaboración propia con el HF riego (2021)

Se realizó con los equipos de la estación meteorológica de Ilave y el piranómetro YK-35UV, se controló diariamente la evapotranspiración potencial con el método Penman-Monteith, desde el sembrío hasta el día de la cosecha, que son un total de 191 días calendario.

## Anexo 6. Calendario de las dosis de riego en las necesidades hídricas del cultivo

### 1. Determinación del KC en el cultivo de referencia

- Este valor fundamental para el cálculo de la aplicación de las dosis de riego diario en los tratamientos T-1 y T-2, se realizó por Boris A. Pozo Villaroel que corroboró con Rodríguez (2014) en su estudio experimental, que lo indica en sus recomendaciones para seguir investigando en otros lugares.



Fuente: Boris A. Pozo Villaroel

- Para las etapas del periodo vegetativo del cultivo, se distribuyeron el coeficiente del cultivo (Kc) en las siguientes fases:

Meces ajustados	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Etapas Periodo Vegetat.	Inicial	Desar.	Desar.	Desar.	Medio	Final	Total
Duracion (dias)	30	31	31	28	31	29	180
Kc	0.40	0.62	0.75	1.03	0.95	0.88	-----

Fuente: Elaboración propia

### 2. Eficiencia de la dosis de riego diario en los tratamientos T-1 y T-2

- Para determinar la eficiencia de riego en el tratamiento T-1 y T-2, se muestran de la siguiente manera:

- Determinación de la eficiencia de riego en el T-1 (Goteo, línea continua)

<b>Profundidad de raíz (cm)</b>	<b>Franco (%)</b>	<b>Eficiencia (%)</b>
25 < 75	0.85	0.70 < 0.85 < 0.90

- Determinación de la eficiencia de riego en el T-2 (Microaspersión)

<b>Profundidad de raíz (m)</b>	<b>Franco Limoso (%)</b>	<b>Eficiencia (%)</b>
25 < 75	0.92	0.85 < 0.92 < 0.95

Se respalda con las contribuciones que lo indican claramente UPM (2017), Prieto, Angella y Salgado (Noviembre 2014, citado por Pereira *et al.*, 2010) y para el dato de la raíz que menciona Terán (1997) define de 20 cm a 30 cm de profundidad realizados en la Paz – Bolivia.

Por lo siguiente, se calcula la eficiencia de riego para ambos tratamientos del estudio experimental que se calcula con la eficiencia de aplicación, eficiencia de distribución y eficiencia de conducción, que se muestran de la siguiente manera:

<b>Cálculo de la eficiencia</b>	<b>Tratamiento T-1</b>	<b>Tratamiento T-2</b>
Eficiencia de aplicación	85 %	92 %
Eficiencia de distribución	100 %	100 %
Eficiencia de Conducción	100 %	100 %
Eficiencia de riego	85 %	92 %

Fuente: MINAGRI (2015)

La cantidad de agua disponible que se presenta en cada tratamiento de riego, tanto para la eficiencia de distribución y la eficiencia de conducción, en caso de que este se realice por medio de tuberías que conectan a la matriz principal y secundaria se consideran automáticamente al 100 % de la pérdida hídrica en el diseño hidráulico que lo señala MINAGRI (2015).

Por lo tanto, se determinó el calendario de riego en el T-1 y T-2.



Noviembre (2021)		Tratamiento T-1						Tratamiento T-2								
FECHA	DSS	Kc	ETP mm	ETC mm	EFR %	LR mm	LDR1 m	VA m3	LDR2 L	TR min	EFR %	LR mm	LDR1 m	VA m3	LDR2 L	TR min
4/11/2021	1	0.4	5.42	2.17	0.85	15.97	0.0160	4.83	4834.92	0.81	0.92	16.10	0.0161	4.87	4874.00	0.92
5/11/2021	2	0.4	4.48	1.79	0.85	2.11	0.0021	0.64	637.59	0.11	0.92	1.95	0.0019	0.59	589.60	0.11
6/11/2021	3	0.4	4.86	1.94	0.85	2.29	0.0023	0.69	692.35	0.12	0.92	2.12	0.0021	0.64	642.51	0.12
7/11/2021	4	0.4	4.86	1.95	0.85	2.29	0.0023	0.69	692.94	0.12	0.92	2.07	0.0021	0.63	627.77	0.12
8/11/2021	5	0.4	5.26	2.10	0.85	2.47	0.0025	0.75	748.78	0.13	0.92	2.29	0.0023	0.69	692.32	0.13
9/11/2021	6	0.4	5.38	2.15	0.85	2.53	0.0025	0.77	766.37	0.13	0.92	2.35	0.0023	0.71	711.13	0.13
10/11/2021	7	0.4	5.29	2.12	0.85	2.49	0.0025	0.75	753.59	0.13	0.92	2.31	0.0023	0.70	699.24	0.13
11/11/2021	8	0.4	4.44	1.78	0.85	2.09	0.0021	0.63	632.25	0.11	0.92	1.93	0.0019	0.58	584.55	0.11
12/11/2021	9	0.4	3.63	1.45	0.85	1.71	0.0017	0.52	517.40	0.09	0.92	1.59	0.0016	0.48	480.12	0.09
13/11/2021	10	0.4	4.12	1.65	0.85	1.94	0.0019	0.59	586.76	0.10	0.92	1.80	0.0018	0.54	544.46	0.10
14/11/2021	11	0.4	5.04	2.02	0.85	2.37	0.0024	0.72	717.85	0.12	0.92	2.20	0.0022	0.67	666.01	0.12
15/11/2021	12	0.4	5.07	2.03	0.85	2.39	0.0024	0.72	722.06	0.12	0.92	2.21	0.0022	0.67	669.94	0.12
16/11/2021	13	0.4	4.70	1.88	0.85	2.21	0.0022	0.67	669.94	0.11	0.92	2.05	0.0021	0.62	621.58	0.11
17/11/2021	14	0.4	4.98	1.99	0.85	2.34	0.0023	0.71	709.85	0.12	0.92	2.18	0.0022	0.66	658.59	0.12
18/11/2021	15	0.4	5.15	2.06	0.85	2.42	0.0024	0.73	733.07	0.12	0.92	2.25	0.0022	0.68	679.83	0.12
19/11/2021	16	0.4	4.66	1.86	0.85	2.19	0.0022	0.66	663.96	0.11	0.92	2.03	0.0020	0.62	615.73	0.11
20/11/2021	17	0.4	4.74	1.89	0.85	2.23	0.0022	0.67	674.79	0.11	0.92	2.07	0.0021	0.63	625.79	0.11
21/11/2021	18	0.4	3.67	1.47	0.85	1.72	0.0017	0.52	522.19	0.09	0.92	1.60	0.0016	0.48	484.29	0.09
22/11/2021	19	0.4	4.43	1.77	0.85	2.08	0.0021	0.63	630.76	0.11	0.92	1.93	0.0019	0.58	584.97	0.11
23/11/2021	20	0.4	3.68	1.47	0.85	1.73	0.0017	0.52	523.83	0.09	0.92	1.58	0.0016	0.48	479.56	0.09
24/11/2021	21	0.4	3.41	1.36	0.85	1.60	0.0016	0.49	485.80	0.08	0.92	1.49	0.0015	0.45	450.49	0.08
25/11/2021	22	0.4	3.56	1.43	0.85	1.68	0.0017	0.51	507.82	0.09	0.92	1.56	0.0016	0.47	470.94	0.09
26/11/2021	23	0.4	1.57	0.63	0.85	0.74	0.0007	0.22	223.89	0.04	0.92	0.69	0.0007	0.21	207.61	0.04
27/11/2021	24	0.4	2.33	0.93	0.85	1.09	0.0011	0.33	331.36	0.06	0.92	1.01	0.0010	0.31	307.28	0.06
28/11/2021	25	0.4	3.34	1.33	0.85	1.57	0.0016	0.48	475.16	0.08	0.92	1.46	0.0015	0.44	440.65	0.08
29/11/2021	26	0.4	3.14	1.25	0.85	1.48	0.0015	0.45	446.98	0.08	0.92	1.37	0.0014	0.41	414.52	0.08
30/11/2021	27	0.4	3.55	1.42	0.85	1.67	0.0017	0.51	506.33	0.09	0.92	1.55	0.0016	0.47	469.55	0.09

Diciembre (2021)		Tratamiento T-1					Tratamiento T-2									
FECHA	DSS	Kc	ETP mm	ETC mm	EFR %	LR mm	LDR1 m	VA m3	LDR2 L	TR min	EFR %	LR mm	LDR1 m	VA m3	LDR2 L	TR min
1/12/2021	28	0.4	4.89	1.96	0.85	2.30	0.0023	0.70	696.44	0.12	0.92	2.13	0.0021	0.65	645.79	0.12
2/12/2021	29	0.4	3.68	1.47	0.85	1.73	0.0017	0.52	524.48	0.09	0.92	1.61	0.0016	0.49	486.33	0.09
3/12/2021	30	0.62	3.28	2.03	0.85	2.39	0.0024	0.72	724.48	0.12	0.92	2.22	0.0022	0.67	671.79	0.13
4/12/2021	31	0.62	3.71	2.30	0.85	2.71	0.0027	0.82	819.22	0.14	0.92	2.51	0.0025	0.76	759.64	0.14
5/12/2021	32	0.62	1.80	1.12	0.85	1.31	0.0013	0.40	397.81	0.07	0.92	1.22	0.0012	0.37	368.88	0.07
6/12/2021	33	0.62	2.36	1.46	0.85	1.72	0.0017	0.52	521.19	0.09	0.92	1.60	0.0016	0.48	483.29	0.09
7/12/2021	34	0.62	2.92	1.81	0.85	2.13	0.0021	0.64	644.91	0.11	0.92	1.98	0.0020	0.60	598.01	0.11
8/12/2021	35	0.62	3.27	2.03	0.85	2.38	0.0024	0.72	721.50	0.12	0.92	2.21	0.0022	0.67	669.03	0.13
9/12/2021	36	0.62	1.83	1.13	0.85	1.34	0.0013	0.40	404.21	0.07	0.92	1.24	0.0012	0.37	374.82	0.07
10/12/2021	37	0.62	2.23	1.38	0.85	1.63	0.0016	0.49	493.18	0.08	0.92	1.51	0.0015	0.46	457.31	0.09
11/12/2021	38	0.62	3.25	2.01	0.85	2.37	0.0024	0.72	717.35	0.12	0.92	2.20	0.0022	0.67	665.18	0.13
12/12/2021	39	0.62	3.53	2.19	0.85	2.57	0.0026	0.78	779.44	0.13	0.92	2.39	0.0024	0.72	722.75	0.14
13/12/2021	40	0.62	5.19	3.22	0.85	3.79	0.0038	1.15	1146.32	0.19	0.92	3.51	0.0035	1.06	1062.95	0.20
14/12/2021	41	0.62	4.45	2.76	0.85	3.25	0.0032	0.98	983.57	0.17	0.92	3.01	0.0030	0.91	912.04	0.17
15/12/2021	42	0.62	3.80	2.36	0.85	2.77	0.0028	0.84	839.70	0.14	0.92	2.57	0.0026	0.78	778.63	0.15
16/12/2021	43	0.62	2.19	1.36	0.85	1.60	0.0016	0.48	484.49	0.08	0.92	1.48	0.0015	0.45	449.26	0.09
17/12/2021	44	0.62	2.39	1.48	0.85	1.74	0.0017	0.53	527.30	0.09	0.92	1.62	0.0016	0.49	488.95	0.09
18/12/2021	45	0.62	2.13	1.32	0.85	1.56	0.0016	0.47	470.78	0.08	0.92	1.44	0.0014	0.44	436.54	0.08
19/12/2021	46	0.62	2.41	1.49	0.85	1.76	0.0018	0.53	532.43	0.09	0.92	1.63	0.0016	0.49	493.71	0.09
20/12/2021	47	0.62	1.36	0.84	0.85	0.99	0.0010	0.30	300.81	0.05	0.92	0.92	0.0009	0.28	278.93	0.05
21/12/2021	48	0.62	1.53	0.95	0.85	1.12	0.0011	0.34	337.83	0.06	0.92	1.03	0.0010	0.31	313.26	0.06
22/12/2021	49	0.62	1.14	0.71	0.85	0.84	0.0008	0.25	252.80	0.04	0.92	0.77	0.0008	0.23	234.42	0.04
23/12/2021	50	0.62	3.92	2.43	0.85	2.86	0.0029	0.87	865.73	0.15	0.92	2.65	0.0027	0.80	802.77	0.15
24/12/2021	51	0.62	2.24	1.39	0.85	1.63	0.0016	0.49	494.77	0.08	0.92	1.52	0.0015	0.46	458.78	0.09
25/12/2021	52	0.62	2.74	1.70	0.85	2.00	0.0020	0.61	606.11	0.10	0.92	1.86	0.0019	0.56	562.03	0.11
26/12/2021	53	0.62	1.26	0.78	0.85	0.92	0.0009	0.28	278.69	0.05	0.92	0.85	0.0009	0.26	258.42	0.05
27/12/2021	54	0.62	3.45	2.14	0.85	2.52	0.0025	0.76	761.61	0.13	0.92	2.33	0.0023	0.71	706.22	0.13
28/12/2021	55	0.62	2.76	1.71	0.85	2.01	0.0020	0.61	608.58	0.10	0.92	1.86	0.0019	0.56	564.32	0.11
29/12/2021	56	0.62	3.24	2.01	0.85	2.36	0.0024	0.72	715.09	0.12	0.92	2.19	0.0022	0.66	663.08	0.13
30/12/2021	57	0.62	4.17	2.58	0.85	3.04	0.0030	0.92	920.65	0.15	0.92	2.82	0.0028	0.85	853.70	0.16
31/12/2021	58	0.62	4.30	2.67	0.85	3.14	0.0031	0.95	949.37	0.16	0.92	3.52	0.0035	1.06	1064.91	0.20

Febrero (2022)		Tratamiento T-1						Tratamiento T-2								
FECHA	DSS	Kc	EIP mm	ETC mm	EFR %	LR mm	LDR1 m	VA m3	LDR2 L	TR min	EFR %	LR mm	LDR1 m	VA m3	LDR2 L	TR min
1/02/2022	90	1.03	2.62	2.70	0.85	3.18	0.0032	0.96	962.80	0.16	0.92	2.94	0.0029	0.89	889.54	0.17
2/02/2022	91	1.03	2.74	2.82	0.85	3.32	0.0033	1.00	1004.25	0.17	0.92	3.06	0.0031	0.93	927.84	0.18
3/02/2022	92	1.03	3.29	3.39	0.85	3.99	0.0040	1.21	1208.76	0.20	0.92	3.69	0.0037	1.12	1116.79	0.21
4/02/2022	93	1.03	2.98	3.07	0.85	3.61	0.0036	1.09	1093.27	0.18	0.92	3.34	0.0033	1.01	1010.09	0.19
5/02/2022	94	1.03	3.48	3.59	0.85	4.22	0.0042	1.28	1277.94	0.22	0.92	3.90	0.0039	1.18	1180.71	0.22
6/02/2022	95	1.03	2.21	2.28	0.85	2.68	0.0027	0.81	810.39	0.14	0.92	2.47	0.0025	0.75	748.73	0.14
7/02/2022	96	1.03	3.35	3.46	0.85	4.06	0.0041	1.23	1230.59	0.21	0.92	3.76	0.0038	1.14	1136.96	0.22
8/02/2022	97	1.03	3.05	3.14	0.85	3.69	0.0037	1.12	1118.50	0.19	0.92	3.41	0.0034	1.03	1033.40	0.20
9/02/2022	98	1.03	3.11	3.20	0.85	3.76	0.0038	1.14	1139.35	0.19	0.92	3.48	0.0035	1.05	1052.66	0.20
10/02/2022	99	1.03	3.71	3.82	0.85	4.50	0.0045	1.36	1361.55	0.23	0.92	4.16	0.0042	1.26	1257.96	0.24
11/02/2022	100	1.03	4.13	4.25	0.85	5.00	0.0050	1.51	1513.73	0.25	0.92	4.62	0.0046	1.40	1398.56	0.26
12/02/2022	101	1.03	3.55	3.65	0.85	4.30	0.0043	1.30	1300.88	0.22	0.92	3.97	0.0040	1.20	1201.90	0.23
13/02/2022	102	1.03	2.73	2.81	0.85	3.31	0.0033	1.00	1000.89	0.17	0.92	3.05	0.0031	0.92	924.73	0.18
14/02/2022	103	1.03	3.50	3.61	0.85	4.24	0.0042	1.28	1284.75	0.22	0.92	3.92	0.0039	1.19	1187.00	0.22
15/02/2022	104	1.03	2.71	2.79	0.85	3.29	0.0033	0.99	994.90	0.17	0.92	3.04	0.0030	0.92	919.20	0.17
16/02/2022	105	1.03	1.97	2.03	0.85	2.39	0.0024	0.72	724.17	0.12	0.92	2.21	0.0022	0.67	669.07	0.13
17/02/2022	106	1.03	3.19	3.29	0.85	3.87	0.0039	1.17	1170.57	0.20	0.92	3.57	0.0036	1.08	1081.50	0.20
18/02/2022	107	1.03	2.46	2.53	0.85	2.98	0.0030	0.90	901.30	0.15	0.92	2.75	0.0028	0.83	832.72	0.16
19/02/2022	108	1.03	3.61	3.72	0.85	4.38	0.0044	1.32	1324.66	0.22	0.92	4.04	0.0040	1.22	1223.87	0.23
20/02/2022	109	1.03	3.79	3.90	0.85	4.59	0.0046	1.39	1389.45	0.23	0.92	4.24	0.0042	1.28	1283.73	0.24
21/02/2022	110	1.03	3.60	3.71	0.85	4.36	0.0044	1.32	1320.04	0.22	0.92	4.03	0.0040	1.22	1219.60	0.23
22/02/2022	111	1.03	3.38	3.48	0.85	4.10	0.0041	1.24	1240.90	0.21	0.92	3.79	0.0038	1.15	1146.48	0.22
23/02/2022	112	1.03	2.67	2.75	0.85	3.23	0.0032	0.98	978.42	0.16	0.92	2.99	0.0030	0.90	903.97	0.17
24/02/2022	113	1.03	3.21	3.31	0.85	3.89	0.0039	1.18	1178.92	0.20	0.92	3.60	0.0036	1.09	1089.22	0.21
25/02/2022	114	1.03	2.86	2.95	0.85	3.47	0.0035	1.05	1050.55	0.18	0.92	3.21	0.0032	0.97	970.61	0.18
26/02/2022	115	1.03	2.57	2.65	0.85	3.12	0.0031	0.94	943.16	0.16	0.92	2.88	0.0029	0.87	871.40	0.17
27/02/2022	116	1.03	3.27	3.36	0.85	3.96	0.0040	1.20	1198.02	0.20	0.92	3.66	0.0037	1.11	1106.86	0.21
28/02/2022	117	1.03	3.56	3.67	0.85	4.32	0.0043	1.31	1307.65	0.22	0.92	3.99	0.0040	1.21	1208.16	0.23

Marzo (2022)		Tratamiento T-1					Tratamiento T-2									
FECHA	DSS	Kc	ETP mm	ETC mm	EFR %	LR mm	LDR1 m	VA m3	LDR2 L	TR min	EFR %	LR mm	LDR1 m	VA m3	LDR2 L	TR min
1/03/2022	118	1.03	3.65	3.76	0.85	4.42	0.0044	1.34	1338.39	0.23	0.92	4.08	0.0041	1.24	1236.55	0.23
2/03/2022	119	1.03	3.61	3.72	0.85	4.38	0.0044	1.33	1325.28	0.22	0.92	4.04	0.0040	1.22	1224.44	0.23
3/03/2022	120	1.03	2.53	2.61	0.85	3.07	0.0031	0.93	929.61	0.16	0.92	2.84	0.0028	0.86	858.87	0.16
4/03/2022	121	0.95	3.16	3.00	0.85	3.53	0.0035	1.07	1068.46	0.18	0.92	3.26	0.0033	0.99	987.16	0.19
5/03/2022	122	0.95	2.37	2.25	0.85	2.65	0.0026	0.80	801.89	0.13	0.92	2.45	0.0024	0.74	740.88	0.14
6/03/2022	123	0.95	3.76	3.57	0.85	4.20	0.0042	1.27	1271.27	0.21	0.92	3.88	0.0039	1.17	1174.54	0.22
7/03/2022	124	0.95	3.28	3.12	0.85	3.67	0.0037	1.11	1110.53	0.19	0.92	3.39	0.0034	1.03	1026.04	0.19
8/03/2022	125	0.95	2.79	2.65	0.85	3.12	0.0031	0.95	945.12	0.16	0.92	2.88	0.0029	0.87	873.21	0.17
9/03/2022	126	0.95	2.95	2.81	0.85	3.30	0.0033	1.00	999.67	0.17	0.92	3.05	0.0031	0.92	923.60	0.17
10/03/2022	127	0.95	3.66	3.47	0.85	4.09	0.0041	1.24	1237.41	0.21	0.92	3.78	0.0038	1.14	1143.26	0.22
11/03/2022	128	0.95	2.97	2.82	0.85	3.32	0.0033	1.00	1004.10	0.17	0.92	3.06	0.0031	0.93	927.70	0.18
12/03/2022	129	0.95	3.29	3.13	0.85	3.68	0.0037	1.11	1114.24	0.19	0.92	3.40	0.0034	1.03	1029.46	0.19
13/03/2022	130	0.95	2.72	2.59	0.85	3.04	0.0030	0.92	920.94	0.16	0.92	2.81	0.0028	0.85	850.87	0.16
14/03/2022	131	0.95	0.71	0.67	0.85	0.79	0.0008	0.24	239.99	0.04	0.92	0.73	0.0007	0.22	221.73	0.04
15/03/2022	132	0.95	1.60	1.52	0.85	1.78	0.0018	0.54	540.04	0.09	0.92	1.65	0.0016	0.50	498.95	0.09
16/03/2022	133	0.95	2.09	1.99	0.85	2.34	0.0023	0.71	707.37	0.12	0.92	2.16	0.0022	0.65	653.55	0.12
17/03/2022	134	0.95	2.82	2.68	0.85	3.15	0.0031	0.95	953.02	0.16	0.92	2.91	0.0029	0.88	880.50	0.17
18/03/2022	135	0.95	2.11	2.01	0.85	2.36	0.0024	0.72	715.41	0.12	0.92	2.18	0.0022	0.66	660.98	0.13
19/03/2022	136	0.95	3.27	3.11	0.85	3.66	0.0037	1.11	1107.53	0.19	0.92	3.38	0.0034	1.02	1023.27	0.19
20/03/2022	137	0.95	2.54	2.41	0.85	2.84	0.0028	0.86	860.08	0.14	0.92	2.62	0.0026	0.79	794.64	0.15
21/03/2022	138	0.95	3.28	3.12	0.85	3.67	0.0037	1.11	1109.62	0.19	0.92	3.39	0.0034	1.03	1025.19	0.19
22/03/2022	139	0.95	3.58	3.40	0.85	4.00	0.0040	1.21	1210.29	0.20	0.92	3.69	0.0037	1.12	1118.21	0.21
23/03/2022	140	0.95	2.87	2.72	0.85	3.20	0.0032	0.97	970.07	0.16	0.92	2.96	0.0030	0.90	896.26	0.17
24/03/2022	141	0.95	3.55	3.38	0.85	3.97	0.0040	1.20	1202.12	0.20	0.92	3.67	0.0037	1.11	1110.65	0.21
25/03/2022	142	0.95	3.31	3.14	0.85	3.70	0.0037	1.12	1119.20	0.19	0.92	3.42	0.0034	1.03	1034.05	0.20
26/03/2022	143	0.95	2.14	2.04	0.85	2.40	0.0024	0.73	725.40	0.12	0.92	2.21	0.0022	0.67	670.21	0.13
27/03/2022	144	0.95	2.94	2.79	0.85	3.29	0.0033	1.00	995.25	0.17	0.92	3.04	0.0030	0.92	919.52	0.17
28/03/2022	145	0.95	2.24	2.13	0.85	2.50	0.0025	0.76	757.89	0.13	0.92	2.31	0.0023	0.70	700.22	0.13
29/03/2022	146	0.95	3.53	3.35	0.85	3.95	0.0039	1.19	1194.63	0.20	0.92	3.65	0.0036	1.10	1103.73	0.21
30/03/2022	147	0.95	3.53	3.36	0.85	3.95	0.0039	1.20	1195.40	0.20	0.92	3.65	0.0036	1.10	1104.44	0.21
31/03/2022	148	0.95	2.90	2.76	0.85	3.24	0.0032	0.98	981.42	0.17	0.92	3.00	0.0030	0.91	906.75	0.17

Abril (2022)		Tratamiento T-1						Tratamiento T-2								
FECHA	DSS	Kc	ETP mm	ETC mm	EFR %	LR mm	LDR 1 m	VA m3	LDR 2 L	TR min	EFR %	LR mm	LDR 1 m	VA m3	LDR 2 L	TR min
1/04/2022	149	0.88	2.94	2.59	0.85	3.04	0.0030	0.92	921.05	0.16	0.92	2.81	0.0028	0.85	850.97	0.16
2/04/2022	150	0.88	2.02	1.78	0.85	2.09	0.0021	0.63	634.21	0.11	0.92	1.94	0.0019	0.59	585.95	0.11
3/04/2022	151	0.88	2.04	1.79	0.85	2.11	0.0021	0.64	639.03	0.11	0.92	1.95	0.0020	0.59	590.41	0.11
4/04/2022	152	0.88	2.35	2.07	0.85	2.44	0.0024	0.74	737.74	0.12	0.92	2.25	0.0023	0.68	681.61	0.13
5/04/2022	153	0.88	2.58	2.27	0.85	2.67	0.0027	0.81	808.24	0.14	0.92	2.47	0.0025	0.75	746.74	0.14
6/04/2022	154	0.88	3.31	2.92	0.85	3.43	0.0034	1.04	1038.87	0.17	0.92	3.17	0.0032	0.96	959.83	0.18
7/04/2022	155	0.88	3.12	2.74	0.85	3.23	0.0032	0.98	976.63	0.16	0.92	2.98	0.0030	0.90	902.32	0.17
8/04/2022	156	0.88	2.92	2.57	0.85	3.02	0.0030	0.92	915.11	0.15	0.92	2.79	0.0028	0.85	845.48	0.16
9/04/2022	157	0.88	3.11	2.73	0.85	3.22	0.0032	0.97	973.92	0.16	0.92	2.97	0.0030	0.90	899.82	0.17
10/04/2022	158	0.88	3.35	2.95	0.85	3.47	0.0035	1.05	1049.87	0.18	0.92	3.20	0.0032	0.97	969.99	0.18
11/04/2022	159	0.88	3.36	2.96	0.85	3.48	0.0035	1.05	1053.26	0.18	0.92	3.21	0.0032	0.97	973.12	0.18
12/04/2022	160	0.88	4.32	3.80	0.85	4.47	0.0045	1.35	1354.06	0.23	0.92	4.13	0.0041	1.25	1251.04	0.24
13/04/2022	161	0.88	3.73	3.28	0.85	3.86	0.0039	1.17	1169.14	0.20	0.92	3.57	0.0036	1.08	1080.18	0.20
14/04/2022	162	0.88	3.76	3.31	0.85	3.89	0.0039	1.18	1177.91	0.20	0.92	3.59	0.0036	1.09	1088.29	0.21
15/04/2022	163	0.88	3.53	3.11	0.85	3.66	0.0037	1.11	1107.57	0.19	0.92	3.38	0.0034	1.02	1023.30	0.19
16/04/2022	164	0.88	3.32	2.92	0.85	3.44	0.0034	1.04	1039.96	0.18	0.92	3.17	0.0032	0.96	960.83	0.18
17/04/2022	165	0.88	3.85	3.39	0.85	3.99	0.0040	1.21	1208.09	0.20	0.92	3.69	0.0037	1.12	1116.17	0.21
18/04/2022	166	0.88	3.95	3.47	0.85	4.09	0.0041	1.24	1237.39	0.21	0.92	3.78	0.0038	1.14	1143.24	0.22
19/04/2022	167	0.88	4.18	3.67	0.85	4.32	0.0043	1.31	1308.82	0.22	0.92	3.99	0.0040	1.21	1209.24	0.23
20/04/2022	168	0.88	4.16	3.66	0.85	4.31	0.0043	1.30	1303.55	0.22	0.92	3.98	0.0040	1.20	1204.37	0.23
21/04/2022	169	0.88	3.78	3.33	0.85	3.92	0.0039	1.19	1186.34	0.20	0.92	3.62	0.0036	1.10	1096.07	0.21
22/04/2022	170	0.88	4.02	3.54	0.85	4.17	0.0042	1.26	1261.36	0.21	0.92	3.85	0.0038	1.17	1165.39	0.22
23/04/2022	171	0.88	3.62	3.18	0.85	3.74	0.0037	1.13	1131.03	0.19	0.92	3.46	0.0035	1.05	1047.43	0.20
24/04/2022	172	0.88	3.29	2.89	0.85	3.40	0.0034	1.03	1029.65	0.17	0.92	3.14	0.0031	0.95	951.31	0.18
25/04/2022	173	0.88	3.74	3.29	0.85	3.87	0.0039	1.17	1170.77	0.20	0.92	3.57	0.0036	1.08	1081.69	0.20
26/04/2022	174	0.88	3.78	3.33	0.85	3.92	0.0039	1.19	1185.58	0.20	0.92	3.62	0.0036	1.10	1095.38	0.21
27/04/2022	175	0.88	4.18	3.68	0.85	4.33	0.0043	1.31	1310.14	0.22	0.92	4.00	0.0040	1.21	1210.45	0.23
28/04/2022	176	0.88	3.86	3.39	0.85	3.99	0.0040	1.21	1208.46	0.20	0.92	3.69	0.0037	1.12	1116.51	0.21
29/04/2022	177	0.88	3.14	2.77	0.85	3.25	0.0033	0.99	985.16	0.17	0.92	3.01	0.0030	0.91	910.20	0.17
30/04/2022	178	0.88	3.41	3.00	0.85	3.53	0.0035	1.07	1068.48	0.18	0.92	3.26	0.0033	0.99	987.19	0.19

Mayo (2022)		Tratamiento T-1					Tratamiento T-2									
FECHA	DSS	Kc	ETP mm	ETC mm	EFR %	LR mm	LDR 1 m	VA m3	LDR 2 L	TR min	EFR %	LR mm	LDR 1 m	VA m3	LDR 2 L	TR min
1/05/2022	179	0.88	3.69	3.25	0.85	3.82	0.0038	1.16	1155.87	0.19	0.92	3.53	0.0035	1.07	1067.92	0.20
2/05/2022	180	0.88	4.15	3.65	0.85	4.29	0.0043	1.30	1299.75	0.22	0.92	3.97	0.0040	1.20	1200.85	0.23
3/05/2022	181	0.00	3.65	0.00	0.85	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00
4/05/2022	182	0.00	3.32	0.00	0.85	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00
5/05/2022	183	0.00	3.71	0.00	0.85	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00
6/05/2022	184	0.00	3.43	0.00	0.85	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00
7/05/2022	185	0.00	3.48	0.00	0.85	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00
8/05/2022	186	0.00	3.62	0.00	0.85	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00
9/05/2022	187	0.00	3.31	0.00	0.85	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00
10/05/2022	188	0.00	3.44	0.00	0.85	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00
11/05/2022	189	0.00	3.23	0.00	0.85	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00
12/05/2022	190	0.00	3.25	0.00	0.85	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00
13/05/2022	191	0.00	3.73	0.00	0.85	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	0.0000	0.00	0.00	0.00

Nota: DDS: Días después de siembra; Kc: Coeficiente del cultivo; ETP: Evapotranspiración potencial del cultivo; ETC: Evapotranspiración real del cultivo; EFR: Eficiencia de riego; LR: Lámina de riego; LDR 1: Línea de riego; LDR 2: Litros de agua; VA: Volumen de agua; LDR 2: Litros de riego; TR: Tiempo de riego



### Anexo 7. Recolectores de agua en los tratamientos T-1 y T-2

Los recolectores de agua se muestran de la siguiente manera:

<b>Tiempo</b>	<b>Goteros (5940)</b>	<b>Dosis de agua</b>
1 min	0.01	Litros 59
2 min	0.02	Litros 119
3 min	0.03	Litros 178
4 min	0.04	Litros 238
5 min	0.05	Litros 297
6 min	0.06	Litros 356
7 min	0.07	Litros 416
8 min	0.08	Litros 475
9 min	0.09	Litros 535
10 min	0.10	Litros 594
11 min	0.11	Litros 653
12 min	0.12	Litros 713
13 min	0.13	Litros 772
14 min	0.14	Litros 832
15 min	0.15	Litros 891
16 min	0.16	Litros 950
17 min	0.17	Litros 1010
18 min	0.18	Litros 1069
19 min	0.19	Litros 1129
20 min	0.20	Litros 1188
21 min	0.21	Litros 1247
22 min	0.22	Litros 1307
23 min	0.23	Litros 1366
24 min	0.24	Litros 1426
25 min	0.25	Litros 1485
26 min	0.26	Litros 1544
27 min	0.27	Litros 1604
28 min	0.28	Litros 1663
29 min	0.29	Litros 1723
30 min	0.30	Litros 1782
40 min	0.40	Litros 2376
50 min	0.50	Litros 2970
60 min	0.60	Litros 3564
81 min	0.81	Litros 4811

Fuente: Elaboración propia

Se utilizaron 3 jarrones para cada bloque, cuyas capacidades de almacenamiento se encontraban a 2.5 litros en cada una de ellas.



- Aplicación de las dosis de agua en el tratamiento T-2 – bloques B1, B2 y B3  
(cama ½)

<b>REPETICIONES</b>	<b>22 Microaspersores</b>		<b>Dosis de agua</b>
	01 min	04	Litros 88
	02 min	08	Litros 176
	03 min	12	Litros 264
1	04 min	16	Litros 352
	05 min	20	Litros 440
	06 min	24	Litros 528
	07 min	28	Litros 616
2	08 min	32	Litros 704
	09 min	36	Litros 792
	10 min	40	Litros 880
	11 min	44	Litros 968
3	12 min	48	Litros 1056
	13 min	52	Litros 1144
	14 min	56	Litros 1232
	15 min	60	Litros 1320
4	16 min	64	Litros 1408
	17 min	68	Litros 1496
	18 min	72	Litros 1584
	19 min	76	Litros 1672
5	20 min	80	Litros 1760
10	40 min	160	Litros 3520
20	60 min	240	Litros 5280

Fuente: Elaboración propia

Consiste en el primer seccionamiento que se reparte a una cama y media, diseñada de acuerdo a las presiones de las tuberías polietileno para los 22 microaspersores, ya que un microaspersor su lamina de riego es 4 l/m.





Por otro lado, se tiene al segundo seccionamiento que también se reparte a una cama y media que conforma 23 microaspersores, cuyo caudal se diferencia por el tiempo de aplicación de riego.

<b>REPETICIONES</b>	<b>23 Microaspersores</b>		<b>Dosis de agua</b>	
	1 min	04	Litros	92
	2 min	08	Litros	184
	3 min	12	Litros	276
1	4 min	16	Litros	368
	5 min	20	Litros	460
	6 min	24	Litros	552
	7 min	28	Litros	644
2	8 min	32	Litros	736
	9 min	36	Litros	828
	10 min	40	Litros	920
	11 min	44	Litros	1012
3	12 min	48	Litros	1104
	13 min	52	Litros	1196
	14 min	56	Litros	1288
	15 min	60	Litros	1380
4	16 min	64	Litros	1472
	17 min	68	Litros	1564
	18 min	72	Litros	1656
	19 min	76	Litros	1748
5	20 min	80	Litros	1840
10	40 min	160	Litros	3680
20	60 min	240	Litros	5520

Fuente: Elaboración propia

Estos recolectores que midieron la cantidad real de la aplicación de las dosis de agua en los métodos de riego por goteo (T-1) y microaspersión (T-2), se determinaron de acuerdo a la aplicación de las dosis de agua proyectada que fueron realizadas mediante la evapotranspiración real del cultivo diario (ETC) y la eficiencia de riego.



**Anexo 8.** Registro de precipitaciones diarias en el terreno experimental – J Prolab Acrílico

<b>PRECIPITACIONES DIARIAS EN EL TERRENO EXPERIMENTAL (2021 - 2022)</b>							
<b>Fecha</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>
1/03/2022	0.00	0.00	0.00	10.00	3.50	6.50	0.00
2/03/2022	0.00	0.00	0.00	12.50	0.50	5.00	0.00
3/03/2022	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	2.50	0.00
4/03/2022	0.00	0.00	0.00	5.00	9.70	4.50	0.00
5/03/2022	0.00	0.50	0.00	4.60	2.50	0.90	0.00
6/03/2022	0.00	6.50	2.50	3.75	0.30	0.00	0.00
7/03/2022	0.00	1.00	2.60	2.50	2.50	0.00	0.00
8/03/2022	0.00	0.00	0.50	3.75	4.30	0.00	0.00
9/03/2022	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	6.50	0.00
10/03/2022	0.00	1.25	15.00	0.00	0.00	4.30	0.00
11/03/2022	0.00	0.50	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00
12/03/2022	0.00	1.25	10.00	1.25	0.00	0.00	0.00
13/03/2022	0.00	7.00	0.00	3.75	5.30	0.00	0.00
14/03/2022	0.00	0.00	0.00	4.30	5.00	0.30	0.00
15/03/2022	0.00	1.25	0.50	25.00	0.90	0.00	0.00
16/03/2022	0.00	0.00	0.00	12.50	1.70	0.00	0.00
17/03/2022	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	0.00	0.00
18/03/2022	0.00	0.00	0.00	3.25	8.10	0.00	0.00
19/03/2022	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20/03/2022	0.00	1.50	2.50	2.50	0.00	0.00	0.00
21/03/2022	0.00	0.00	10.50	3.50	0.00	0.00	0.00
22/03/2022	0.00	0.00	2.50	13.75	0.00	0.00	0.00
23/03/2022	1.00	0.00	3.80	5.00	0.30	0.30	0.00
24/03/2022	2.50	0.00	25.00	2.50	4.50	0.00	0.00
25/03/2022	0.00	0.00	2.50	6.50	12.50	0.00	0.00
26/03/2022	0.00	0.00	3.75	2.50	2.10	0.00	0.00
27/03/2022	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00
28/03/2022	0.80	1.50	1.50	0.00	2.50	0.00	0.00
29/03/2022	0.00	3.00	6.50		0.00	0.00	0.00
30/03/2022	0.00	0.00	25.00		0.00	0.00	0.00
31/03/2022		0.00	4.30		0.00	0.00	0.00

Fuente: Base de datos del pluviómetro – J Prolab Acrílico

Anexo 9. Programación de riego en el Tratamiento T-1 – Bloques A1, A2 y A3

Noviembre 2021 Fecha	PP mm	FR	TR min	A1		A2		A3		A1 (1980 GOTEROS)		A2 (1980 GOTEROS)		A3 (1980 GOTEROS)							
				TEMP °C	HS %	TEMP °C	HS %	TEMP °C	HS %	LRP	LRA	LRP	LRA	LRP	LRA						
4/11/2021	0.00	SI	0.81	18	19	20	21	22	23	0%	90%	0%	90%	0%	90%	5.32	5.30	5.32	5.30	5.32	5.30
5/11/2021	0.00	SI	0.11	17	23	17	23	17	23	80%	100%	80%	100%	80%	100%	0.70	0.72	0.70	0.72	0.70	0.72
6/11/2021	0.00	SI	0.12	17	18	17	18	17	18	80%	100%	80%	100%	80%	100%	0.76	0.78	0.76	0.78	0.76	0.78
7/11/2021	0.00	SI	0.12	13	16	13	16	13	16	80%	100%	80%	100%	80%	100%	0.76	0.72	0.76	0.72	0.76	0.72
8/11/2021	0.00	SI	0.13	13	15	13	15	13	15	80%	100%	80%	100%	80%	100%	0.82	0.85	0.82	0.85	0.82	0.85
9/11/2021	0.00	SI	0.13	17	18	17	18	17	18	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.84	0.85	0.84	0.85	0.84	0.85
10/11/2021	0.00	SI	0.13	14	16	14	16	14	16	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.83	0.85	0.83	0.85	0.83	0.85
11/11/2021	0.00	SI	0.11	15	16	15	16	15	16	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.70	0.72	0.70	0.72	0.70	0.72
12/11/2021	0.00	SI	0.09	13	15	13	15	13	15	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.57	0.59	0.57	0.59	0.57	0.59
13/11/2021	0.00	SI	0.10	16	19	16	20	16	19	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
14/11/2021	0.00	SI	0.12	16	17	16	17	15	16	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.79	0.78	0.79	0.78	0.79	0.78
15/11/2021	0.00	SI	0.12	15	17	15	16	16	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.80	0.78	0.80	0.78	0.80	0.78
16/11/2021	0.00	SI	0.11	14	19	14	19	15	19	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.74	0.72	0.74	0.72	0.74	0.72
17/11/2021	0.00	SI	0.12	13	16	14	17	13	15	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
18/11/2021	0.00	SI	0.12	15	16	15	16	14	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.81	0.78	0.81	0.78	0.81	0.78
19/11/2021	0.00	SI	0.11	13	17	14	16	15	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.73	0.72	0.73	0.72	0.73	0.72
20/11/2021	0.00	SI	0.11	17	19	18	19	17	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.74	0.72	0.74	0.72	0.74	0.72
21/11/2021	0.00	SI	0.09	17	19	17	19	17	20	90%	90%	90%	90%	90%	90%	0.57	0.59	0.57	0.59	0.57	0.59
22/11/2021	0.00	SI	0.11	14	16	15	16	13	15	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.69	0.72	0.69	0.72	0.69	0.72
23/11/2021	1.00	SI	0.09	13	16	16	19	17	19	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.58	0.59	0.58	0.59	0.58	0.59
24/11/2021	2.50	NO	0.00	18	18	18	18	18	18	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.53	0.00	0.53	0.00	0.53	0.00
25/11/2021	0.00	SI	0.09	12	13	14	15	13	14	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.56	0.59	0.56	0.59	0.56	0.59
26/11/2021	0.00	SI	0.04	14	17	15	16	13	14	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.25	0.26	0.25	0.26	0.25	0.26
27/11/2021	0.00	SI	0.06	13	16	16	17	14	16	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.36	0.39	0.36	0.39	0.36	0.39
28/11/2021	0.80	SI	0.08	13	16	16	17	14	16	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
29/11/2021	0.00	SI	0.08	18	21	17	19	16	19	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.49	0.52	0.49	0.52	0.49	0.52
30/11/2021	0.00	SI	0.09	17	19	19	18	16	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.56	0.59	0.56	0.59	0.56	0.59

Diciembre 2021 Fecha	PP mm	FR	TR min	AI		A2		A3		AI (1980 GOTEROS)		A2 (1980 GOTEROS)		A3 (1980 GOTEROS)					
				TEMP °C	DR	TEMP °C	DR	TEMP °C	DR	HS %	AR	HS %	AR	HS %	AR	DR	LRP	LRA	LRP
1/12/2021	0.00	SI	0.12	14	16	16	18	15	17	100%	90%	100%	90%	0.77	0.78	0.77	0.78	0.77	0.78
2/12/2021	0.00	SI	0.09	13	15	14	16	13	15	90%	90%	90%	90%	0.58	0.59	0.58	0.59	0.58	0.59
3/12/2021	0.00	SI	0.12	13	17	13	18	13	15	90%	100%	90%	100%	0.80	0.78	0.80	0.78	0.80	0.78
4/12/2021	0.00	SI	0.14	13	16	14	15	15	16	90%	100%	90%	100%	0.90	0.92	0.90	0.92	0.90	0.92
5/12/2021	0.50	SI	0.07	12	13	13	14	12	15	90%	100%	90%	100%	0.44	0.46	0.44	0.46	0.44	0.46
6/12/2021	6.50	NO	0.00	15	15	15	15	15	15	100%	100%	100%	100%	0.57	0.00	0.57	0.00	0.57	0.00
7/12/2021	1.00	NO	0.00	13	13	13	13	13	13	100%	90%	100%	90%	0.71	0.00	0.71	0.00	0.71	0.00
8/12/2021	0.00	SI	0.12	13	14	12	15	12	16	90%	100%	90%	100%	0.79	0.78	0.79	0.78	0.79	0.78
9/12/2021	0.00	SI	0.07	14	14	15	16	14	16	90%	100%	90%	100%	0.45	0.46	0.45	0.46	0.45	0.46
10/12/2021	1.25	SI	0.08	15	17	16	17	14	17	90%	100%	90%	100%	0.54	0.52	0.54	0.52	0.54	0.52
11/12/2021	0.50	SI	0.12	14	15	15	16	14	16	90%	100%	90%	100%	0.79	0.78	0.79	0.78	0.79	0.78
12/12/2021	1.25	SI	0.13	14	17	16	18	16	19	90%	100%	90%	100%	0.86	0.85	0.86	0.85	0.86	0.85
13/12/2021	7.00	NO	0.00	15	15	15	15	15	15	100%	100%	100%	100%	1.26	0.00	1.26	0.00	1.26	0.00
14/12/2021	0.00	NO	0.00	15	22	16	22	15	22	100%	90%	100%	90%	1.08	0.00	1.08	0.00	1.08	0.00
15/12/2021	1.25	SI	0.14	13	15	14	16	15	16	90%	100%	90%	100%	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
16/12/2021	0.00	SI	0.08	13	15	14	15	14	15	90%	100%	90%	100%	0.53	0.52	0.53	0.52	0.53	0.52
17/12/2021	0.00	SI	0.09	14	15	16	17	15	18	90%	100%	90%	100%	0.58	0.59	0.58	0.59	0.58	0.59
18/12/2021	0.00	SI	0.08	13	15	13	15	15	16	90%	100%	90%	100%	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
19/12/2021	0.00	SI	0.09	10	12	12	14	13	14	90%	100%	90%	100%	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
20/12/2021	1.50	SI	0.05	13	15	12	14	13	14	90%	100%	90%	100%	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
21/12/2021	0.00	SI	0.06	13	14	14	15	14	16	90%	100%	90%	100%	0.37	0.39	0.37	0.39	0.37	0.39
22/12/2021	0.00	SI	0.04	14	15	15	16	15	16	90%	100%	90%	100%	0.28	0.26	0.28	0.26	0.28	0.26
23/12/2021	0.00	SI	0.15	13	14	13	15	15	16	90%	100%	90%	100%	0.95	0.98	0.95	0.98	0.95	0.98
24/12/2021	0.00	SI	0.08	12	13	13	14	13	14	90%	100%	90%	100%	0.54	0.52	0.54	0.52	0.54	0.52
25/12/2021	0.00	SI	0.10	15	18	16	17	16	19	90%	100%	90%	100%	0.67	0.65	0.67	0.65	0.67	0.65
26/12/2021	0.00	SI	0.05	11	13	10	12	11	14	90%	100%	90%	100%	0.31	0.33	0.31	0.33	0.31	0.33
27/12/2021	0.00	SI	0.13	13	15	13	14	13	14	90%	100%	90%	100%	0.84	0.85	0.84	0.85	0.84	0.85
28/12/2021	1.50	SI	0.10	13	15	13	15	14	15	90%	100%	90%	100%	0.67	0.65	0.67	0.65	0.67	0.65
29/12/2021	3.00	NO	0.00	11	11	11	11	11	11	100%	100%	100%	100%	0.79	0.00	0.79	0.00	0.79	0.00
30/12/2021	0.00	NO	0.00	13	13	13	13	13	13	100%	90%	100%	90%	1.01	0.00	1.01	0.00	1.01	0.00
31/12/2021	0.00	NO	0.00	15	15	15	15	16	16	90%	90%	90%	90%	1.05	0.00	1.05	0.00	1.05	0.00

Enero 2022 Fecha	PP mm	FR	TR min	A1		A2		A3		A1 (1980 GOTEROS)		A2 (1980 GOTEROS)		A3 (1980 GOTEROS)			
				TEMP °C AR	TEMP °C DR	TEMP °C AR	TEMP °C DR	TEMP °C AR	TEMP °C DR	HS % AR	HS % DR	HS % AR	HS % DR	LRP mm	LRA mm	LRP mm	LRA mm
1/01/2022	0.00	NO	0.00	16	16	18	18	18	18	80%	80%	1.19	0.00	1.19	0.00	1.19	0.00
2/01/2022	0.00	SI	0.09	16	22	15	22	19	22	80%	90%	1.20	1.18	1.20	1.18	1.20	1.18
3/01/2022	0.00	SI	0.12	18	20	20	20	18	20	80%	80%	1.36	1.37	1.36	1.37	1.36	1.37
4/01/2022	0.00	SI	0.14	14	19	15	18	16	20	90%	100%	1.33	1.31	1.33	1.31	1.33	1.31
5/01/2022	0.00	SI	0.07	19	20	18	19	17	20	90%	100%	1.06	1.05	1.06	1.05	1.06	1.05
6/01/2022	2.50	SI	0.09	15	17	14	18	14	15	90%	100%	0.81	0.78	0.81	0.78	0.81	0.78
7/01/2022	2.60	NO	0.00	15	15	16	16	15	15	90%	100%	0.96	0.00	0.96	0.00	0.96	0.00
8/01/2022	0.50	SI	0.12	15	18	16	18	16	18	90%	100%	0.86	0.85	0.86	0.85	0.86	0.85
9/01/2022	2.50	NO	0.00	14	14	14	14	14	14	90%	100%	0.79	0.00	0.79	0.00	0.79	0.00
10/01/2022	15.00	NO	0.00	18	18	17	17	19	19	100%	100%	0.87	0.00	0.87	0.00	0.87	0.00
11/01/2022	12.50	NO	0.00	14	14	15	15	16	16	100%	100%	0.82	0.00	0.82	0.00	0.82	0.00
12/01/2022	10.00	NO	0.00	12	12	13	13	12	12	100%	100%	0.56	0.00	0.56	0.00	0.56	0.00
13/01/2022	0.00	NO	0.00	16	16	15	15	16	16	100%	90%	0.69	0.00	0.69	0.00	0.69	0.00
14/01/2022	0.00	SI	0.17	13	14	14	15	14	15	90%	100%	0.69	0.72	0.69	0.72	0.69	0.72
15/01/2022	0.50	SI	0.14	18	20	17	21	17	20	90%	100%	1.04	1.05	1.04	1.05	1.04	1.05
16/01/2022	0.00	SI	0.08	11	13	12	14	13	15	90%	100%	0.58	0.59	0.58	0.59	0.58	0.59
17/01/2022	0.00	SI	0.09	16	17	15	18	16	17	90%	100%	0.60	0.59	0.60	0.59	0.60	0.59
18/01/2022	0.00	SI	0.08	12	13	12	13	13	14	90%	100%	0.81	0.78	0.81	0.78	0.81	0.78
19/01/2022	20.00	NO	0.00	15	15	16	16	15	15	90%	100%	0.83	0.00	0.83	0.00	0.83	0.00
20/01/2022	2.50	NO	0.00	18	18	17	17	18	18	100%	100%	0.86	0.00	0.86	0.00	0.86	0.00
21/01/2022	10.50	NO	0.00	19	19	18	18	19	19	100%	100%	0.56	0.00	0.56	0.00	0.56	0.00
22/01/2022	2.50	NO	0.00	13	13	14	14	13	13	100%	100%	0.81	0.00	0.81	0.00	0.81	0.00
23/01/2022	3.80	NO	0.00	14	14	14	14	14	14	100%	100%	0.65	0.00	0.65	0.00	0.65	0.00
24/01/2022	25.00	NO	0.00	13	13	14	14	13	13	100%	100%	0.51	0.00	0.51	0.00	0.51	0.00
25/01/2022	2.50	NO	0.00	18	18	18	18	18	18	100%	100%	0.91	0.00	0.91	0.00	0.91	0.00
26/01/2022	3.75	NO	0.00	18	18	18	18	18	18	100%	90%	0.86	0.00	0.86	0.00	0.86	0.00
27/01/2022	0.00	SI	0.13	15	17	15	16	16	17	90%	100%	0.91	0.92	0.91	0.92	0.91	0.92
28/01/2022	1.50	SI	0.10	16	17	17	18	15	16	90%	100%	0.79	0.78	0.79	0.78	0.79	0.78
29/01/2022	6.50	NO	0.00	16	16	17	17	16	16	100%	100%	0.81	0.00	0.81	0.00	0.81	0.00
30/01/2022	25.00	NO	0.00	16	16	16	16	16	16	100%	100%	0.66	0.00	0.66	0.00	0.66	0.00
31/01/2022	4.30	NO	0.00	18	18	17	17	18	18	100%	100%	0.97	0.00	0.97	0.00	0.97	0.00

Febrero 2022	Fecha	PP mm	TR min	A1			A2			A3			A1 (1980 GOTEROS)			A2 (1980 GOTEROS)			A3 (1980 GOTEROS)												
				TEMP °C	AR	DR	TEMP °C	AR	DR	TEMP °C	AR	DR	HS %	AR	DR	HS %	AR	DR	HS %	AR	DR	HS %	LRA	LRP	LRA	LRP	LRA	LRP	LRA	LRP	
	1/02/2022	10.00	0.00	15	15	15	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.00	1.06	0.00	1.06	0.00	1.06	0.00	1.06	0.00	1.06
	2/02/2022	12.50	0.00	16	16	17	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.00	1.11	0.00	1.11	0.00	1.11	0.00	1.11	0.00	1.11
	3/02/2022	0.00	0.00	13	13	12	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	0.00	1.33	0.00	1.33	0.00	1.33	0.00	1.33	0.00	1.33
	4/02/2022	5.00	0.00	18	18	18	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	0.00	1.20	0.00	1.20	0.00	1.20	0.00	1.20	0.00	1.20
	5/02/2022	4.60	0.00	16	16	15	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	0.00	1.41	0.00	1.41	0.00	1.41	0.00	1.41	0.00	1.41
	6/02/2022	3.75	0.00	16	16	16	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	0.00	0.89	0.00	0.89	0.00	0.89	0.00	0.89	0.00	0.89
	7/02/2022	2.50	0.00	18	18	18	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	0.00	1.35	0.00	1.35	0.00	1.35	0.00	1.35	0.00	1.35
	8/02/2022	3.75	0.00	17	17	17	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	0.00	1.23	0.00	1.23	0.00	1.23	0.00	1.23	0.00	1.23
	9/02/2022	0.00	0.19	17	19	16	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.24	1.25	1.24	1.25	1.24	1.25	1.24	1.25	1.24	1.25
	10/02/2022	0.00	0.23	17	18	19	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	11/02/2022	0.00	0.25	19	20	21	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.67	1.67	1.64	1.67	1.64	1.67	1.64	1.67	1.64	1.67
	12/02/2022	1.25	0.22	18	18	19	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.43	1.43	1.44	1.43	1.44	1.43	1.44	1.43	1.44	1.43
	13/02/2022	3.75	0.00	21	21	22	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
	14/02/2022	4.30	0.00	21	21	20	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41
	15/02/2022	25.00	0.00	17	17	18	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
	16/02/2022	12.50	0.00	17	17	18	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
	17/02/2022	0.00	0.00	17	17	18	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29
	18/02/2022	3.25	0.00	18	18	19	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
	19/02/2022	0.00	0.22	18	20	19	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.46	1.46	1.44	1.46	1.44	1.46	1.44	1.46	1.44	1.46
	20/02/2022	2.50	0.00	21	21	20	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53
	21/02/2022	3.50	0.00	20	20	20	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
	22/02/2022	13.75	0.00	21	21	21	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
	23/02/2022	5.00	0.00	20	20	19	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
	24/02/2022	2.50	0.00	20	20	21	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
	25/02/2022	6.50	0.00	20	20	19	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
	26/02/2022	2.50	0.16	21	21	20	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.04	1.04	1.05	1.04	1.05	1.04	1.05	1.04	1.05	1.04
	27/02/2022	0.00	0.20	18	19	20	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.32	1.32	1.31	1.32	1.31	1.32	1.31	1.32	1.31	1.32
	28/02/2022	0.00	0.22	20	21	20	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	100%	90%	100%	100%	1.44	1.44	1.31	1.44	1.31	1.44	1.31	1.44	1.31	1.44

Marzo 2022 Fecha	PP mm	TR min	A1		A2		A3		A1 (1980 GOTEROS)		A2 (1980 GOTEROS)		A3 (1980 GOTEROS)							
			TEMP °C AR DR	TEMP °C AR DR	TEMP °C AR DR	TEMP °C AR DR	HS % AR DR	HS % AR DR	HS % AR DR	HS % AR DR	LRP mm	LRA mm	LRP mm	LRA mm	LRP mm	LRA mm				
1/03/2022	3.50	0.00	22	22	21	21	21	21	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.47	0.00	1.47	0.00	1.47	0.00
2/03/2022	0.50	0.22	19	20	18	20	20	21	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.46	1.44	1.46	1.44	1.46	1.44
3/03/2022	3.50	0.00	15	15	15	15	16	16	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.02	0.00	1.02	0.00	1.02	0.00
4/03/2022	9.70	0.00	19	19	20	20	21	21	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.18	0.00	1.18	0.00	1.18	0.00
5/03/2022	2.50	0.00	18	18	19	19	18	18	100%	90%	100%	90%	100%	90%	0.88	0.00	0.88	0.00	0.88	0.00
6/03/2022	0.30	0.21	18	19	19	20	18	19	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.40	1.37	1.40	1.37	1.40	1.37
7/03/2022	2.50	0.00	20	20	20	20	19	19	100%	90%	100%	90%	100%	90%	1.22	0.00	1.22	0.00	1.22	0.00
8/03/2022	4.30	0.00	22	22	20	20	20	19	90%	100%	100%	90%	100%	90%	1.04	0.00	1.04	0.00	1.04	0.00
9/03/2022	0.00	0.17	19	21	20	21	20	22	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.10	1.11	1.10	1.11	1.10	1.11
10/03/2022	0.00	0.21	20	22	19	21	20	22	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.36	1.37	1.36	1.37	1.36	1.37
11/03/2022	0.00	0.17	17	19	16	18	17	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
12/03/2022	0.00	0.19	18	20	19	21	19	22	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.23	1.24	1.23	1.24	1.23	1.24
13/03/2022	5.30	0.00	15	15	15	15	17	17	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.01	0.00	1.01	0.00	1.01	0.00
14/03/2022	5.00	0.00	15	15	15	15	16	16	100%	90%	100%	90%	100%	90%	0.26	0.00	0.26	0.00	0.26	0.00
15/03/2022	0.90	0.09	11	13	10	12	11	12	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
16/03/2022	1.70	0.12	10	12	10	13	10	13	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
17/03/2022	1.90	0.16	10	12	10	13	10	13	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
18/03/2022	8.10	0.00	18	19	19	20	20	21	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.79	0.00	0.79	0.00	0.79	0.00
19/03/2022	0.00	0.00	17	17	16	16	16	16	100%	90%	100%	90%	100%	90%	1.22	0.00	1.22	0.00	1.22	0.00
20/03/2022	0.00	0.14	18	19	18	20	18	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.95	0.92	0.95	0.92	0.95	0.92
21/03/2022	0.00	0.19	17	18	18	19	19	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.22	1.24	1.22	1.24	1.22	1.24
22/03/2022	0.00	0.20	19	21	18	22	20	22	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.33	1.31	1.33	1.31	1.33	1.31
23/03/2022	0.30	0.16	16	18	17	19	17	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.07	1.05	1.07	1.05	1.07	1.05
24/03/2022	4.50	0.00	18	18	19	19	18	18	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.32	0.00	1.32	0.00	1.32	0.00
25/03/2022	12.50	0.00	18	18	18	18	19	19	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.23	0.00	1.23	0.00	1.23	0.00
26/03/2022	2.10	0.00	17	17	17	17	16	16	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.80	0.00	0.80	0.00	0.80	0.00
27/03/2022	10.00	0.00	19	19	20	20	21	21	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.10	0.00	1.10	0.00	1.10	0.00
28/03/2022	2.50	0.00	20	20	21	21	21	21	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.83	0.00	0.83	0.00	0.83	0.00
29/03/2022	0.00	0.00	19	19	20	20	19	19	100%	90%	100%	90%	100%	90%	1.32	0.00	1.32	0.00	1.32	0.00
30/03/2022	0.00	0.00	20	20	21	21	20	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.32	0.00	1.32	0.00	1.32	0.00
31/03/2022	0.00	0.00	16	16	17	17	16	16	90%	90%	90%	90%	90%	90%	1.08	0.00	1.08	0.00	1.08	0.00



Abril 2022 Fecha	PP mm	TR min	A1		A2		A3		A1 (1980 GOTEROS)		A2 (1980 GOTEROS)		A3 (1980 GOTEROS)						
			TEMP °C AR DR	HS % AR DR	TEMP °C AR DR	HS % AR DR	TEMP °C AR DR	HS % AR DR	LRA mm	LRP mm	LRA mm	LRP mm	LRA mm	LRP mm					
1/04/2023	6.50	NO	18	18	17	17	17	17	90%	100%	90%	100%	0.00	1.01	0.00	1.01	0.00	1.01	0.00
2/04/2023	5.00	NO	13	13	14	14	13	13	100%	100%	100%	100%	0.00	0.70	0.00	0.70	0.00	0.70	0.00
3/04/2023	2.50	NO	15	15	14	14	15	15	100%	100%	100%	100%	0.00	0.70	0.00	0.70	0.00	0.70	0.00
4/04/2023	4.50	NO	18	18	17	17	17	17	100%	100%	100%	100%	0.00	0.81	0.00	0.81	0.00	0.81	0.00
5/04/2023	0.90	NO	17	17	18	18	19	19	100%	100%	100%	100%	0.00	0.89	0.00	0.89	0.00	0.89	0.00
6/04/2023	0.00	NO	17	17	17	17	17	17	100%	90%	100%	90%	0.00	1.14	0.00	1.14	0.00	1.14	0.00
7/04/2023	0.00	NO	18	18	17	17	17	17	90%	90%	90%	90%	0.00	1.08	0.00	1.08	0.00	1.08	0.00
8/04/2023	0.00	NO	19	19	20	20	18	18	90%	90%	90%	90%	0.00	1.01	0.00	1.01	0.00	1.01	0.00
9/04/2023	6.50	NO	18	18	19	19	18	18	100%	100%	100%	100%	0.00	1.07	0.00	1.07	0.00	1.07	0.00
10/04/2023	4.30	NO	18	18	19	19	20	20	100%	100%	100%	100%	0.00	1.16	0.00	1.16	0.00	1.16	0.00
11/04/2023	0.00	NO	19	19	16	16	16	16	100%	100%	90%	90%	0.00	1.16	0.00	1.16	0.00	1.16	0.00
12/04/2023	0.00	NO	17	17	15	15	15	15	100%	100%	90%	90%	0.00	1.49	0.00	1.49	0.00	1.49	0.00
13/04/2023	0.00	NO	15	15	16	16	15	15	100%	100%	90%	90%	0.00	1.29	0.00	1.29	0.00	1.29	0.00
14/04/2023	0.30	NO	17	17	16	16	15	15	100%	100%	80%	80%	0.00	1.30	0.00	1.30	0.00	1.30	0.00
15/04/2023	0.00	NO	16	16	15	15	17	17	90%	90%	80%	80%	0.00	1.22	0.00	1.22	0.00	1.22	0.00
16/04/2023	0.00	NO	15	15	16	16	18	18	90%	90%	80%	80%	0.00	1.22	0.00	1.22	0.00	1.22	0.00
17/04/2023	0.00	NO	15	15	16	16	19	19	90%	80%	80%	70%	0.00	1.15	0.00	1.15	0.00	1.15	0.00
18/04/2023	0.00	NO	16	16	15	15	16	16	80%	80%	70%	60%	0.00	1.33	0.00	1.33	0.00	1.33	0.00
19/04/2023	0.00	NO	14	14	15	15	17	17	80%	80%	70%	60%	0.00	1.36	0.00	1.36	0.00	1.36	0.00
20/04/2023	0.00	NO	15	15	16	16	15	15	80%	80%	70%	60%	0.00	1.44	0.00	1.44	0.00	1.44	0.00
21/04/2023	0.00	NO	15	15	16	16	17	17	80%	80%	70%	60%	0.00	1.44	0.00	1.44	0.00	1.44	0.00
22/04/2023	0.00	NO	15	15	16	16	15	15	80%	80%	70%	60%	0.00	1.31	0.00	1.31	0.00	1.31	0.00
23/04/2023	0.30	NO	15	15	16	16	16	16	80%	80%	70%	60%	0.00	1.39	0.00	1.39	0.00	1.39	0.00
24/04/2023	0.00	NO	15	15	16	16	16	16	80%	80%	70%	60%	0.00	1.25	0.00	1.25	0.00	1.25	0.00
25/04/2023	0.00	NO	15	15	16	16	17	17	80%	80%	70%	60%	0.00	1.13	0.00	1.13	0.00	1.13	0.00
26/04/2023	0.00	NO	15	15	16	16	17	17	80%	80%	70%	60%	0.00	1.29	0.00	1.29	0.00	1.29	0.00
27/04/2023	0.00	NO	18	18	18	18	18	18	80%	80%	70%	60%	0.00	1.31	0.00	1.31	0.00	1.31	0.00
28/04/2023	0.00	NO	18	18	19	19	20	20	80%	80%	60%	50%	0.00	1.44	0.00	1.44	0.00	1.44	0.00
29/04/2023	0.00	NO	16	16	17	17	19	19	80%	80%	60%	50%	0.00	1.33	0.00	1.33	0.00	1.33	0.00
30/04/2023	0.00	NO	15	15	16	16	18	18	80%	70%	60%	50%	0.00	1.08	0.00	1.08	0.00	1.08	0.00



Mayo 2022 Fecha	PP mm	TR min	A1		A2		A3		A1 (1980 GOTEROS)		A2 (1980 GOTEROS)		A3 (1980 GOTEROS)										
			TEMP °C	HS %	TEMP °C	HS %	TEMP °C	HS %	LRP	LRA	LRP	LRA	LRP	LRA									
1/05/2022	0.00	NO	16	16	15	17	17	17	70%	70%	60%	60%	50%	40%	40%	1.27	0.00	1.27	0.00	1.27	0.00	1.27	0.00
2/05/2022	0.00	NO	18	18	18	18	18	18	70%	70%	60%	60%	50%	40%	40%	1.43	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
3/05/2022	0.00	NO	17	17	18	18	19	19	70%	70%	50%	50%	40%	40%	40%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4/05/2022	0.00	NO	16	16	17	17	17	17	60%	60%	50%	50%	40%	40%	40%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5/05/2022	0.00	NO	16	16	18	18	19	19	60%	60%	50%	50%	40%	40%	40%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6/05/2022	0.00	NO	16	16	17	17	19	19	60%	60%	50%	50%	40%	30%	30%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7/05/2022	0.00	NO	17	17	18	18	18	18	60%	60%	50%	40%	30%	30%	30%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8/05/2022	0.00	NO	17	17	18	18	19	19	60%	50%	40%	40%	30%	30%	30%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9/05/2022	0.00	NO	17	17	18	18	19	19	50%	50%	40%	40%	30%	30%	30%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10/05/2022	0.00	NO	16	16	18	18	20	20	50%	50%	40%	30%	20%	20%	20%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11/05/2022	0.00	NO	19	19	20	20	21	21	50%	40%	30%	30%	20%	20%	20%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12/05/2022	0.00	NO	17	17	18	18	19	19	40%	40%	30%	30%	20%	20%	20%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/05/2022	0.00	NO	16	16	17	17	17	17	40%	40%	30%	30%	20%	20%	20%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota: PP: Precipitaciones del pluviómetro; TR: Tiempo de riego; AR: Antes de riego; DR: Despues de riego; HS: Humedad de suelo; LRP: Láminas de riego proyectado (ETC); LRA: Láminas reales aplicadas

Anexo 10. Programación de riego en el Tratamiento T-2 – Bloques B1, B2 y B3

Noviembre 2021 Fecha	PP mm	FR	TR min	B1		B2		B3		B1		B2		B3		B3		(22) Microaspersores		(23) Microaspersores	
				TEMP °C AR	TEMP °C DR	TEMP °C AR	TEMP °C DR	TEMP °C AR	TEMP °C DR	HS % AR	HS % DR	HS % AR	HS % DR	HS % AR	HS % DR	HS % AR	HS % DR	LRP mm	LRA mm	LRP mm	LRA mm
4/11/2021	0.00	SI	0.92	18	18	18	18	18	18	0%	80%	0%	80%	0%	80%	0%	80%	8.05	13.37	8.05	13.37
5/11/2021	0.00	SI	0.11	17	23	17	23	17	23	70%	100%	70%	100%	70%	100%	70%	100%	0.97	1.74	0.97	1.74
6/11/2021	0.00	SI	0.12	17	19	17	19	17	19	70%	100%	70%	100%	70%	100%	70%	100%	1.06	1.74	1.06	1.74
7/11/2021	0.00	SI	0.12	13	16	13	16	13	16	70%	100%	70%	100%	70%	100%	70%	100%	1.06	1.74	1.06	1.74
8/11/2021	0.00	SI	0.13	12	14	12	14	12	14	70%	100%	70%	100%	70%	100%	70%	100%	1.14	2.03	1.14	2.03
9/11/2021	0.00	SI	0.13	18	20	18	20	18	20	70%	100%	70%	100%	70%	100%	70%	100%	1.17	2.03	1.17	2.03
10/11/2021	0.00	SI	0.13	13	20	13	20	13	20	70%	100%	70%	100%	70%	100%	70%	100%	1.15	2.03	1.15	2.03
11/11/2021	0.00	SI	0.11	16	17	16	17	16	17	70%	100%	70%	100%	70%	100%	70%	100%	0.96	1.74	0.96	1.74
12/11/2021	0.00	SI	0.09	14	17	14	17	14	17	70%	100%	70%	100%	70%	100%	70%	100%	0.79	1.45	0.79	1.45
13/11/2021	0.00	SI	0.10	21	23	21	23	21	23	70%	100%	70%	100%	70%	100%	70%	100%	0.9	1.45	0.90	1.45
14/11/2021	0.00	SI	0.13	15	15	16	14	15	16	70%	100%	70%	100%	70%	100%	70%	100%	1.1	1.74	1.10	1.74
15/11/2021	0.00	SI	0.13	16	21	15	21	16	18	80%	100%	80%	100%	80%	100%	80%	100%	1.11	1.74	1.11	1.74
16/11/2021	0.00	SI	0.12	15	18	16	17	15	16	80%	100%	80%	100%	80%	100%	80%	100%	1.03	1.74	1.03	1.74
17/11/2021	0.00	SI	0.12	15	19	16	18	16	17	80%	100%	80%	100%	80%	100%	80%	100%	1.09	1.74	1.09	1.74
18/11/2021	0.00	SI	0.13	15	17	15	16	15	16	80%	100%	80%	100%	80%	100%	80%	100%	1.12	1.74	1.12	1.74
19/11/2021	0.00	SI	0.12	14	22	15	22	15	22	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.02	1.74	1.02	1.74
20/11/2021	0.00	SI	0.12	16	19	17	18	16	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.03	1.74	1.03	1.74
21/11/2021	0.00	SI	0.09	19	20	18	18	17	18	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.8	1.45	0.80	1.45
22/11/2021	0.00	SI	0.11	15	18	16	17	14	16	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.97	1.74	0.97	1.74
23/11/2021	1.00	SI	0.09	18	19	19	21	16	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.8	1.45	0.80	1.45
24/11/2021	2.50	NO	0.00	22	22	20	20	20	19	100%	90%	100%	90%	100%	100%	90%	100%	0.74	0.00	0.74	0.00
25/11/2021	0.00	SI	0.09	18	21	16	18	15	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.78	1.16	0.78	1.16
26/11/2021	0.00	SI	0.04	17	19	17	18	15	16	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.34	0.58	0.34	0.61
27/11/2021	0.00	SI	0.06	16	19	17	18	15	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.51	0.87	0.51	0.91
28/11/2021	0.80	SI	0.08	20	21	20	22	19	21	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.73	1.16	0.73	1.22
29/11/2021	0.00	SI	0.08	17	23	16	20	15	21	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.68	1.16	0.68	1.22
30/11/2021	0.00	SI	0.09	15	18	14	17	13	18	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.78	1.16	0.78	1.22

Diciembre 2021 Fecha	PP mm	FR	TR min	B1		B2		B3		B1		B2		B3		B2		B3		(22) Microaspersores		(23) Microaspersores					
				TEMP °C	DR	TEMP °C	DR	TEMP °C	DR	TEMP °C	DR	TEMP °C	DR	TEMP °C	DR	TEMP °C	DR	TEMP °C	DR	TEMP °C	DR	HS %	AR	HS %	DR	LRA	LRP
1/12/2021	0.00	SI	0.12	13	16	14	14	15	14	16	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.07	1.74	1.07	1.74	1.07	1.74	1.82
2/12/2021	0.00	SI	0.09	16	16	14	14	15	15	16	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.29	2.03	1.29	2.03	1.29	2.03	2.13
3/12/2021	0.00	SI	0.13	16	16	11	14	10	13	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.11	1.74	1.11	1.74	1.11	1.74	1.82	
4/12/2021	0.00	SI	0.14	12	15	13	16	12	15	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.25	2.03	1.25	2.03	1.25	2.03	2.13	
5/12/2021	0.50	SI	0.07	12	16	12	15	12	14	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.61	0.87	0.61	0.87	0.61	0.87	0.91	
6/12/2021	6.50	NO	0.00	13	13	13	13	13	13	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.80	0.00	0.80	0.00	0.80	0.00	0.00	
7/12/2021	1.00	NO	0.11	13	16	12	17	14	16	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	0.99	0.00	0.99	0.00	0.99	0.00	0.00	
8/12/2021	0.00	SI	0.13	13	17	13	16	12	15	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.10	1.74	1.10	1.74	1.10	1.74	1.82	
9/12/2021	0.00	SI	0.07	13	15	14	16	14	15	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.62	1.16	0.62	1.16	0.62	1.16	0.91	
10/12/2021	1.25	SI	0.09	16	19	13	18	14	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.76	1.16	0.76	1.16	0.76	1.16	1.22	
11/12/2021	0.50	SI	0.13	16	18	15	17	15	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.10	1.74	1.10	1.74	1.10	1.74	1.82	
12/12/2021	1.25	SI	0.14	18	19	15	19	15	19	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.19	2.03	1.19	2.03	1.19	2.03	2.13	
13/12/2021	7.00	NO	0.00	15	15	15	15	15	15	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.65	0.00	1.65	0.00	1.65	0.00	0.00	
14/12/2021	0.00	NO	0.00	23	23	22	22	22	23	23	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	
15/12/2021	1.25	SI	0.15	12	14	13	15	14	16	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.29	2.03	1.29	2.03	1.29	2.03	2.13	
16/12/2021	0.00	SI	0.09	16	17	15	16	15	16	14	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.74	1.16	0.74	1.16	0.74	1.16	1.22
17/12/2021	0.00	SI	0.09	14	16	13	15	12	14	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.81	1.45	0.81	1.45	0.81	1.45	1.22	
18/12/2021	0.00	SI	0.08	14	17	13	17	13	16	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.72	1.16	0.72	1.16	0.72	1.16	1.22	
19/12/2021	0.00	SI	0.09	12	16	12	15	12	14	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.82	1.45	0.82	1.45	0.82	1.45	1.22	
20/12/2021	1.50	SI	0.05	12	13	11	12	11	12	13	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.46	0.87	0.46	0.87	0.46	0.87	0.91
21/12/2021	0.00	SI	0.06	15	17	13	15	13	15	14	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.52	0.87	0.52	0.87	0.52	0.87	0.91
22/12/2021	0.00	SI	0.04	16	19	14	18	14	18	15	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.39	0.58	0.39	0.58	0.39	0.58	0.61
23/12/2021	0.00	SI	0.15	14	18	13	16	13	15	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.33	2.33	1.33	2.33	1.33	2.33	2.43
24/12/2021	0.00	SI	0.09	13	13	13	13	13	13	13	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.76	1.16	0.76	1.16	0.76	1.16	1.22
25/12/2021	0.00	SI	0.11	14	18	15	17	13	16	16	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.93	1.45	0.93	1.45	0.93	1.45	1.52
26/12/2021	0.00	SI	0.05	13	16	12	14	11	15	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.43	0.58	0.43	0.58	0.43	0.58	0.61	
27/12/2021	0.00	SI	0.13	14	18	12	16	13	15	15	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.17	2.03	1.17	2.03	1.17	2.03	1.82
28/12/2021	1.50	SI	0.11	14	17	12	15	13	14	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.93	1.45	0.93	1.45	0.93	1.45	1.52	
29/12/2021	3.00	NO	0.00	11	11	11	11	11	11	11	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.10	0.00	1.10	0.00	1.10	0.00	0.00	
30/12/2021	0.00	NO	0.00	13	13	13	13	13	13	13	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.41	0.00	1.41	0.00	1.41	0.00	0.00	
31/12/2021	0.00	NO	0.00	20	20	20	20	20	19	19	90%	80%	90%	80%	90%	80%	90%	80%	90%	1.76	0.00	1.76	0.00	1.76	0.00	0.00	

Enero 2022 Fecha	PP mm	FR	TR min	B1		B2		B3		B1		B2		B3		(22) Microaspersores		(23) Microaspersores			
				TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	LRP	LRA	LRP
				AR	DR	AR	DR	AR	DR	AR	DR	AR	DR	AR	DR	AR	DR	mm	mm	mm	mm
1/12/2021	0.00	NO	0.00	18	18	18	18	16	16	80%	70%	80%	70%	80%	70%	80%	70%	1.65	0.00	1.65	0.00
2/12/2021	0.00	SI	0.19	16	24	17	23	16	21	70%	90%	70%	90%	70%	90%	70%	90%	1.66	2.91	1.66	2.73
3/12/2021	0.00	SI	0.22	19	20	19	20	19	20	70%	90%	70%	90%	70%	90%	70%	90%	1.89	3.20	1.89	3.04
4/12/2021	0.00	SI	0.21	20	21	19	20	19	20	80%	90%	80%	90%	80%	90%	80%	90%	1.85	3.20	1.85	3.04
5/12/2021	0.00	SI	0.17	19	23	20	22	21	21	80%	90%	80%	90%	80%	90%	80%	90%	1.47	2.33	1.47	2.43
6/12/2021	2.50	SI	0.13	16	19	17	18	17	18	80%	90%	80%	90%	80%	90%	80%	90%	1.13	1.74	1.13	1.82
7/12/2021	2.60	NO	0.00	17	17	16	16	14	14	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.33	0.00	1.33	0.00
8/12/2021	0.50	SI	0.14	17	22	19	21	18	21	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.19	2.03	1.19	2.13
9/12/2021	2.50	NO	0.00	15	15	14	14	15	15	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.09	0.00	1.09	0.00
10/12/2021	15.00	NO	0.00	22	22	21	21	19	19	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.20	0.00	1.20	0.00
11/12/2021	12.50	NO	0.00	16	16	15	15	14	14	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.14	0.00	1.14	0.00
12/12/2021	10.00	NO	0.00	14	14	13	13	13	13	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.77	0.00	0.77	0.00
13/12/2021	0.00	NO	0.00	16	16	15	15	15	15	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	0.95	0.00	0.95	0.00
14/12/2021	0.00	SI	0.11	15	17	14	15	13	16	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.96	1.45	0.96	1.52
15/12/2021	0.50	SI	0.16	19	23	18	22	17	21	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.43	2.33	1.43	2.43
16/12/2021	0.00	SI	0.09	14	19	12	16	13	16	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.80	1.45	0.80	1.22
17/12/2021	0.00	SI	0.09	16	21	13	19	14	18	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.83	1.45	0.83	1.52
18/12/2021	0.00	SI	0.13	15	15	13	13	12	12	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.13	1.74	1.13	1.82
19/12/2021	20.00	NO	0.00	14	18	14	17	14	18	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.15	0.00	1.15	0.00
20/12/2021	2.50	NO	0.00	18	18	18	18	17	17	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.19	0.00	1.19	0.00
21/12/2021	10.50	NO	0.00	20	20	19	19	18	18	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.78	0.00	0.78	0.00
22/12/2021	2.50	NO	0.00	16	16	15	15	14	14	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.13	0.00	1.13	0.00
23/12/2021	3.80	NO	0.00	14	14	14	14	14	14	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.90	0.00	0.90	0.00
24/12/2021	25.00	NO	0.00	15	15	13	13	14	14	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.71	0.00	0.71	0.00
25/12/2021	2.50	NO	0.00	18	18	17	17	17	17	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.26	0.00	1.26	0.00
26/12/2021	3.75	NO	0.00	18	18	18	18	18	18	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	1.20	0.00	1.20	0.00
27/12/2021	0.00	SI	0.14	13	13	14	14	13	13	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.26	2.03	1.26	2.13
28/12/2021	1.50	SI	0.13	15	15	15	15	15	15	90%	100%	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.09	1.74	1.09	1.82
29/12/2021	6.50	NO	0.00	18	18	18	18	18	18	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.12	0.00	1.12	0.00
30/12/2021	25.00	NO	0.00	17	17	16	16	16	16	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.91	0.00	0.91	0.00
31/12/2021	4.30	NO	0.00	16	16	17	17	16	16	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.34	0.00	1.34	0.00

Febrero 2022 Fecha	PP mm	TR min	B1		B2		B3		B1		B2		B3		(22) Microaspersores		(23) Microaspersores		
			TEMP °C	DR	TEMP °C	DR	TEMP °C	DR	HS %	AR	HS %	AR	HS %	AR	DR	LRA	LRP	LRA	LRP
1/02/2022	10.00	NO	16	16	16	16	15	15	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.00	1.47	0.00	1.47	0.00
2/02/2022	12.50	NO	17	17	17	17	16	16	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.00	1.53	0.00	1.53	0.00
3/02/2022	0.00	NO	14	14	14	14	14	14	100%	90%	100%	90%	100%	90%	0.00	1.84	0.00	1.84	0.00
4/02/2022	5.00	NO	18	18	18	18	18	18	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.00	1.67	0.00	1.67	0.00
5/02/2022	4.60	NO	16	16	16	16	16	16	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.00	1.95	0.00	1.95	0.00
6/02/2022	3.75	NO	16	16	16	16	16	16	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.00	1.24	0.00	1.24	0.00
7/02/2022	2.50	NO	18	18	18	18	18	18	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.00	1.88	0.00	1.88	0.00
8/02/2022	3.75	NO	18	18	18	18	18	18	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.00	1.71	0.00	1.71	0.00
9/02/2022	0.00	SI	18	18	18	18	17	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	2.91	1.74	2.91	1.74	3.04
10/02/2022	0.00	SI	15	19	14	19	13	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	3.49	2.08	3.49	2.08	3.34
11/02/2022	0.00	SI	19	23	18	22	18	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	3.68	2.31	3.68	2.31	3.95
12/02/2022	1.25	SI	19	22	18	20	17	250	90%	100%	90%	100%	90%	100%	3.20	1.98	3.20	1.98	3.34
13/02/2022	3.75	NO	22	22	22	22	20	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.00	1.53	0.00	1.53	0.00
14/02/2022	4.30	NO	21	21	22	22	21	21	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.00	1.96	0.00	1.96	0.00
15/02/2022	25.00	NO	22	22	21	21	20	20	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.00	1.52	0.00	1.52	0.00
16/02/2022	12.50	NO	16	16	17	17	16	16	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.00	1.1	0.00	1.1	0.00
17/02/2022	0.00	NO	16	16	17	17	17	17	100%	90%	100%	90%	100%	90%	0.00	1.79	0.00	1.79	0.00
18/02/2022	3.25	NO	19	19	19	19	18	18	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.00	1.38	0.00	1.38	0.00
19/02/2022	0.00	SI	21	21	20	20	20	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	3.49	2.02	3.49	2.02	3.34
20/02/2022	2.50	NO	20	20	21	21	19	19	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.00	2.12	0.00	2.12	0.00
21/02/2022	3.50	NO	20	20	19	19	18	18	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.00	2.01	0.00	2.01	0.00
22/02/2022	13.75	NO	22	22	20	20	19	19	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.00	1.89	0.00	1.89	0.00
23/02/2022	5.00	NO	20	20	19	19	19	19	100%	90%	100%	90%	100%	90%	0.00	1.49	0.00	1.49	0.00
24/02/2022	2.50	NO	21	21	20	20	19	19	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.00	1.8	0.00	1.8	0.00
25/02/2022	6.50	NO	18	18	18	18	18	18	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.00	1.6	0.00	1.6	0.00
26/02/2022	2.50	SI	21	21	21	21	20	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	2.33	1.44	2.33	1.44	2.43
27/02/2022	0.00	SI	19	23	20	22	19	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	2.91	1.68	2.91	1.68	2.73
28/02/2022	0.00	SI	19	21	18	20	17	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	3.20	2.00	3.20	2.00	3.34

Marzo 2022 Fecha	PP mm	TR min	B1 TEMP °C		B2 TEMP °C		B3 TEMP °C		B1 HS %		B2 HS %		B3 HS %		(22) Microaspersores		(23) Microaspersores		
			AR	DR	AR	DR	AR	DR	AR	DR	AR	DR	AR	DR	AR	DR	LRA mm	LRP mm	LRA mm
1/03/2022	3.50	NO	22	22	20	20	19	19	90%	100%	90%	100%	90%	100%	2.04	0.00	2.04	2.04	0.00
2/03/2022	0.50	SI	19	22	17	21	18	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	2.02	3.49	2.02	2.02	3.34
3/03/2022	3.50	NO	16	16	15	15	15	15	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.42	0.00	1.42	1.42	0.00
4/03/2022	9.70	NO	20	20	20	20	19	19	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.63	0.00	1.63	1.63	0.00
5/03/2022	2.50	NO	19	19	18	18	17	17	100%	90%	100%	90%	100%	90%	1.22	0.00	1.22	1.22	0.00
6/03/2022	0.30	SI	21	21	20	20	20	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.94	3.20	1.94	1.94	3.34
7/03/2022	2.50	NO	22	22	20	20	19	19	100%	90%	100%	90%	100%	90%	1.69	0.00	1.69	1.69	0.00
8/03/2022	4.30	NO	23	23	21	21	21	21	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.44	0.00	1.44	1.44	0.00
9/03/2022	0.00	SI	20	22	19	21	17	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.53	2.62	1.53	1.53	2.43
10/03/2022	0.00	SI	22	19	23	18	22	17	21	90%	100%	90%	100%	90%	1.89	3.20	1.89	1.89	3.04
11/03/2022	0.00	SI	18	22	19	21	17	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.53	2.62	1.53	1.53	2.43
12/03/2022	0.00	SI	19	22	19	20	18	20	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.70	2.91	1.70	1.70	2.73
13/03/2022	5.30	NO	16	16	15	15	15	15	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.41	0.00	1.41	1.41	0.00
14/03/2022	5.00	NO	16	16	15	15	16	16	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.37	0.00	0.37	0.37	0.00
15/03/2022	0.90	SI	09	11	11	11	10	10	90%	100%	90%	100%	90%	100%	0.82	1.45	0.82	0.82	1.52
16/03/2022	1.70	SI	12	10	10	10	10	10	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.08	1.74	1.08	1.08	1.82
17/03/2022	1.90	SI	17	20	19	19	18	18	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.45	2.33	1.45	1.45	2.43
18/03/2022	8.10	NO	18	18	17	17	16	16	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.09	0.00	1.09	1.09	0.00
19/03/2022	0.00	NO	18	18	19	19	17	17	100%	90%	100%	90%	100%	90%	1.69	0.00	1.69	1.69	0.00
20/03/2022	0.00	SI	15	18	21	17	20	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.31	2.33	1.31	1.31	2.13
21/03/2022	0.00	SI	19	19	21	19	21	19	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.69	2.91	1.69	1.69	2.73
22/03/2022	0.00	SI	21	19	22	18	22	17	20	90%	100%	90%	100%	90%	1.85	3.20	1.85	1.85	3.04
23/03/2022	0.30	SI	17	19	18	19	16	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.48	2.33	1.48	1.48	2.43
24/03/2022	4.50	NO	20	20	19	19	18	18	90%	100%	90%	100%	90%	100%	183.00	0.00	183.00	183.00	0.00
25/03/2022	12.50	NO	19	19	19	19	18	18	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.71	0.00	1.71	1.71	0.00
26/03/2022	2.10	NO	17	17	17	17	17	17	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.11	0.00	1.11	1.11	0.00
27/03/2022	10.00	NO	20	20	20	20	19	19	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.52	0.00	1.52	1.52	0.00
28/03/2022	2.50	NO	21	21	20	20	19	19	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.16	0.00	1.16	1.16	0.00
29/03/2022	0.00	NO	20	20	20	20	19	19	100%	90%	100%	90%	100%	90%	1.82	0.00	1.82	1.82	0.00
30/03/2022	0.00	NO	20	20	19	19	19	19	90%	90%	90%	90%	90%	90%	1.82	0.00	1.82	1.82	0.00
31/03/2022	0.00	NO	17	17	18	18	16	16	90%	90%	90%	90%	90%	90%	1.50	0.00	1.50	1.50	0.00

Abril 2022 Fecha	PP mm	TR min	B1		B2		B3		B1		B2		B3		(22) Micropersores		(23) Micropersores	
			TEMP °C	DR	TEMP °C	DR	TEMP °C	DR	TEMP °C	DR	HS %	AR	HS %	DR	HS %	AR	HS %	DR
1/04/2023	6.50	NO	19	19	18	18	17	17	90%	100%	90%	100%	90%	100%	1.41	0.00	1.41	0.00
2/04/2023	5.00	NO	13	13	13	13	14	14	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.97	0.00	0.97	0.00
3/04/2023	2.50	NO	15	15	16	16	15	15	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0.98	0.00	0.98	0.00
4/04/2023	4.50	NO	18	18	17	17	17	17	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.13	0.00	1.13	0.00
5/04/2023	0.90	NO	18	18	18	18	17	17	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.23	0.00	1.23	0.00
6/04/2023	0.00	NO	16	16	17	17	17	17	100%	90%	100%	90%	100%	90%	1.59	0.00	1.59	0.00
7/04/2023	0.00	NO	17	17	17	17	18	18	90%	90%	90%	90%	90%	90%	1.49	0.00	1.49	0.00
8/04/2023	0.00	NO	19	19	19	19	18	18	90%	90%	90%	90%	90%	90%	1.40	0.00	1.40	0.00
9/04/2023	6.50	NO	18	18	19	19	18	18	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.49	0.00	1.49	0.00
10/04/2023	4.30	NO	20	20	19	19	19	19	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1.60	0.00	1.60	0.00
11/04/2023	0.00	NO	17	17	18	18	17	17	100%	90%	100%	90%	100%	100%	1.61	0.00	1.61	0.00
12/04/2023	0.00	NO	17	17	15	15	15	15	90%	90%	90%	90%	100%	100%	2.07	0.00	2.07	0.00
13/04/2023	0.00	NO	16	16	17	17	16	16	90%	80%	90%	90%	100%	100%	1.78	0.00	1.78	0.00
14/04/2023	0.30	NO	17	17	16	16	15	15	80%	80%	90%	90%	100%	90%	1.80	0.00	1.80	0.00
15/04/2023	0.00	NO	17	17	16	16	16	16	80%	80%	90%	90%	90%	90%	1.69	0.00	1.69	0.00
16/04/2023	0.00	NO	17	17	16	16	15	15	80%	70%	90%	80%	90%	90%	1.59	0.00	1.59	0.00
17/04/2023	0.00	NO	18	18	16	16	16	16	70%	70%	80%	80%	90%	80%	1.84	0.00	1.84	0.00
18/04/2023	0.00	NO	18	18	17	17	16	16	70%	60%	80%	70%	80%	80%	1.89	0.00	1.89	0.00
19/04/2023	0.00	NO	18	18	16	16	15	15	60%	60%	70%	70%	80%	80%	2.00	0.00	2.00	0.00
20/04/2023	0.00	NO	16	16	15	15	15	15	60%	60%	70%	70%	80%	80%	1.99	0.00	1.99	0.00
21/04/2023	0.00	NO	18	18	17	17	15	15	60%	60%	70%	70%	80%	80%	1.81	0.00	1.81	0.00
22/04/2023	0.00	NO	16	16	15	15	15	15	60%	60%	70%	70%	80%	80%	1.92	0.00	1.92	0.00
23/04/2023	0.30	NO	16	16	15	15	15	15	60%	60%	70%	70%	80%	80%	1.73	0.00	1.73	0.00
24/04/2023	0.00	NO	16	16	15	15	14	14	60%	60%	70%	70%	80%	80%	1.57	0.00	1.57	0.00
25/04/2023	0.00	NO	16	16	15	15	15	15	60%	50%	70%	70%	80%	80%	1.79	0.00	1.79	0.00
26/04/2023	0.00	NO	18	18	17	17	16	16	50%	50%	60%	60%	80%	80%	1.81	0.00	1.81	0.00
27/04/2023	0.00	NO	18	18	18	18	17	17	50%	50%	70%	60%	80%	80%	2.00	0.00	2.00	0.00
28/04/2023	0.00	NO	19	19	18	18	17	17	50%	50%	60%	60%	80%	80%	1.84	0.00	1.84	0.00
29/04/2023	0.00	NO	18	18	17	17	15	15	50%	50%	60%	60%	80%	80%	1.50	0.00	1.50	0.00
30/04/2023	0.00	NO	16	16	15	15	16	16	50%	50%	60%	60%	70%	70%	1.63	0.00	1.63	0.00

Mayo 2022 Fecha	PP mm	TR min	B1 TEMP °C		B2 TEMP °C		B3 TEMP °C		B1 HS %		B2 HS %		B3 HS %		(22) Microaspersores LRP mm		(23) Microaspersores LRP mm		LRA mm	
			AR	DR	AR	DR	AR	DR	AR	DR	AR	DR	AR	DR	AR	DR	AR	DR	AR	DR
1/05/2022	0.00	NO	17	17	16	16	16	16	50%	40%	60%	60%	70%	70%	1.76	0.00	1.76	0.00	1.76	0.00
2/05/2022	0.00	NO	20	20	18	18	16	16	40%	40%	60%	50%	70%	70%	1.98	0.00	1.98	0.00	1.98	0.00
3/05/2022	0.00	NO	20	20	18	18	16	16	40%	40%	50%	50%	70%	60%	1.75	0.00	1.75	0.00	1.75	0.00
4/05/2022	0.00	NO	17	17	18	18	17	17	40%	40%	50%	50%	60%	60%	1.59	0.00	1.59	0.00	1.59	0.00
5/05/2022	0.00	NO	18	18	17	17	17	17	40%	40%	50%	50%	60%	60%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6/05/2022	0.00	NO	19	19	18	18	16	16	40%	30%	50%	50%	60%	60%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7/05/2022	0.00	NO	18	18	17	17	17	17	30%	30%	50%	40%	60%	60%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8/05/2022	0.00	NO	18	18	17	17	16	16	30%	30%	40%	40%	50%	50%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9/05/2022	0.00	NO	20	20	19	19	18	18	30%	30%	40%	40%	50%	50%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10/05/2022	0.00	NO	20	20	18	18	16	16	30%	20%	40%	30%	50%	50%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11/05/2022	0.00	NO	20	20	19	19	18	18	20%	20%	30%	30%	40%	40%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12/05/2022	0.00	NO	19	19	18	18	16	16	20%	20%	30%	30%	40%	40%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/05/2022	0.00	NO	19	19	18	18	17	17	20%	20%	30%	30%	40%	40%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota: PP: Precipitaciones del pluviómetro; TR: Tiempo de riego; AR: Antes de riego; DR: Despues de riego; HS: Humedad de suelo; LRP: Láminas de riego proyectado (ETC); LRA: Láminas reales aplicadas



Anexo 11. Balance hídrico diario del cultivo – Tratamientos T-1 y T-2

Noviembre (2021)	Tratamiento T-1											Tratamiento T-2										
	FECHA	DDS	PP (mm)	ETC (mm)	CdC (mm)	PMP (mm)	Pw (mm)	LR (mm)	B (mm)	HS (%)	Antes después 0 - 1.40	NF	CdC (mm)	PMP (mm)	Pw (mm)	LR (mm)	B (mm)	HS (%)	Antes después 0 - 1.40	NF		
4/11/2021	1	0.00	2.17	64.99	33.06	49.02	15.90	64.99	0%	90%	0.00	65.47	33.27	49.37	26.74	65.47	0%	80%	0.00			
5/11/2021	2	0.00	1.79	64.99	33.06	49.02	2.16	64.99	80%	90%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.26	65.47	70%	100%	0.00			
6/11/2021	3	0.00	1.94	64.99	33.06	49.02	2.35	64.99	80%	90%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.56	65.47	70%	100%	0.00			
7/11/2021	4	0.00	1.95	64.99	33.06	49.02	2.16	64.99	80%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.56	65.47	70%	100%	0.00			
8/11/2021	5	0.00	2.10	64.99	33.06	49.02	2.55	64.99	80%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.85	65.47	70%	100%	0.00			
9/11/2021	6	0.00	2.15	64.99	33.06	49.02	2.55	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.85	65.47	70%	100%	0.00			
10/11/2021	7	0.00	2.12	64.99	33.06	49.02	2.55	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.85	65.47	70%	100%	0.00			
11/11/2021	8	0.00	1.78	64.99	33.06	49.02	2.16	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.26	65.47	70%	100%	0.00			
12/11/2021	9	0.00	1.45	64.99	33.06	49.02	1.77	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.67	65.47	70%	100%	0.00			
13/11/2021	10	0.00	1.65	64.99	33.06	49.02	1.96	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.36	65.47	70%	100%	0.00			
14/11/2021	11	0.00	2.02	64.99	33.06	49.02	2.35	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.56	65.47	70%	100%	0.00			
15/11/2021	12	0.00	2.03	64.99	33.06	49.02	2.35	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.56	65.47	80%	100%	0.00			
16/11/2021	13	0.00	1.88	64.99	33.06	49.02	2.16	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.56	65.47	80%	100%	0.00			
17/11/2021	14	0.00	1.99	64.99	33.06	49.02	2.35	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.56	65.47	80%	100%	0.00			
18/11/2021	15	0.00	2.06	64.99	33.06	49.02	2.35	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.56	65.47	80%	100%	0.00			
19/11/2021	16	0.00	1.86	64.99	33.06	49.02	2.16	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.56	65.47	90%	100%	0.00			
20/11/2021	17	0.00	1.89	64.99	33.06	49.02	2.16	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.56	65.47	90%	100%	0.00			
21/11/2021	18	0.00	1.47	64.99	33.06	49.02	1.77	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.67	65.47	90%	100%	0.00			
22/11/2021	19	0.00	1.77	64.99	33.06	49.02	2.16	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.26	65.47	90%	100%	0.00			
23/11/2021	20	1.00	1.47	64.99	33.06	49.02	1.77	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.67	65.47	90%	100%	0.00			
24/11/2021	21	2.50	1.36	64.99	33.06	49.02	0.00	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	65.47	100%	90%	0.00			
25/11/2021	22	0.00	1.43	64.99	33.06	49.02	1.77	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.38	65.47	90%	100%	0.00			
26/11/2021	23	0.00	0.63	64.99	33.06	49.02	0.78	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	1.19	65.47	90%	100%	0.00			
27/11/2021	24	0.00	0.93	64.99	33.06	49.02	1.18	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	1.78	65.47	90%	100%	0.00			
28/11/2021	25	0.80	1.33	64.99	33.06	49.02	1.57	66.03	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.38	67.31	90%	100%	0.00			
29/11/2021	26	0.00	1.25	64.99	33.06	49.02	1.57	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.38	65.47	90%	100%	0.00			
30/11/2021	27	0.00	1.42	64.99	33.06	49.02	1.77	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.38	65.47	90%	100%	0.00			

Diciembre (2021)	Tratamiento T-1										Tratamiento T-2									
	FECHA	DDS	PP (mm)	ETC (mm)	CdC (mm)	PMP (mm)	Pw (mm)	LR (mm)	B (mm)	Antes	HS (%)	NF	CdC (mm)	PMP (mm)	Pw (mm)	LR (mm)	B (mm)	Antes	HS (%)	NF
1/12/2021	28	0.00	1.96	64.99	33.06	49.02	2.35	63.04	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.56	63.51	90%	100%	0.00	
2/12/2021	29	0.00	1.47	64.99	33.06	49.02	1.77	63.33	90%	90%	0.00	65.47	33.27	49.37	4.16	66.20	90%	100%	0.00	
3/12/2021	30	0.00	2.03	64.99	33.06	49.02	2.35	63.65	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.56	67.73	90%	100%	0.00	
4/12/2021	31	0.00	2.30	64.99	33.06	49.02	2.75	64.10	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	4.16	69.59	90%	100%	0.00	
5/12/2021	32	0.50	1.12	64.99	33.06	49.02	1.37	64.85	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	1.78	70.75	90%	100%	0.00	
6/12/2021	33	6.50	1.46	64.99	33.06	49.02	0.00	69.89	100%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	75.79	100%	100%	0.00	
7/12/2021	34	1.00	1.81	64.99	33.06	49.02	0.00	63.18	100%	90%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	63.66	100%	90%	0.00	
8/12/2021	35	0.00	2.03	64.99	33.06	49.02	2.35	63.51	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.56	65.19	90%	100%	0.00	
9/12/2021	36	0.00	1.13	64.99	33.06	49.02	1.37	63.75	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.07	66.13	90%	100%	0.00	
10/12/2021	37	1.25	1.38	64.99	33.06	49.02	1.57	65.18	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.38	68.37	90%	100%	0.00	
11/12/2021	38	0.50	2.01	64.99	33.06	49.02	2.35	66.02	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.56	70.42	90%	100%	0.00	
12/12/2021	39	1.25	2.19	64.99	33.06	49.02	2.55	67.64	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	4.16	73.64	90%	100%	0.00	
13/12/2021	40	7.00	3.22	64.99	33.06	49.02	0.00	71.42	100%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	77.42	100%	100%	0.00	
14/12/2021	41	0.00	2.76	64.99	33.06	49.02	0.00	62.23	100%	90%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	62.71	100%	90%	0.00	
15/12/2021	42	1.25	2.36	64.99	33.06	49.02	2.75	63.87	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	4.16	65.76	90%	100%	0.00	
16/12/2021	43	0.00	1.36	64.99	33.06	49.02	1.57	64.08	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.38	66.78	90%	100%	0.00	
17/12/2021	44	0.00	1.48	64.99	33.06	49.02	1.77	64.36	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.67	67.97	90%	100%	0.00	
18/12/2021	45	0.00	1.32	64.99	33.06	49.02	1.57	64.61	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.38	69.03	90%	100%	0.00	
19/12/2021	46	0.00	1.49	64.99	33.06	49.02	1.77	64.88	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.67	70.20	90%	100%	0.00	
20/12/2021	47	1.50	0.84	64.99	33.06	49.02	0.98	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	1.78	65.47	90%	100%	0.00	
21/12/2021	48	0.00	0.95	64.99	33.06	49.02	1.18	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	1.78	65.47	90%	100%	0.00	
22/12/2021	49	0.00	0.71	64.99	33.06	49.02	0.78	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	1.19	65.47	90%	100%	0.00	
23/12/2021	50	0.00	2.43	64.99	33.06	49.02	2.94	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	4.76	65.47	90%	100%	0.00	
24/12/2021	51	0.00	1.39	64.99	33.06	49.02	1.57	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.38	65.47	90%	100%	0.00	
25/12/2021	52	0.00	1.70	64.99	33.06	49.02	1.96	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.97	65.47	90%	100%	0.00	
26/12/2021	53	0.00	0.78	64.99	33.06	49.02	0.98	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	1.19	65.47	90%	100%	0.00	
27/12/2021	54	0.00	2.14	64.99	33.06	49.02	2.55	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.85	65.47	90%	100%	0.00	
28/12/2021	55	1.50	1.71	64.99	33.06	49.02	1.96	66.75	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.97	68.23	90%	100%	0.00	
29/12/2021	56	3.00	2.01	64.99	33.06	49.02	0.00	67.74	100%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	69.22	100%	100%	0.00	
30/12/2021	57	0.00	2.58	64.99	33.06	49.02	0.00	65.15	100%	90%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	66.64	100%	90%	0.00	
31/12/2021	58	0.00	2.67	64.99	33.06	49.02	0.00	62.49	90%	90%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	63.97	90%	80%	0.00	

Enero (2022)		Tratamiento T-1										Tratamiento T-2									
FECHA	DDS	PP (mm)	ETC (mm)	CdC (mm)	PMP (mm)	Pw (mm)	LR (mm)	B (mm)	HS (%)	Antes	despues	NF	CdC (mm)	PMP (mm)	Pw (mm)	LR (mm)	B (mm)	HS (%)	Antes	despues	NF
1/01/2022	59	0.00	3.03	64.99	33.06	49.02	0.00	59.46	90%	80%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	60.94	80%	70%	0.00		
2/01/2022	60	0.00	3.05	64.99	33.06	49.02	3.53	59.94	80%	90%	0.00	65.47	33.27	49.37	5.64	63.53	70%	90%	0.00		
3/01/2022	61	0.00	3.47	64.99	33.06	49.02	4.12	60.58	80%	90%	0.00	65.47	33.27	49.37	6.24	66.30	70%	90%	0.00		
4/01/2022	62	0.00	3.40	64.99	33.06	49.02	3.92	61.11	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	6.24	69.14	80%	90%	0.00		
5/01/2022	63	0.00	2.71	64.99	33.06	49.02	3.14	61.54	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	4.76	71.19	80%	90%	0.00		
6/01/2022	64	2.50	2.08	64.99	33.06	49.02	2.35	64.32	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.56	75.17	80%	90%	0.00		
7/01/2022	65	2.60	2.45	64.99	33.06	49.02	0.00	64.47	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	75.33	90%	100%	0.00		
8/01/2022	66	0.50	2.20	64.99	33.06	49.02	2.55	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	4.16	65.47	90%	100%	0.00		
9/01/2022	67	2.50	2.01	64.99	33.06	49.02	0.00	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	65.47	90%	100%	0.00		
10/01/2022	68	15.00	2.21	64.99	33.06	49.02	0.00	77.78	100%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	78.25	90%	100%	0.00		
11/01/2022	69	12.50	2.09	64.99	33.06	49.02	0.00	88.19	100%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	88.66	100%	100%	0.00		
12/01/2022	70	10.00	1.42	64.99	33.06	49.02	0.00	96.77	100%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	97.24	100%	100%	0.00		
13/01/2022	71	0.00	1.76	64.99	33.06	49.02	0.00	63.24	100%	90%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	63.71	100%	90%	0.00		
14/01/2022	72	0.00	1.76	64.99	33.06	49.02	2.16	63.63	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.97	64.92	90%	100%	0.00		
15/01/2022	73	0.50	2.64	64.99	33.06	49.02	3.14	64.63	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	4.76	67.54	90%	100%	0.00		
16/01/2022	74	0.00	1.47	64.99	33.06	49.02	1.77	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.67	65.47	90%	100%	0.00		
17/01/2022	75	0.00	1.52	64.99	33.06	49.02	1.77	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	2.97	65.47	90%	100%	0.00		
18/01/2022	76	0.00	2.07	64.99	33.06	49.02	2.35	64.99	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	3.56	65.47	90%	100%	0.00		
19/01/2022	77	20.00	2.11	64.99	33.06	49.02	0.00	82.88	90%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	83.35	100%	100%	0.00		
20/01/2022	78	2.50	2.19	64.99	33.06	49.02	0.00	83.19	100%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	83.67	100%	100%	0.00		
21/01/2022	79	10.50	1.44	64.99	33.06	49.02	0.00	92.25	100%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	92.73	100%	100%	0.00		
22/01/2022	80	2.50	2.07	64.99	33.06	49.02	0.00	92.68	100%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	93.16	100%	100%	0.00		
23/01/2022	81	3.80	1.66	64.99	33.06	49.02	0.00	94.82	100%	100%	0.00	65.47	33.27	49.37	0.00	95.29	100%	100%	0.00		
24/01/2022	82	25.00	1.30	64.99	33.06	49.02	0.00	118.52	100%	100%	0.43	65.47	33.27	49.37	0.00	119.00	100%	100%	0.42		
25/01/2022	83	2.50	2.32	64.99	33.06	49.02	0.00	118.70	100%	100%	0.45	65.47	33.27	49.37	0.00	119.18	100%	100%	0.46		
26/01/2022	84	3.75	2.20	64.99	33.06	49.02	0.00	62.79	100%	90%	0.42	65.47	33.27	49.37	0.00	63.27	100%	90%	0.44		
27/01/2022	85	0.00	2.32	64.99	33.06	49.02	2.75	63.22	90%	100%	0.41	65.47	33.27	49.37	4.16	65.11	90%	100%	0.40		
28/01/2022	86	1.50	2.01	64.99	33.06	49.02	2.35	64.99	90%	100%	0.40	65.47	33.27	49.37	3.56	65.47	90%	100%	0.41		
29/01/2022	87	6.50	2.06	64.99	33.06	49.02	0.00	69.43	100%	100%	0.41	65.47	33.27	49.37	0.00	69.90	100%	100%	0.42		
30/01/2022	88	25.00	1.68	64.99	33.06	49.02	0.00	92.75	100%	100%	0.47	65.47	33.27	49.37	0.00	93.23	100%	100%	0.48		
31/01/2022	89	4.30	2.47	64.99	33.06	49.02	0.00	94.58	100%	100%	0.51	65.47	33.27	49.37	0.00	95.05	100%	100%	0.52		

FECHA	DDS	PP (mm)	Tratamiento T-1										Tratamiento T-2												
			ETC (mm)	CdC (mm)	PMP (mm)	Pw (mm)	LR (mm)	B (mm)	HS (%)	NF	HS (%)	Antes	despues	0 - 1.40	CdC (mm)	PMP (mm)	Pw (mm)	LR (mm)	B (mm)	HS (%)	NF	HS (%)	Antes	despues	0 - 1.40
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(%)		(%)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(%)		(%)	(mm)	(mm)
1/02/2022	90	10.00	2.70	64.99	33.06	49.02	0.00	101.87	100%	100%	0.53	65.47	33.27	49.37	0.00	102.35	100%	100%	0.54						
2/02/2022	91	12.50	2.82	64.99	33.06	49.02	0.00	111.55	100%	100%	0.57	65.47	33.27	49.37	0.00	112.03	100%	100%	0.58						
3/02/2022	92	0.00	3.39	64.99	33.06	49.02	0.00	108.16	100%	90%	0.55	65.47	33.27	49.37	0.00	108.63	100%	90%	0.56						
4/02/2022	93	5.00	3.07	64.99	33.06	49.02	0.00	61.92	90%	100%	0.51	65.47	33.27	49.37	0.00	62.40	90%	100%	0.52						
5/02/2022	94	4.60	3.59	64.99	33.06	49.02	0.00	62.93	90%	100%	0.54	65.47	33.27	49.37	0.00	63.41	90%	100%	0.56						
6/02/2022	95	3.75	2.28	64.99	33.06	49.02	0.00	64.41	90%	100%	0.56	65.47	33.27	49.37	0.00	64.88	90%	100%	0.57						
7/02/2022	96	2.50	3.46	64.99	33.06	49.02	0.00	63.45	90%	100%	0.53	65.47	33.27	49.37	0.00	63.93	90%	100%	0.54						
8/02/2022	97	3.75	3.14	64.99	33.06	49.02	0.00	64.06	90%	100%	0.52	65.47	33.27	49.37	0.00	64.54	90%	100%	0.55						
9/02/2022	98	0.00	3.20	64.99	33.06	49.02	3.73	64.59	90%	100%	0.54	65.47	33.27	49.37	5.95	67.29	90%	100%	0.56						
10/02/2022	99	0.00	3.82	64.99	33.06	49.02	4.51	64.99	90%	100%	0.55	65.47	33.27	49.37	6.83	65.47	90%	100%	0.57						
11/02/2022	100	0.00	4.25	64.99	33.06	49.02	4.91	64.99	90%	100%	0.53	65.47	33.27	49.37	7.63	65.47	90%	100%	0.56						
12/02/2022	101	1.25	3.65	64.99	33.06	49.02	4.32	61.34	90%	100%	0.52	65.47	33.27	49.37	6.54	61.81	90%	100%	0.54						
13/02/2022	102	3.75	2.81	64.99	33.06	49.02	0.00	62.28	90%	100%	0.50	65.47	33.27	49.37	0.00	62.75	90%	100%	0.52						
14/02/2022	103	4.30	3.61	64.99	33.06	49.02	0.00	62.97	90%	100%	0.51	65.47	33.27	49.37	0.00	63.45	90%	100%	0.53						
15/02/2022	104	25.00	2.79	64.99	33.06	49.02	0.00	85.18	100%	100%	0.52	65.47	33.27	49.37	0.00	85.65	100%	100%	0.54						
16/02/2022	105	12.50	2.03	64.99	33.06	49.02	0.00	95.65	100%	100%	0.60	65.47	33.27	49.37	0.00	96.12	100%	100%	0.64						
17/02/2022	106	0.00	3.29	64.99	33.06	49.02	0.00	92.36	100%	90%	0.66	65.47	33.27	49.37	0.00	92.83	100%	90%	0.67						
18/02/2022	107	3.25	2.53	64.99	33.06	49.02	0.00	64.99	90%	100%	0.64	65.47	33.27	49.37	0.00	65.47	90%	100%	0.65						
19/02/2022	108	0.00	3.72	64.99	33.06	49.02	4.32	64.99	90%	100%	0.60	65.47	33.27	49.37	6.83	65.47	90%	100%	0.62						
20/02/2022	109	2.50	3.90	64.99	33.06	49.02	0.00	63.59	90%	100%	0.61	65.47	33.27	49.37	0.00	64.07	90%	100%	0.63						
21/02/2022	110	3.50	3.71	64.99	33.06	49.02	0.00	63.38	90%	100%	0.60	65.47	33.27	49.37	0.00	63.86	90%	100%	0.61						
22/02/2022	111	13.75	3.48	64.99	33.06	49.02	0.00	73.65	100%	100%	0.64	65.47	33.27	49.37	0.00	74.13	100%	100%	0.66						
23/02/2022	112	5.00	2.75	64.99	33.06	49.02	0.00	62.24	100%	90%	0.63	65.47	33.27	49.37	0.00	62.72	100%	90%	0.65						
24/02/2022	113	2.50	3.31	64.99	33.06	49.02	0.00	61.44	90%	100%	0.62	65.47	33.27	49.37	0.00	61.91	90%	100%	0.64						
25/02/2022	114	6.50	2.95	64.99	33.06	49.02	0.00	64.99	90%	100%	0.61	65.47	33.27	49.37	0.00	65.46	90%	100%	0.63						
26/02/2022	115	2.50	2.65	64.99	33.06	49.02	3.14	64.99	90%	100%	0.60	65.47	33.27	49.37	4.76	65.47	90%	100%	0.62						
27/02/2022	116	0.00	3.36	64.99	33.06	49.02	3.92	64.99	90%	100%	0.61	65.47	33.27	49.37	5.64	65.47	90%	100%	0.63						
28/02/2022	117	0.00	3.67	64.99	33.06	49.02	3.92	64.99	90%	100%	0.60	65.47	33.27	49.37	6.54	65.47	90%	100%	0.62						

Marzo (2022)		Tratamiento T-1										Tratamiento T-2									
FECHA	DDS	PP (mm)	ETC (mm)	CdC (mm)	PMP (mm)	Pw (mm)	LR (mm)	B (mm)	HS (%)	Antes	NF	CdC (mm)	PMP (mm)	Pw (mm)	LR (mm)	B (mm)	HS (%)	Antes	NF		
									despues	0 - 1.40							despues	0 - 1.40			
1/03/2022	118	3.50	3.76	64.99	33.06	49.02	0.00	64.73	90%	0.61	65.47	33.27	49.37	0.00	65.21	90%	100%	100%	0.63	0.63	
2/03/2022	119	0.50	3.72	64.99	33.06	49.02	4.32	64.99	90%	0.60	65.47	33.27	49.37	6.83	65.47	90%	100%	100%	0.61	0.61	
3/03/2022	120	3.50	2.61	64.99	33.06	49.02	0.00	65.88	100%	0.61	65.47	33.27	49.37	0.00	66.36	100%	100%	100%	0.62	0.62	
4/03/2022	121	9.70	3.00	64.99	33.06	49.02	0.00	72.58	100%	0.61	65.47	33.27	49.37	0.00	73.06	100%	100%	100%	0.64	0.64	
5/03/2022	122	2.50	2.25	64.99	33.06	49.02	0.00	62.74	100%	0.62	65.47	33.27	49.37	0.00	63.22	100%	90%	90%	0.63	0.63	
6/03/2022	123	0.30	3.57	64.99	33.06	49.02	4.12	63.59	90%	0.60	65.47	33.27	49.37	6.54	66.49	90%	100%	100%	0.61	0.61	
7/03/2022	124	2.50	3.12	64.99	33.06	49.02	0.00	62.97	100%	0.60	65.47	33.27	49.37	0.00	65.87	100%	90%	90%	0.62	0.62	
8/03/2022	125	4.30	2.65	64.99	33.06	49.02	0.00	62.34	90%	0.61	65.47	33.27	49.37	0.00	62.81	90%	100%	100%	0.63	0.63	
9/03/2022	126	0.00	2.81	64.99	33.06	49.02	3.34	62.87	90%	0.62	65.47	33.27	49.37	5.05	65.06	90%	100%	100%	0.64	0.64	
10/03/2022	127	0.00	3.47	64.99	33.06	49.02	4.12	63.51	90%	0.63	65.47	33.27	49.37	6.24	67.82	90%	100%	100%	0.65	0.65	
11/03/2022	128	0.00	2.82	64.99	33.06	49.02	3.34	64.03	90%	0.63	65.47	33.27	49.37	5.05	70.05	90%	100%	100%	0.66	0.66	
12/03/2022	129	0.00	3.13	64.99	33.06	49.02	3.73	64.63	90%	0.62	65.47	33.27	49.37	5.64	72.57	90%	100%	100%	0.65	0.65	
13/03/2022	130	5.30	2.59	64.99	33.06	49.02	0.00	67.34	100%	0.62	65.47	33.27	49.37	0.00	75.28	100%	100%	100%	0.64	0.64	
14/03/2022	131	5.00	0.67	64.99	33.06	49.02	0.00	64.32	100%	0.62	65.47	33.27	49.37	0.00	64.79	100%	90%	90%	0.64	0.64	
15/03/2022	132	0.90	1.52	64.99	33.06	49.02	1.77	65.47	90%	0.60	65.47	33.27	49.37	2.97	67.15	90%	100%	100%	0.62	0.62	
16/03/2022	133	1.70	1.99	64.99	33.06	49.02	2.35	64.99	90%	0.59	65.47	33.27	49.37	3.56	65.47	90%	100%	100%	0.61	0.61	
17/03/2022	134	1.90	2.68	64.99	33.06	49.02	3.14	64.99	90%	0.58	65.47	33.27	49.37	4.76	65.47	90%	100%	100%	0.60	0.60	
18/03/2022	135	8.10	2.01	64.99	33.06	49.02	0.00	71.08	100%	0.60	65.47	33.27	49.37	0.00	71.56	100%	100%	100%	0.62	0.62	
19/03/2022	136	0.00	3.11	64.99	33.06	49.02	0.00	61.88	100%	0.59	65.47	33.27	49.37	0.00	62.36	100%	90%	90%	0.60	0.60	
20/03/2022	137	0.00	2.41	64.99	33.06	49.02	2.75	62.21	90%	0.59	65.47	33.27	49.37	4.46	64.40	90%	100%	100%	0.61	0.61	
21/03/2022	138	0.00	3.12	64.99	33.06	49.02	3.73	62.83	90%	0.60	65.47	33.27	49.37	5.64	66.93	90%	100%	100%	0.62	0.62	
22/03/2022	139	0.00	3.40	64.99	33.06	49.02	3.92	63.35	90%	0.62	65.47	33.27	49.37	6.24	69.77	90%	100%	100%	0.64	0.64	
23/03/2022	140	0.30	2.72	64.99	33.06	49.02	3.14	64.07	90%	0.60	65.47	33.27	49.37	4.76	72.11	90%	100%	100%	0.61	0.61	
24/03/2022	141	4.50	3.38	64.99	33.06	49.02	0.00	65.19	90%	0.60	65.47	33.27	49.37	0.00	73.23	90%	100%	100%	0.62	0.62	
25/03/2022	142	12.50	3.14	64.99	33.06	49.02	0.00	74.55	100%	0.63	65.47	33.27	49.37	0.00	82.59	100%	100%	100%	0.65	0.65	
26/03/2022	143	2.10	2.04	64.99	33.06	49.02	0.00	74.61	100%	0.62	65.47	33.27	49.37	0.00	82.65	100%	100%	100%	0.64	0.64	
27/03/2022	144	10.00	2.79	64.99	33.06	49.02	0.00	81.82	100%	0.63	65.47	33.27	49.37	0.00	89.86	100%	100%	100%	0.66	0.66	
28/03/2022	145	2.50	2.13	64.99	33.06	49.02	0.00	82.19	100%	0.63	65.47	33.27	49.37	0.00	90.23	100%	100%	100%	0.66	0.66	
29/03/2022	146	0.00	3.35	64.99	33.06	49.02	0.00	64.99	100%	0.63	65.47	33.27	49.37	0.00	65.47	100%	90%	90%	0.65	0.65	
30/03/2022	147	0.00	3.36	64.99	33.06	49.02	0.00	61.64	90%	0.62	65.47	33.27	49.37	0.00	62.11	90%	90%	90%	0.63	0.63	
31/03/2022	148	0.00	2.76	64.99	33.06	49.02	0.00	58.88	90%	0.60	65.47	33.27	49.37	0.00	59.36	90%	90%	90%	0.61	0.61	

Abril (2022)	Tratamiento T-1											Tratamiento T-2										
	FECHA	DDS	PP (mm)	ETC (mm)	CdC (mm)	PMP (mm)	Pw (mm)	LR (mm)	B (mm)	Antes	HS (%)	NF	CdC (mm)	PMP (mm)	Pw (mm)	LR (mm)	B (mm)	Antes	HS (%)	NF		
																					despues 0 - 1.30	despues 0 - 1.40
1/04/2022	149	6.50	2.59	64.99	33.06	49.02	0.00	62.79	90%	100%	0.60	65.47	33.27	49.37	0.00	63.27	90%	100%	0.62			
2/04/2022	150	5.00	1.78	64.99	33.06	49.02	0.00	66.01	100%	100%	0.61	65.47	33.27	49.37	0.00	66.49	100%	100%	0.63			
3/04/2022	151	2.50	1.79	64.99	33.06	49.02	0.00	66.72	100%	100%	0.60	65.47	33.27	49.37	0.00	67.19	100%	100%	0.61			
4/04/2022	152	4.50	2.07	64.99	33.06	49.02	0.00	69.15	100%	100%	0.60	65.47	33.27	49.37	0.00	69.62	100%	100%	0.62			
5/04/2022	153	0.90	2.27	64.99	33.06	49.02	0.00	67.78	100%	100%	0.59	65.47	33.27	49.37	0.00	68.25	100%	100%	0.61			
6/04/2022	154	0.00	2.92	64.99	33.06	49.02	0.00	64.99	100%	90%	0.59	65.47	33.27	49.37	0.00	65.47	100%	90%	0.60			
7/04/2022	155	0.00	2.74	64.99	33.06	49.02	0.00	62.25	90%	90%	0.58	65.47	33.27	49.37	0.00	62.73	90%	90%	0.59			
8/04/2022	156	0.00	2.57	64.99	33.06	49.02	0.00	59.68	90%	90%	0.57	65.47	33.27	49.37	0.00	60.16	90%	90%	0.58			
9/04/2022	157	6.50	2.73	64.99	33.06	49.02	0.00	63.45	100%	100%	0.62	65.47	33.27	49.37	0.00	63.92	100%	100%	0.63			
10/04/2022	158	4.30	2.95	64.99	33.06	49.02	0.00	64.80	100%	100%	0.62	65.47	33.27	49.37	0.00	65.27	100%	100%	0.64			
11/04/2022	159	0.00	2.96	64.99	33.06	49.02	0.00	61.84	93%	93%	0.61	65.47	33.27	49.37	0.00	62.32	100%	93%	0.63			
12/04/2022	160	0.00	3.80	64.99	33.06	49.02	0.00	58.04	93%	93%	0.60	65.47	33.27	49.37	0.00	58.52	93%	93%	0.62			
13/04/2022	161	0.00	3.28	64.99	33.06	49.02	0.00	54.76	93%	90%	0.59	65.47	33.27	49.37	0.00	55.23	93%	90%	0.61			
14/04/2022	162	0.30	3.31	64.99	33.06	49.02	0.00	51.75	90%	90%	0.59	65.47	33.27	49.37	0.00	52.23	90%	87%	0.60			
15/04/2022	163	0.00	3.11	64.99	33.06	49.02	0.00	48.64	87%	87%	0.57	65.47	33.27	49.37	0.00	49.12	87%	87%	0.58			
16/04/2022	164	0.00	2.92	64.99	33.06	49.02	0.00	45.72	87%	80%	0.55	65.47	33.27	49.37	0.00	46.20	87%	80%	0.56			
17/04/2022	165	0.00	3.39	64.99	33.06	49.02	0.00	42.33	80%	77%	0.54	65.47	33.27	49.37	0.00	42.80	80%	77%	0.55			
18/04/2022	166	0.00	3.47	64.99	33.06	49.02	0.00	38.86	77%	70%	0.52	65.47	33.27	49.37	0.00	39.33	77%	70%	0.53			
19/04/2022	167	0.00	3.67	64.99	33.06	49.02	0.00	35.18	70%	70%	0.50	65.47	33.27	49.37	0.00	35.66	70%	70%	0.51			
20/04/2022	168	0.00	3.66	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	70%	70%	0.49	65.47	33.27	49.37	0.00	33.27	70%	70%	0.50			
21/04/2022	169	0.00	3.33	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	70%	70%	0.47	65.47	33.27	49.37	0.00	33.27	70%	70%	0.48			
22/04/2022	170	0.00	3.54	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	70%	70%	0.46	65.47	33.27	49.37	0.00	33.27	70%	70%	0.49			
23/04/2022	171	0.30	3.18	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	70%	70%	0.44	65.47	33.27	49.37	0.00	33.27	70%	70%	0.46			
24/04/2022	172	0.00	2.89	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	70%	70%	0.43	65.47	33.27	49.37	0.00	33.27	70%	70%	0.44			
25/04/2022	173	0.00	3.29	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	67%	63%	0.42	65.47	33.27	49.37	0.00	33.27	70%	67%	0.43			
26/04/2022	174	0.00	3.33	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	67%	63%	0.40	65.47	33.27	49.37	0.00	33.27	67%	63%	0.41			
27/04/2022	175	0.00	3.68	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	67%	63%	0.38	65.47	33.27	49.37	0.00	33.27	67%	63%	0.39			
28/04/2022	176	0.00	3.39	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	63%	63%	0.37	65.47	33.27	49.37	0.00	33.27	63%	63%	0.38			
29/04/2022	177	0.00	2.77	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	63%	63%	0.35	65.47	33.27	49.37	0.00	33.27	63%	63%	0.36			
30/04/2022	178	0.00	3.00	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	63%	60%	0.34	65.47	33.27	49.37	0.00	33.27	63%	60%	0.35			

Mayo (2022)		Tratamiento T-1										Tratamiento T-2									
FECHA	DDS	PP (mm)	ETC (mm)	CdC (mm)	PMP (mm)	Pw (mm)	LR (mm)	B (mm)	HS (%)	Antes	despues 0 - 1.30	NF	CdC (mm)	PMP (mm)	Pw (mm)	LR (mm)	B (mm)	HS (%)	Antes	despues 0 - 1.40	NF
1/05/2022	179	0.00	3.25	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	0.60	0.57	0.32	0.32	65.5	33.27	49.37	0.00	33.27	60%	57%	0.33	
2/05/2022	180	0.00	3.65	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	0.57	0.53	0.31	0.31	65.5	33.27	49.37	0.00	33.27	57%	53%	0.32	
3/05/2022	181	0.00	0.00	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	0.53	0.50	0.29	0.29	65.5	33.27	49.37	0.00	33.27	53%	50%	0.3	
4/05/2022	182	0.00	0.00	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	0.50	0.50	0.28	0.28	65.5	33.27	49.37	0.00	33.27	50%	50%	0.29	
5/05/2022	183	0.00	0.00	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	0.50	0.50	0.27	0.27	65.5	33.27	49.37	0.00	33.27	50%	50%	0.28	
6/05/2022	184	0.00	0.00	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	0.50	0.47	0.24	0.24	65.5	33.27	49.37	0.00	33.27	50%	47%	0.25	
7/05/2022	185	0.00	0.00	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	0.47	0.43	0.21	0.21	65.5	33.27	49.37	0.00	33.27	47%	43%	0.23	
8/05/2022	186	0.00	0.00	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	0.43	0.40	0.20	0.20	65.5	33.27	49.37	0.00	33.27	43%	40%	0.2	
9/05/2022	187	0.00	0.00	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	0.40	0.40	0.17	0.17	65.5	33.27	49.37	0.00	33.27	40%	40%	0.18	
10/05/2022	188	0.00	0.00	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	0.40	0.33	0.14	0.14	65.5	33.27	49.37	0.00	33.27	40%	33%	0.16	
11/05/2022	189	0.00	0.00	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	0.33	0.30	0.09	0.09	65.5	33.27	49.37	0.00	33.27	33%	30%	0.11	
12/05/2022	190	0.00	0.00	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	0.30	0.30	0.07	0.07	65.5	33.27	49.37	0.00	33.27	30%	30%	0.09	
13/05/2022	191	0.00	0.00	64.99	33.06	49.02	0.00	33.06	0.30	0.30	0.02	0.02	65.5	33.27	49.37	0.00	33.27	30%	30%	0.05	

Nota: DDS: Días despues de siembra; PP: Precipitaciones del Pluviómetro; ETC: Evapotranspiración real del cultivo; CdC: Capacidad de campo; PMP: Punto de marchitez permanente; Pw: Umbral de Riego; LR: Lámina de riego; B: Balance hídrico diario; HS: Humedad de suelo; NF: Nivel freático

Anexo 12. Control del nivel freático, profundidad radicular y ascenso capilar

FECHA	Tratamiento T-1						Tratamiento T-2											
	Bloque A1		Bloque A2		Bloque A3		Bloque B1		Bloque B2		Bloque B3							
	NFR	PR	AC	NFR	PR	AC	NFR	PR	AC	NFR	PR	AC	NFR	PR	AC			
17/12/2021	0.00	0.06	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00
24/12/2021	0.00	0.11	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.15	0.00
31/12/2021	0.00	0.14	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.22	0.00
7/01/2022	0.00	0.19	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.29	0.00
14/01/2022	0.00	0.35	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.36	0.00
21/01/2022	0.00	0.38	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00	0.42	0.00
28/01/2022	0.48	0.40	0.50	0.40	0.39	0.43	0.26	0.38	0.29	0.27	0.44	0.29	0.41	0.43	0.44	0.47	0.46	0.49
4/02/2022	0.59	0.44	0.64	0.51	0.41	0.56	0.37	0.42	0.42	0.38	0.46	0.43	0.52	0.45	0.57	0.58	0.48	0.63
11/02/2022	0.61	0.46	0.68	0.53	0.43	0.61	0.39	0.45	0.47	0.42	0.47	0.49	0.56	0.46	0.64	0.62	0.49	0.69
18/02/2022	0.72	0.46	0.82	0.64	0.45	0.74	0.50	0.46	0.60	0.51	0.48	0.61	0.65	0.47	0.75	0.71	0.49	0.81
25/02/2022	0.69	0.47	0.81	0.61	0.44	0.74	0.47	0.47	0.60	0.49	0.49	0.61	0.63	0.48	0.76	0.69	0.50	0.81
4/03/2022	0.69	0.49	0.84	0.61	0.49	0.76	0.47	0.50	0.62	0.50	0.50	0.65	0.64	0.51	0.79	0.70	0.50	0.85
11/03/2022	0.71	0.49	0.88	0.63	0.50	0.81	0.49	0.50	0.67	0.52	0.50	0.69	0.66	0.51	0.84	0.72	0.50	0.89
18/03/2022	0.68	0.49	0.88	0.60	0.50	0.80	0.46	0.50	0.66	0.48	0.50	0.68	0.62	0.51	0.82	0.68	0.50	0.88
25/03/2022	0.71	0.49	0.93	0.63	0.50	0.86	0.49	0.50	0.72	0.51	0.50	0.73	0.65	0.51	0.88	0.71	0.50	0.93
1/04/2022	0.68	0.49	0.93	0.60	0.50	0.85	0.46	0.50	0.71	0.48	0.50	0.73	0.62	0.51	0.87	0.68	0.50	0.93
8/04/2022	0.65	0.49	0.92	0.57	0.50	0.85	0.43	0.50	0.71	0.44	0.50	0.71	0.58	0.51	0.86	0.64	0.50	0.91
15/04/2022	0.65	0.49	0.95	0.57	0.50	0.87	0.43	0.50	0.73	0.44	0.50	0.74	0.58	0.51	0.88	0.64	0.50	0.94
22/04/2022	0.54	0.49	0.86	0.46	0.50	0.79	0.32	0.50	0.65	0.35	0.50	0.67	0.49	0.51	0.82	0.55	0.50	0.87
29/04/2022	0.43	0.49	0.78	0.35	0.50	0.70	0.21	0.50	0.56	0.22	0.50	0.57	0.36	0.51	0.71	0.42	0.50	0.77
6/05/2022	0.32	0.49	0.69	0.24	0.50	0.62	0.10	0.50	0.48	0.11	0.50	0.48	0.25	0.51	0.63	0.31	0.50	0.68
13/05/2022	0.10	0.49	0.50	0.02	0.50	0.42	-0.12	0.50	0.28	-0.09	0.50	0.31	0.05	0.51	0.45	0.11	0.50	0.51

Nota: NFR: Nivel freático Real; PR: Profundidad de raíz; AC: Ascenso Capilar



**Anexo 13. Parámetros del desarrollo agronómico - Tratamiento T-1**

FECHA	Tratamiento T-1	AP cm		DTF (mm)		LH (cm)		DPB (mm)	CH	PR (m)	NF (0-1.40) m		
17/12/2021 (Día 44)	Bloque A1	4.0	6.0	4.0	5.5	8.0	10.0	Diente	10.1	1	2	0.06	0.00
	Bloque A2	3.0	7.0	3.8	7.0	6.0	11.0	Diente	11.2	1	2	0.07	0.00
	Bloque A3	4.0	6.0	4.1	6.0	7.0	10.0	Diente	10.4	1	2	0.08	0.00
24/12/2021 (Día 51)	Bloque A1	13.0	15.0	4.5	6.0	13.0	17.0	Diente	12.6	3	3	0.11	0.00
	Bloque A2	13.0	16.0	4.0	7.4	13.0	17.0	Diente	13.1	3	3	0.10	0.00
	Bloque A3	13.0	15.0	4.3	6.7	13.0	17.0	Diente	12.3	3	3	0.12	0.00
31/12/2021 (Día 58)	Bloque A1	17.0	19.0	4.6	7.0	18.0	22.0	Diente	14.2	3	3	0.14	0.00
	Bloque A2	16.0	20.0	5.0	7.5	15.0	22.0	Diente	16.2	3	3	0.16	0.00
	Bloque A3	17.0	20.0	4.5	7.0	17.0	20.0	Diente	16.0	3	3	0.16	0.00
07/01/2022 (Día 65)	Bloque A1	19.0	21.0	5.5	7.0	19.0	24.0	Diente	20.0	3	4	0.19	0.00
	Bloque A2	20.0	23.0	5.1	9.0	20.0	24.0	Diente	21.0	3	4	0.20	0.00
	Bloque A3	18.0	23.0	6.0	8.0	20.0	23.0	Diente	22.0	3	4	0.21	0.00
14/01/2022 (Día 72)	Bloque A1	20.0	23.0	6.0	7.5	22.0	26.0	Diente	21.0	3	4	0.35	0.00
	Bloque A2	21.0	25.0	6.2	9.2	23.0	26.0	Diente	22.2	3	4	0.33	0.00
	Bloque A3	20.0	23.0	6.1	8.5	22.0	25.0	Diente	21.2	3	4	0.34	0.00
21/01/2022 (Día 79)	Bloque A1	23.0	25.0	6.3	8.1	26.3	29.0	Diente	21.8	4	5	0.38	0.00
	Bloque A2	23.0	26.0	7.2	9.5	26.0	28.0	Diente	23.1	4	5	0.36	0.00
	Bloque A3	23.0	26.0	7.0	9.0	25.0	29.0	Diente	22.0	4	5	0.37	0.00
28/01/2022 (Día 86)	Bloque A1	25.0	30.0	7.0	9.5	29.0	33.0	Diente	22.4	4	5	0.40	0.48
	Bloque A2	26.0	30.0	6.4	9.9	29.0	35.0	Diente	23.5	4	5	0.39	0.40
	Bloque A3	27.0	32.0	7.3	11.0	30.0	36.0	Diente	23.1	4	5	0.38	0.26
04/02/2022 (Día 93)	Bloque A1	33.0	36.0	9.0	11.0	37.0	39.0	Diente	23.0	5	6	0.44	0.59
	Bloque A2	34.0	37.0	8.5	10.2	38.0	40.0	Diente	23.7	5	6	0.41	0.51
	Bloque A3	33.0	36.0	9.0	11.3	37.0	40.0	Diente	23.4	5	6	0.42	0.37
11/02/2022 (Día 100)	Bloque A1	36.0	40.0	9.0	11.2	39.0	42.0	Pre Bulbo	25.0	6	6	0.46	0.61
	Bloque A2	37.0	41.0	8.5	11.0	39.0	44.0	Pre Bulbo	24.5	6	6	0.43	0.53
	Bloque A3	36.0	40.0	9.0	11.5	39.0	42.0	Pre Bulbo	25.0	6	6	0.45	0.39
18/02/2022 (Día 107)	Bloque A1	39.0	46.0	9.8	12.3	40.0	46.0	Pre Bulbo	25.2	6	7	0.46	0.72
	Bloque A2	39.0	46.0	10.5	12.4	42.0	44.0	Pre Bulbo	25.5	6	7	0.45	0.64
	Bloque A3	40.0	46.0	10.0	12.0	40.0	47.0	Pre Bulbo	26.0	6	7	0.46	0.50
25/02/2022 (Día 114)	Bloque A1	43.0	46.0	12.0	12.5	44.0	47.0	Pre Bulbo	28.5	7	8	0.47	0.69
	Bloque A2	44.0	47.0	12.0	14.0	45.48	48.0	Pre Bulbo	29.4	7	8	0.44	0.61
	Bloque A3	44.0	48.0	12.5	14.0	46.0	49.0	Pre Bulbo	29.7	7	8	0.47	0.47
04/03/2022 (Día 121)	Bloque A1	47.0	52.0	12.0	14.0	46.0	49.0	Pre Bulbo	29.5	7	8	0.49	0.69
	Bloque A2	47.0	53.0	13.0	15.0	47.0	50.0	Pre Bulbo	30.0	7	8	0.49	0.61
	Bloque A3	50.0	54.0	13.5	15.0	48.0	53.0	Pre Bulbo	30.0	7	8	0.50	0.47
11/03/2022 (Día 128)	Bloque A1	50.0	54.0	12.0	18.0	47.0	49.0	Pre Bulbo	33.0	7	8	0.49	0.71
	Bloque A2	51.0	57.0	13.0	19.0	48.0	51.0	Pre Bulbo	33.3	7	9	0.50	0.63
	Bloque A3	52.0	58.0	13.5	20.0	50.0	54.0	Pre Bulbo	34.0	7	10	0.50	0.49
18/03/2022 (Día 135)	Bloque A1	51.0	56.0	13.0	18.3	48.0	51.0	Pre Bulbo	33.5	7	8	0.49	0.68
	Bloque A2	54.0	59.0	14.0	19.2	49.0	52.0	Pre Bulbo	34.0	7	9	0.50	0.60
	Bloque A3	53.0	61.0	14.5	20.5	51.0	55.0	Pre Bulbo	35.0	7	10	0.50	0.46
25/03/2022 (Día 142)	Bloque A1	52.0	58.0	15.0	18.5	49.0	52.0	Pre Bulbo	35.0	7	8	0.49	0.71
	Bloque A2	55.0	62.0	15.0	20.0	50.0	54.0	Pre Bulbo	36.0	7	9	0.50	0.63
	Bloque A3	56.0	63.0	16.0	21.0	52.0	56.0	Pre Bulbo	37.0	7	10	0.50	0.49

Nota: AP: Altura de planta; DTF: Diámetro de tallo falso; LH: Longitud de hojas; DPB: Diámetro de pre bulbificación; CH: Cantidad de hojas.

#### Anexo 14. Parámetros del desarrollo agronómico - Tratamiento T-2

FECHA	Tratamiento T-2	AP cm		DTF (mm)		LH (cm)		DPB (mm)	CH		PR (m)	NF (0-1.40)	
17/12/2021 (Día 44)	Bloque B1	2.0	4.0	4.1	5.3	6.0	8.0	Diente	10.0	1	2	0.05	0.00
	Bloque B2	3.0	5.0	3.9	6.1	5.0	7.0	Diente	10.8	1	2	0.03	0.00
	Bloque B3	2.0	5.0	4.0	5.8	6.0	8.0	Diente	10.1	1	2	0.04	0.00
24/12/2021 (Día 51)	Bloque B1	10.0	12.0	3.0	6.0	10.0	12.0	Diente	13.1	2	3	0.15	0.00
	Bloque B2	10.0	12.0	2.5	6.0	10.0	12.0	Diente	12.8	2	3	0.13	0.00
	Bloque B3	10.0	12.0	3.5	5.5	10.0	12.0	Diente	13.2	2	3	0.15	0.00
31/12/2021 (Día 58)	Bloque B1	11.0	14.0	3.5	6.3	13.0	15.0	Diente	17.5	3	3	0.23	0.00
	Bloque B2	11.0	13.0	4.0	6.5	12.0	15.0	Diente	20.0	3	3	0.25	0.00
	Bloque B3	11.0	14.0	4.0	6.0	13.0	15.0	Diente	18.0	3	3	0.22	0.00
07/01/2022 (Día 65)	Bloque B1	18.0	20.0	5.0	8.0	17.0	20.0	Diente	21.0	3	4	0.30	0.00
	Bloque B2	17.0	20.0	5.0	8.0	18.0	21.0	Diente	20.0	3	4	0.27	0.00
	Bloque B3	16.0	21.0	5.2	7.0	18.0	20.0	Diente	22.0	3	4	0.29	0.00
14/01/2022 (Día 72)	Bloque B1	19.0	22.0	6.0	8.3	18.0	22.0	Diente	23.0	3	4	0.35	0.00
	Bloque B2	19.0	23.0	6.0	8.1	19.0	23.0	Diente	22.0	3	4	0.37	0.00
	Bloque B3	18.0	22.0	6.0	7.5	19.0	21.0	Diente	21.0	3	4	0.36	0.00
21/01/2022 (Día 79)	Bloque B1	20.0	24.0	7.0	8.5	23.0	27.0	Diente	23.5	4	4	0.41	0.00
	Bloque B2	21.0	25.0	6.5	8.4	22.0	25.0	Diente	23.0	4	4	0.42	0.00
	Bloque B3	20.0	24.0	7.0	8.5	23.0	26.0	Diente	22.0	4	4	0.40	0.00
28/01/2022 (Día 86)	Bloque B1	23.0	27.0	8.0	8.8	26.0	29.0	Diente	24.0	4	5	0.44	0.27
	Bloque B2	22.0	26.0	7.2	8.8	25.0	27.0	Diente	25.0	4	5	0.43	0.41
	Bloque B3	21.0	27.0	7.3	8.5	26.0	28.0	Diente	23.0	4	5	0.42	0.47
04/02/2022 (Día 93)	Bloque B1	30.0	34.0	9.0	10.0	37.0	39.0	Diente	24.7	5	6	0.46	0.38
	Bloque B2	30.0	34.0	8.0	10.0	37.0	39.0	Diente	25.3	5	6	0.45	0.52
	Bloque B3	30.0	33.0	8.0	9.0	33.0	38.0	Diente	23.4	5	6	0.46	0.58
11/02/2022 (Día 100)	Bloque B1	35.0	40.0	10.0	11.0	38.0	40.0	Pre Bulbo	25.1	6	6	0.47	0.42
	Bloque B2	34.0	38.0	9.0	11.0	41.0	43.0	Pre Bulbo	25.8	6	6	0.46	0.56
	Bloque B3	33.0	37.0	8.5	10.8	38.0	42.0	Pre Bulbo	25.0	6	6	0.48	0.62
18/02/2022 (Día 107)	Bloque B1	39.0	44.0	10.5	11.8	44.0	48.0	Pre Bulbo	25.3	6	7	0.48	0.51
	Bloque B2	39.0	43.0	9.8	12.0	43.0	46.0	Pre Bulbo	26.1	6	7	0.47	0.65
	Bloque B3	37.0	39.0	9.3	11.5	39.0	44.0	Pre Bulbo	25.5	6	7	0.49	0.71
25/02/2022 (Día 114)	Bloque B1	42.0	45.0	11.0	14.0	45.0	50.0	Pre Bulbo	30.0	7	8	0.49	0.49
	Bloque B2	40.0	44.0	11.0	13.0	44.0	48.0	Pre Bulbo	28.3	7	8	0.48	0.63
	Bloque B3	38.0	43.0	10.0	12.0	40.0	44.0	Pre Bulbo	27.2	7	8	0.49	0.69
04/03/2022 (Día 121)	Bloque B1	47.0	54.0	12.0	13.5	46.0	49.0	Pre Bulbo	30.2	7	8	0.50	0.50
	Bloque B2	47.0	53.0	12.0	14.0	46.0	50.0	Pre Bulbo	29.0	7	8	0.51	0.64
	Bloque B3	45.0	50.0	12.0	13.0	46.0	48.0	Pre Bulbo	28.0	7	8	0.50	0.70
11/03/2022 (Día 128)	Bloque B1	49.0	58.0	14.0	20.0	49.0	53.0	Pre Bulbo	33.3	7	9	0.50	0.50
	Bloque B2	49.0	57.0	13.5	18.0	48.0	50.0	Pre Bulbo	33.0	7	9	0.51	0.66
	Bloque B3	48.0	54.0	13.0	17.0	47.0	49.0	Pre Bulbo	31.0	7	8	0.50	0.72
18/03/2022 (Día 135)	Bloque B1	52.0	62.0	14.5	20.3	50.0	54.0	Pre Bulbo	34.0	7	9	0.50	0.48
	Bloque B2	50.0	58.0	14.0	18.3	49.0	52.0	Pre Bulbo	33.5	7	9	0.51	0.62
	Bloque B3	49.0	55.0	13.5	17.3	48.0	49.0	Pre Bulbo	31.5	7	8	0.50	0.68
25/03/2022 (Día 142)	Bloque B1	54.0	64.0	15.0	20.3	52.0	56.0	Pre Bulbo	36.0	7	9	0.50	0.51
	Bloque B2	52.0	60.0	14.5	19.0	50.0	54.0	Pre Bulbo	35.0	7	9	0.51	0.65
	Bloque B3	50.0	57.0	14.0	18.2	47.0	51.0	Pre Bulbo	34.0	7	9	0.50	0.71

Nota: AP: Altura de planta; DTF: Diámetro de tallo falo; LH: Longitud de hojas; DPB: Diámetro de pre bulbificación; CH: Cantidad de hojas.

Anexo 15. Parámetros del desarrollo de bulbificación – Tratamiento T-1 y T-2

FECHA	Tratamiento T-1			Tratamiento T-2		
	BLOQUES	Altura de planta cm	Bulbificación mm	BLOQUES	Altura de planta cm	Bulbificación mm
01/04/2022 (Día 149)	Bloque A1	52.0	35.0	Bloque B1	54.0	36.0
	Bloque A2	55.0	36.0	Bloque B2	52.0	35.0
	Bloque A3	56.0	37.0	Bloque B3	50.0	34.0
08/04/2022 (Día 156)	Bloque A1	52.0	41.0	Bloque B1	52.0	42.0
	Bloque A2	52.0	42.0	Bloque B2	50.0	41.0
	Bloque A3	54.0	43.0	Bloque B3	48.0	37.0
15/04/2022 (Día 163)	Bloque A1	40.0	43.0	Bloque B1	42.0	43.0
	Bloque A2	44.0	43.0	Bloque B2	45.0	43.0
	Bloque A3	45.0	43.0	Bloque B3	42.0	39.0
22/04/2022 (Día 170)	Bloque A1	37.0	45.0	Bloque B1	39.0	43.4
	Bloque A2	40.0	44.0	Bloque B2	40.0	43.0
	Bloque A3	42.0	45.0	Bloque B3	40.0	39.5
29/04/2022 (Día 177)	Bloque A1	35.0	46.0	Bloque B1	39.0	43.0
	Bloque A2	38.0	45.0	Bloque B2	38.0	43.0
	Bloque A3	39.0	46.0	Bloque B3	36.0	40.0
06/05/2022 (Día 184)	Bloque A1	32.0	46.5	Bloque B1	30.0	44.0
	Bloque A2	33.0	46.0	Bloque B2	30.0	44.0
	Bloque A3	32.0	46.0	Bloque B3	28.0	41.0
13/05/2022 (Día 191)	Bloque A1	29.0	47.0	Bloque B1	29.0	45.0
	Bloque A2	30.0	46.5	Bloque B2	27.0	45.2
	Bloque A3	32.0	46.8	Bloque B3	27.0	42.5

**Anexo 16.** Resultado del análisis de significancia en los tratamientos de estudio

- Análisis agronómico del tratamiento T-1 (*Prueba Tukey – InfoStat 2020*).

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta	45	1.2 E-03	0.00	48.65

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	14.21	2	7.11	0.03	0.9745
Bloque	14.21	2	7.11	0.03	0.9745
Error	11551.93	42	275.05		
Total	11566.14	44			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=14.71255**

Error: 275.0460 gl: 42

Bloque	Medias	n	E.E.
A1	33.30	15	4.28 A
A2	34.40	15	4.28 A
A3	34.57	15	4.28 A

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro de tallo falso	45	0.05	2.1 E-03	40.77

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	40.53	2	20.26	1.05	0.3603
Bloque	40.53	2	20.26	1.05	0.3603
Error	813.52	42	19.37		
Total	854.05	44			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.90432**

Error: 19.3696 gl: 42

Bloque	Medias	n	E.E.
A1	9.87	15	1.14 A
A2	10.42	15	1.14 A
A3	12.10	15	1.14 A

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



Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de hojas	45	9.5 E-04	0.00	41.87

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	8.33	2	4.16	0.02	0.9803
Bloque	8.33	2	4.16	0.02	0.9803
Error	8795.81	42	209.42		
Total	8804.14	44			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=12.83803**

Error: 209.4242 gl: 42

Bloque	Medias	n	E.E.
A1	34.05	15	3.74 A
A2	34.55	15	3.74 A
A3	35.10	15	3.74 A

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Cantidad de hojas	45	1.9 E-03	0.00	38.67

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0.40	2	0.20	0.04	0.9602
Bloque	0.40	2	0.20	0.04	0.9602
Error	206.40	42	4.91		
Total	206.80	44			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.96660**

Error: 4.9143 gl: 42

Bloque	Medias	n	E.E.
A1	5.67	15	0.57 A
A2	5.67	15	0.57 A
A3	5.87	15	0.57 A

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



Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro de bulbificación	45	0.07	0.00	11.85

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	43.96	2	21.98	0.65	0.5328
Bloque	43.96	2	21.98	0.65	0.5328
Error	606.58	18	33.70		
Total	650.54	20			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=7.91924**

Error: 33.6991 gl: 18

Bloque	Medias	n	E.E.
A1	46.93	7	2.19 A
A2	49.89	7	2.19 A
A3	50.09	7	2.19 A

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento y Calidad	12	0.84	0.71	37.04

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	59.85	5	11.97	6.46	0.0209
Bloque	7.80	2	3.90	2.11	0.2028
Tratamiento	52.04	3	17.35	9.36	0.0111
Error	11.12	6	1.85		

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.95297**

Error: 1.8525 gl: 6

Bloque	Medias	n	E.E.
A1	2.68	4	0.68 A
A2	3.70	4	0.68 A
A3	4.65	4	0.68 A

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



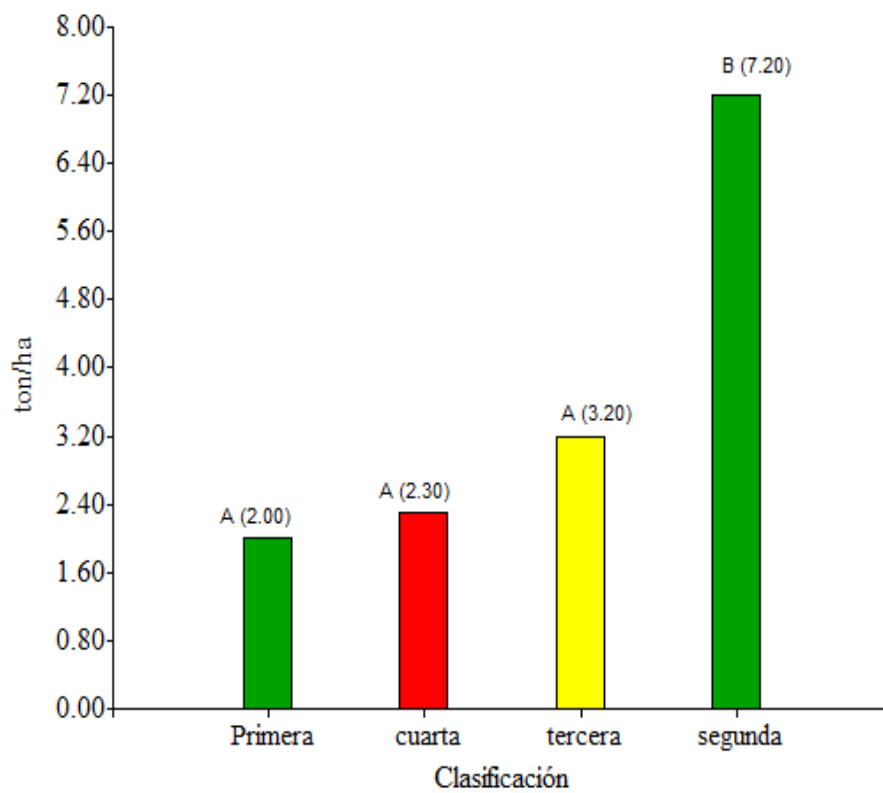
**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS= 3.84702**

*Error: 1.8525 gl: 6*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Primera	2.00	3	0.79	A
Cuarta	2.30	3	0.79	A
Tercera	3.20	3	0.79	A
Segunda	7.20	3	0.79	B

*Medias con una letra común son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

De forma gráfica se interpreta la calidad de cultivo en Ton/ha – T-1



- Análisis agronómico del tratamiento T-2. (*Prueba Tukey – InfoStat 2020*).

– Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta	45	4.8E-03	0.00	53.41

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	59.51	2	29.76	0.10	0.9035
Repetición	59.51	2	29.76	0.10	0.9035
Error	12279.23	42	292.36		
Total	12338.74	44			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=14.35999**

*Error: 292.3627 gl: 42*

Bloque	Medias	n	E.E.
B1	30.70	15	4.41 A
B2	31.83	15	4.41 A
B3	33.50	15	4.41 A

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro de tallo falso	45	0.01	0.00	42.95

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	4.04	2	2.02	0.11	0.8928
Repetición	4.04	2	2.02	0.11	0.8928
Error	746.01	42	17.76		
Total	750.05	44			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.41222**

*Error: 17.7623 gl: 42*

Bloque	Medias	n	E.E.
B1	9.44	15	1.09 A
B2	9.83	15	1.09 A
B3	10.17	15	1.09 A

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





Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de hojas	45	1.9E-03	0.00	48.59

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	20.10	2	10.05	0.04	0.9605
Repetición	20.10	2	10.05	0.04	0.9605
Error	10473.90	42	249.38		
Total	10494.00	44			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=12.91930**

Error: 212.0837 gl: 42

Bloque	Medias	n	E.E.
B1	31.60	15	4.08 A
B2	32.70	15	4.08 A
B3	33.20	15	4.08 A

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Cantidad de hojas	45	0.00	0.00	38.65

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	0.00	2	0.00	0.00	0.9999
Repetición	0.00	2	0.00	0.00	0.9999
Error	196.80	42	4.69		
Total	196.80	44			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.92032**

Error: 4.6857 gl: 42

Bloque	Medias	n	E.E.
B1	5.60	15	0.56 A
B2	5.60	15	0.56 A
B3	5.60	15	0.56 A

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



Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro de bulbificación	21	0.12	0.02	11.77

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	81.21	2	40.60	1.22	0.3189
Repetición	81.21	2	40.60	1.22	0.3189
Error	599.80	18	33.32		
Total	631.01	20			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=6.85679**

Error: 33.3224 gl: 18

Bloque	Medias	n	E.E.
B1	46.49	7	2.18 A
B2	49.44	7	2.18 A
B3	51.26	7	2.18 A

*Medias con una letra común son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento y calidad	12	0.85	0.72	40.66

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	76.41	5	15.28	6.72	0.0190
Bloque	9.31	2	4.66	2.05	0.2099
Tratamiento	67.10	3	22.37	9.84	0.0099
Error	13.64	6	2.27		
Total	90.05	11			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.26190**

Error: 2.2736 gl: 6

Bloque	Medias	n	E.E.
B1	2.50	4	0.75 A
B2	4.05	4	0.75 A
B3	4.58	4	0.5 A

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



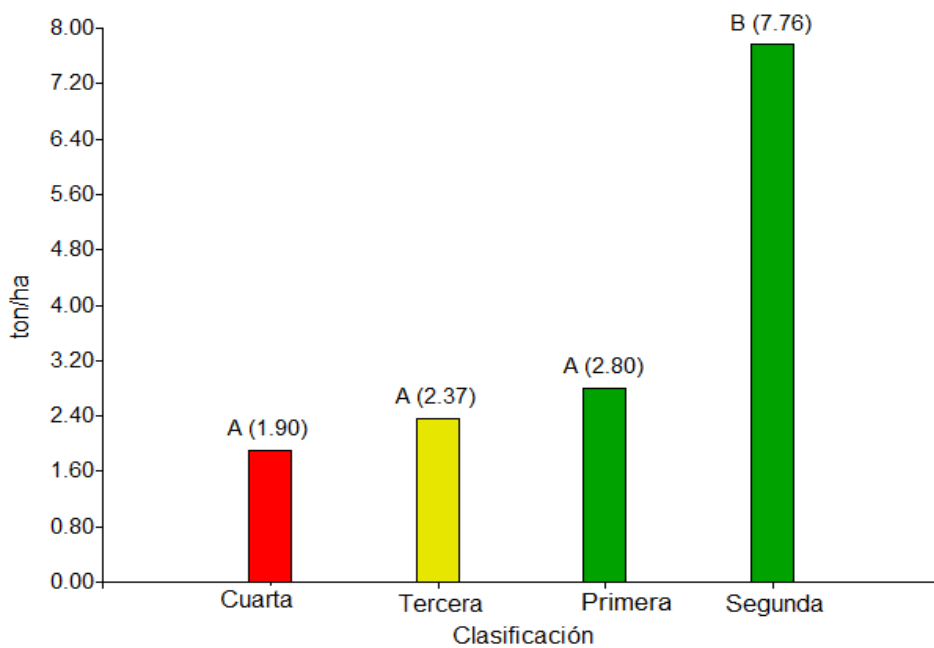
**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.26190**

*Error: 2.2736 gl: 6*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Cuarta	1.90	3	0.87	A
Tercera	2.37	3	0.87	A
Primera	2.80	3	0.87	A
Segunda	7.76	3	0.87	B

*Medias con una letra común son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

De forma gráfica se interpreta la calidad de cultivo en Ton/ha – T-2



- Análisis comparativo del desarrollo agronómico y rendimiento del cultivo de los tratamientos T-1 y T-2. (Prueba Test-T o t de estudiante – SPSS 2018).

**Prueba de normalidad (Shapiro – Wilk) desarrollo agronómico**

Coeficiente de Varaiación	Tratamientos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Altura de planta	1.00	.893	3	0.363
	2.00	.923	3	0.463
Diametro de tallo falso	1.00	.987	3	0.780
	2.00	.908	3	0.411
Longitud de hojas	1.00	1.000	3	1.000
	2.00	.855	3	0.253
Cantidad de hojas	1.00	1.000	3	1.000
	2.00	.750	3	0.000
Diámetro de bulbificación	1.00	.811	3	0.141
	2.00	.873	3	0.303

*Todos los grados de Lilliefors son significativos a excepción de la cantidad de hojas ( $p > 0.05$ )*

**Prueba de normalidad (Shapiro – Wilk) Rendimiento en ton/ha.**

Coeficiente de Varaiación	Tratamientos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento	T-1	0.998	3	0.426
	T-2	0.912	3	0.915

*Todos los grados de Lilliefors son significativos a excepción de la cantidad de hojas ( $p > 0.05$ )*

Se toma la prueba Shapiro-Wilk que ayuda a determinar el nivel de significancia de dos muestras independientes que requiere los valores mínimos en cada uno de ellas, en pocas palabras busca analizar cuál de los dos tratamientos (T-1 y T-2) son más significativos en cada una de ellas.

**Prueba de muestras independientes (Test-T o t de estudiante) desarrollo agronómico**

Coeficiente de Variación	Análisis descriptivo	Prueba de Levene de calidad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error	95% de intervalo Inferior	Superior		
Altura de planta	Se asumen											
	varianzas iguales	4.363	.105	.727	4	.508	36.67	50.44	-103.38	176.72		
	No se asumen											
Diámetro de tallo falso	varianzas iguales			.727	2.400	.532	36.67	50.44	-149.15	222.49		
	Se asumen											
	varianzas iguales	3.261	.145	.999	4	.374	19.00	19.01	-33.79	71.79		
Longitud de hojas	No se asumen											
	varianzas iguales			.999	2.664	.400	19.00	19.01	-46.06	84.06		
	Se asumen											
Cantidad de hojas	varianzas iguales	6.897	.058	.737	4	.502	33.33	45.22	-92.21	158.87		
	No se asumen											
	varianzas iguales			.737	2.278	.529	33.33	45.22	-140.16	206.83		
Diámetro de bulbificación	Se asumen											
	varianzas iguales	.400	.561	.500	4	.643	3.33	6.67	-15.18	21.84		
	No se asumen											
Diámetro de bulbificación	varianzas iguales			.500	3.200	.649	3.33	6.67	-17.15	23.82		
	Se asumen											
	varianzas iguales	4.493	.101	.565	4	.602	25.33	44.87	-99.24	149.91		
Diámetro de bulbificación	No se asumen											
	varianzas iguales			.565	2.548	.618	25.33	44.87	-132.91	183.57		

**Prueba de muestras independientes (Test-T o t de estudiante) Rendimiento Ton/ha**

Coeficiente de Variación	Análisis descriptivo	Prueba de Levene de calidad de varianzas		gl	Prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error	95% de intervalo Inferior Superior		
	Se asumen									
	varianzas iguales	0.125	.742	4	-.040	.970	-0.13	3.35	-9.43	9.17
	No se asumen									
Rendimiento	varianzas iguales		-.040	3.965	-.040	.970	-0.13	3.35	-9.47	9.20



## Anexo 17. Panel fotográfico



*Foto 01.* Preparación de enmienda Orgánica para el tratamiento T-1 y T-2.



*Foto 02.* Roturación del terreno experimental con el tractor Massey Ferguson 260





*Foto 03.* Semilla de ajo chino (*Allium sativum*) – Arequipa



*Foto 04.* Rompimiento de la dormancia con el Activol Giberelico y Biofer papa





*Foto 05.* Instalación del sistema de riego por goteo – Bloques (A1, A2 y A3)



*Foto 05.* Instalación del sistema de riego por microaspersión – Bloques (B1, B2 y B3)





*Foto 06.* Aplicación de las dosis de riego en el tratamiento T-1 – 02/01/2022 (60 DDS)



*Foto 07.* Aplicación de las dosis de riego en el tratamiento T-2 – 06/01/2022 (64 DDS)





*Foto 08.* Uso de equipos D.T.R en el tratamiento T-1 – 31/01/2022 (89 DDS)



*Foto 09.* Control del nivel freático en el tratamiento T-2 – 31/01/2022 (89 DDS)





*Foto 10.* Registro diario del pluviómetro J-Prolab Acrílico – 02/02/2022 (91 DDS)



*Foto 11.* Registro diario de la radiación solar en  $\text{mw/m}^2/\text{día}$  – 19/11/2021 (16 DDS)





*Foto 12. Parámetros del desarrollo agronómico – 22/02/2022 (111 DDS)*



*Foto 13. Desarrollo de la Pre-bulbificación – 17/03/2022 (134 DDS)*





*Foto 14.* Etapa de madurez y suspensión de riego – 25/03/2022 (142 DDS)



*Foto 15.* Anomalías causadas por el efecto de lluvia – 01/04/2022 (149 DDS)





*Foto 16.* Cosecha del cultivo de ajo chino orgánico – 15/05/2022 (191 DDS)



*Foto 17.* Secado y curado del bulbo en cada tratamiento de estudio





*Foto 18.* Calidad de rendimiento por categorías en el tratamiento T-1



*Foto 19.* Calidad de rendimiento por categorías en el tratamiento T-2





## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Chander Antony Calle Ccama,  
identificado con DNI 73651367 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agrícola

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

"EFECTO DE LOS RIEGOS POR GOTEO Y MICROASPERSIÓN EN EL RENDIMIENTO DE AJO CHINO (Allium sativum) EN LA COMUNIDAD DE CHALLAPUJO, ILLAVE-EL CALLAO - PUNO"

Es un tema original.


Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

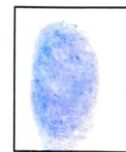
Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 12 de Junio del 2023

  
FIRMA (obligatoria)



Huella



## AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Chander Antony Calle Cerna,  
identificado con DNI 73691367 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agrícola,  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

"EFFECTO DE LOS RIEGOS POR GOTEO Y MICROASPERSIÓN EN EL RENDI-  
MIENTO DE AJO CHINO (Allium sativum) EN LA COMUNIDAD DE  
CHALLUPUJO, ILAVE-EL COLLAO-PUNO"

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.


En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

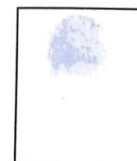
Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 12 de Junio del 2023

  
FIRMA (obligatoria)



Huella