

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

EFFECTO DE RIEGO DEFICITARIO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum L.*) VARIEDAD QOYA CICA BAJO RIEGO LOCALIZADO POR GOTEIO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA – CUSCO

PRESENTADO POR:

Br. VANESSA VERA HUAMAN

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

ASESOR:

Dr. CARLOS JESÚS BACA GARCÍA

CUSCO - PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: EFEECTO DE RIEGO DEFICITARIO EN EL CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum L.) VARIEDAD QOYA CICA BAJO RIEGO LOCALIZADO POR GOTEJO EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA - CUSCO

presentado por: VANESSA VERA HUAMAN..... con DNI Nro.: 47693854..... presentado por: con DNI Nro.: para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO AGRÓNOMO.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 3 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 7.....%.

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

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 28 de enero de 2025.....



Firma

Post firma Dr. CARLOS JESÚS BACA GARCÍA

Nro. de DNI 23952035

ORCID del Asesor 0000 - 0002 - 8284 - 0614

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259 : 424544524

VANESSA VERA HUAMAN

EFECTO DE RIEGO DEFICITARIO EN EL CULTIVO DE PAPA ...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:424544524

Fecha de entrega

28 ene 2025, 10:33 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

28 ene 2025, 10:39 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

EFECTO DE RIEGO DEFICITARIO EN EL CULTIVO DE PAPA VARIEDAD QOYA CICA BAJO RIEGO LOCA....pdf

Tamaño de archivo

7.0 MB

213 Páginas

64,166 Palabras

225,627 Caracteres




7% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 25 palabras)

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

DEDICATORIA

A Dios por ser mi inspirador y permitir cerrar este círculo para comenzar uno nuevo.

A mis padres en inmensa gratitud, por la fortaleza y el deseo de superación que forjaron en mí.

A mi querido novio Gerson, por creer en mí, por escucharme, por alentarme a seguir adelante en los momentos más difíciles.

A mi hermano Iván y mi hermana Grecia Brenda, por la ayuda en el transcurso de este camino.

A mis familiares por los consejos brindados que me permitieron mejorar como persona.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

A la Facultad de Agronomía y Zootecnia, Escuela Profesional de Agronomía por haberme formado profesionalmente.

A los señores docentes de la Facultad de Agronomía y Zootecnia por los conocimientos impartidos a lo largo de mi desarrollo académico.

A mi asesor de tesis, Dr. Carlos Jesús Baca García cuyos saberes fueron notables para la construcción del presente trabajo, gracias a su experiencia y los importantes alcances brindados pude culminar satisfactoriamente este trabajo.

De igual manera expresar agradecimiento de forma especial al Ing. Marcelo Bueno Dueñas por su valiosa colaboración en mi estudio de investigación.

Y por supuesto agradecer al Ing. Wilfredo Catalán Bazán por compartir sus experiencias en campo.

A mis queridos compañeros de la Universidad: Joseph Gamboa, Eduardo Melendrez y al Grupo de Estudios de Ingeniería & Riego (GEIR) por el apoyo incondicional que me brindaron.

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	vi
INTRODUCCION	viii
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACION.....	1
1.1. Identificación del problema objeto de investigación	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION	3
2.1. Objetivos	3
2.2. Justificación.....	4
III. HIPOTESIS.....	6
3.1. Hipótesis general	6
3.2. Hipótesis específicas.....	6
IV. MARCO TEORICO	7
4.1. Antecedentes	7
4.2. El agua	9
4.3. Relación agua-suelo-planta- atmosfera.....	9
4.4. Aspectos generales de riego	29
4.5. Déficit hídrico.....	34
4.6. Riego deficitario (RD)	35
4.7. Cultivo de papa.....	35
4.8. Demanda hídrica en el cultivo de papa.....	41
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACION	42

5.1. Tipo de Investigación.....	42
5.2. Ubicación del Campo Experimental.....	42
5.3. Condiciones edafológicas y calidad de agua del campo experimental.....	45
5.4. Materiales.....	45
5.5. Metodología.....	47
5.6. Medición de Humedad del Suelo.....	70
5.7. Modelo Estadístico.....	72
5.8. Variables.....	77
5.9. Conducción del Experimento.....	78
5.10. Características agronómicas del cultivo.....	89
5.11. Rendimiento.....	91
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.....	93
6.1. Determinación de los parámetros hídricos del suelo.....	93
6.2. Demanda Hídrica.....	98
6.3. Medición de la humedad del suelo.....	100
6.4. Evaluación de las características agronómicas.....	102
6.5. Rendimiento.....	112
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	125
7.1. Conclusiones.....	125
7.2. Sugerencias.....	127
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	128
ANEXOS.....	137

RESUMEN

La investigación se titula: “Efecto de riego deficitario en el cultivo de papa (*solanum tuberosum* L.) variedad QOYA CICA bajo riego localizado por goteo en el Centro Agronómico K’ayra – Cusco” realizada entre julio de 2022 y enero de 2023, en un área de 472 m² en total, tuvo como objetivo determinar el efecto de riego deficitario en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad QOYA CICA bajo riego localizado por goteo considerando los parámetros hídricos y la humedad del suelo.

En cuanto al riego éste, se enfoca en determinar cómo el riego deficitario afecta el cultivo de papa en condiciones específicas. La investigación consideró tres métodos de riego (100%, 75% y 50% de reposición de lámina de agua).

Utilizando los datos de capacidad de campo con un promedio de 34.6%, punto de marchitez permanente de 19.67% y densidad aparente promedio 1.45 g/cm³ se realizó la planilla de riego para el T1 donde la demanda hídrica fue 3,757.77 m³/ha, para el T2 fue 2,803.96 m³/ha mientras que para el T3 fue 1,887.06 m³/ha en 128 días.

Respecto al análisis estadístico se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA).

Las características agronómicas: para emergencia en días el T1 ha emergido en su totalidad a los 3.50 días y el T3 ha tardado en emerger a los 6.25 días; altura de planta el T1 con mayor altura fue 71.45 cm y menor altura fue el T2 con 69.35 cm; plena floración el T3 florece más rápido a los 64.25 días y el T1 florece a los 70 días; senescencia el T3 acelera su madurez a los 114.50 días y el T1 fue 119.50 días; profundidad radicular el T3 con mayor longitud fue 66 cm y el T1 con menor longitud fue 47 cm.

Para determinar la curva de retención de humedad de la superficie se utilizó la función de retención ajustada de Van Genuchten (VG) y la región de incertidumbre de estimación de parámetros por el

método de los mínimos cuadrados no lineales y la humedad del suelo se determinó que el T1 fue superior respecto al T2 y T3.

Para el rendimiento del cultivo se utilizó la prueba Tukey donde indica que el T1 es el más alto con una producción 2.043 kg promedio por planta o estimado de 51.062 t/ha en comparación al T2 produce 1.895 kg por planta o un estimado de 47.375 t/ha y para el T3 produce 1.808 kg por planta o un estimado de 44.688 t/ha.

Palabras clave: Riego deficitario, Curva de retención de humedad del suelo.

INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum L.*) según FAO (2020), es relevante en el mundo, siendo el cuarto lugar en producción entre los cultivos alimenticios y la extensión global de papa cultivada bajo riego localizado es de alrededor de 2 millones de hectáreas.

De acuerdo a un estudio publicado en el Journal of Agriculture (2020), el 60% de las producciones alimenticias son efectuadas en territorios dependientes de las lluvias, sin embargo, estas tierras son las más vulnerables a las variaciones climáticas y a la degradación del suelo. García, Rojas & López (2019), indican que esto sugiere que un gran porcentaje de la producción alimentaria global se encuentra en riesgo debido a la dependencia de condiciones climáticas impredecibles y a la degradación del suelo.

Villalobos & Fereres (2017), indican que en los últimos años se desarrollaron nuevas medidas para el riego, como el riego deficitario que se enfoca en la utilización óptima del agua que se almacena en los suelos.

El propósito de la investigación fue evaluar el efecto de riego deficitario en el cultivo de papa bajo riego localizado por goteo, y analizar cómo diferentes láminas de reposición de agua afectan el desarrollo y rendimiento del cultivo de papa variedad QOYA CICA. Además, se investigaron las posibles estrategias para optimizar el uso del agua en este tipo de cultivo y maximizar su eficiencia.

Este estudio contribuirá al conocimiento sobre el óptimo empleo del recurso hídrico en el cultivo de la papa variedad QOYA CICA, y proporcionará información valiosa para usos eficientes de este recurso en los cultivos de papa bajo riego localizado por goteo.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACION

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

La utilización ineficiente y escasez de agua son problemas globales que afectan a la producción agrícola en todo el mundo, especialmente en la sierra del Perú. Por lo cual es una de las razones para iniciar el presente trabajo. El riego es en primacía el causante de la ineficiencia en la utilización del agua en el ámbito agrícola, la falta o un suministro insuficiente del recurso hídrico involucra consecuencias en el crecimiento de plantaciones. Este caso junto a otros factores, como sequías prolongadas, problemas con los sistemas de riego, o una mala planificación del uso del agua. El resultado puede ser una reducción en la productividad del cultivo y una disminución en la calidad y el tamaño de los tubérculos.

Por ello es notable la necesidad de efectuar una búsqueda de medios novedosos de riego para el sistema de cultivo no tradicionales, logrando con ello generar nuevas estrategias para optimizar el uso del agua en este tipo de cultivo y maximizar su eficiencia para conseguir resultados económicos superiores a las que comúnmente obtienen los agricultores de la región Cusco.

1.2. Planteamiento del problema

Problema general

¿Cuál será el efecto de riego deficitario en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad QOYA CICA bajo riego localizado por goteo en el Centro Agronómico K'ayra - Cusco?

Problemas específicos

- ¿Cuál será la respuesta de las características agronómicas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad QOYA CICA por efecto del riego deficitario en condiciones de tres láminas de agua?
- ¿Cómo variará la retención de humedad en el suelo bajo condiciones de riego deficitario y qué precisión y fiabilidad tendrá el sensor de humedad del suelo en la medición de la humedad bajo diferentes niveles de riego?
- ¿Cuál será la demanda hídrica al 100 %, 75% y 50% de reposición de lámina de agua según la respuesta del riego deficitario en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad QOYA CICA?
- ¿Cuál será el rendimiento por efecto de riego deficitario del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad QOYA CICA bajo riego localizado en condiciones de tres láminas de agua?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION

2.1. Objetivos

2.1.1. *Objetivo general*

Determinar el efecto de riego deficitario en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad QOYA CICA bajo riego localizado por goteo considerando los parámetros hídricos y la humedad del suelo en el Centro Agronómico K'ayra-Cusco.

2.1.2. *Objetivos específicos*

- Evaluar las características agronómicas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad QOYA CICA por efecto de riego deficitario en condiciones de tres láminas de agua.
- Determinar información de humedad del suelo mediante el análisis de la curva de retención de humedad en la olla Richards y el sensor de humedad del suelo.
- Determinar la demanda hídrica al 100 %, 75% y 50% de reposición de lámina de agua según la respuesta del riego deficitario en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad QOYA CICA considerando los parámetros hídricos.
- Determinar el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad QOYA CICA por efecto de riego deficitario en condiciones de tres láminas de agua.

2.2. Justificación

El presente estudio aborda la consecuencia del riego deficitario en el cultivo de papa, un alimento principal en la dieta humana. Dado el creciente desafío de la escasez de agua, resulta imprescindible evaluar estrategias de manejo hídrico para garantizar la sostenibilidad de este cultivo. Se analizaron características agronómicas clave, como días de emergencia, altura de planta, floración, senescencia, profundidad radicular y número de tubérculos, para determinar el impacto del déficit hídrico en la calidad y rendimiento del producto. Asimismo, la implementación de tecnologías avanzadas, como sensor de humedad del suelo y uso de olla Richards para realizar la curva de retención de humedad, permite un manejo preciso y eficiente del riego, mejorando la toma de decisiones en condiciones de escasez hídrica. Esto tendrá una **relevancia práctica**, ya que permitirá poner en práctica el manejo de riego deficitario de dicha variedad.

La investigación contribuye a la sostenibilidad del recurso hídrico, que ha sido afectado por el cambio meteorológico, comprometiendo la disponibilidad de agua para la agricultura. Esto tendrá una **relevancia ambiental**, ya que permitirá concientizar sobre el uso racional del agua. Este estudio es especialmente relevante para las condiciones altoandinas del Perú, donde las variaciones en las precipitaciones han incrementado la necesidad de riego suplementario. Al optimar el uso del agua mediante el riego por goteo y estrategias de déficit hídrico controlado, se busca reducir el desperdicio de agua y aminorar los impactos ambientales coligados con su uso excesivo en el sector agrícola.

El estudio beneficia a los agricultores al proporcionar conocimientos sobre el manejo del agua eficientemente y el impacto en el beneficio de la papa. Esto tendrá una **relevancia social** al caracterizar la variedad QOYA CICA bajo condiciones de riego deficitario, se pretende garantizar una producción adecuada para satisfacer la demanda alimentaria y promover prácticas agrícolas

sostenibles en comunidades rurales. Además, se busca fortalecer la seguridad alimentaria, ofreciendo a la población un producto de calidad a pesar de las limitaciones hídricas.

Desde una perspectiva económica, la investigación tiene el potencial de incrementar la rentabilidad del cultivo de papa mediante la explotación de tubérculos de elevada calidad que satisfagan los estándares del mercado. Esto tendrá una **relevancia económica** ya que permitirá su producción y comercialización y el uso eficiente del agua, lo que resulta en mayores ingresos para los agricultores. Esto es crucial para fortalecer la economía agrícola en las zonas altoandinas, donde la papa es un cultivo fundamental para el sostén y la formación de entradas.

III. HIPOTESIS

3.1. Hipótesis general

El efecto de riego deficitario no afecta en el desarrollo y rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad QOYA CICA bajo riego localizado.

3.2. Hipótesis específicas

- El riego deficitario en condiciones de tres láminas de agua no altera las características agronómicas del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad QOYA CICA.
- Se espera que la retención de humedad en el suelo disminuya a medida que se aplica riego deficitario, reflejando una relación directa entre la lámina de agua y la humedad del suelo y se hipotetiza que el sensor de humedad del suelo proporciona mediciones precisas y confiables de la humedad del suelo, lo que permite una evaluación efectiva de los efectos del riego deficitario.
- La demanda hídrica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad QOYA CICA no varía al 100%, 75% y 50% de reposición de lámina de agua por efecto del riego deficitario.
- El riego deficitario no disminuye el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad QOYA CICA.

IV. MARCO TEORICO

4.1. Antecedentes

4.1.1. Internacionales

Peña (2019), en la investigación analizó la consecuencia de la aplicación del riego deficitario considerando la humedad del suelo en la papa (*Solanum spp.*) variedad Victoria, en Riobamba, Ecuador, a través de riego localizado permitiendo dotar láminas de riego para 3 tratamientos: T1 (25%), T2 (50%) y T3 (75%) de consumo de agua entre los niveles de CC y PMP, el diseño empleado fue DBCA con tres repeticiones, utilizó la prueba estadística ANOVA y la prueba de Scheffé. A través de las mediciones, el autor reporta que a 15 cm de profundidad se mantuvo una humedad promedio de 12.25% en el T1; la variable altura de planta a los 105 días en el T1 fue de 54.93 cm; respecto al crecimiento de la raíz, a los 110 días el T3 obtuvo una profundidad de 77.50 cm. En cuanto a la floración, el T3 florece más rápido en 73 días; referente a la senescencia, el T3 fue más precoz con 121.7 días; el T1 tuvo un mayor requerimiento hídrico de 488.56 mm; asimismo, este tratamiento obtuvo un rendimiento superior de 32.07 tubérculos y una producción por planta de 1.60 kg, el rendimiento total fue mayor en el T1 en la categoría comercial presentó 18.89 t/ha, 11.39 t/ha en la categoría semilla y en el T3 fue de 7.92 t/ha en la categoría “no comercial”; por cada Kg del tubérculo se empleó el recurso hídrico con mayor volumen fue 0.1506 m³/kg en el T3 y en el T1 con menor volumen fue 0.14 m³/kg. Se concluye que la escasez de agua induce a la planta a acelerar su ciclo fenológico como mecanismo de adaptación al estrés hídrico.

Figueredo (2018), llevó a cabo una investigación con la finalidad de evaluar el efecto de riego deficitario controlado empleando sensores para tres variedades diferentes de papa (*Solanum tuberosum*) en la localidad de Choquenaira-Viacha, La Paz-Bolivia; se aplicó diseño de bloques

completos al azar con 9 tratamientos, de los cuales se consideró al factor A corresponde a las variedades de papa y factor B al riego deficitario (100%, 75% y 50% de reposición de lámina de agua); acorde a los resultados se obtuvo que la variedad Waycha tuvo un porcentaje de emergencia de 100% a los 35 días de siembra; se registró la existencia de diferencias significativas en la altura de la planta, pero no en la interacción de altura y lámina de riego; donde el T8 (variedad Waycha*lámina 75%) tuvo una altura promedio de 40.51 cm; respecto al número de hojas, el T1 (variedad Luk'i * L1 100%) contó con una media de 23 hojas, el T3 (variedad Luk'i* lámina 50%) obtuvo 25 tubérculos y el T8 presentó un mayor rendimiento con 64 t/ha. Del mismo modo, el T8 (variedad Waycha* lámina 75%) manifestó un buen aprovechamiento de agua, dado que produjo 13.82 kg/m³ y tuvo una eficiencia en la utilización del recurso hídrico de 72.36 litros.

Mamani (2017), desarrolló un estudio con el objetivo de realizar una evaluación del rendimiento en la papa variedad Waycha paseña, la utilidad del agua y la ganancia en la localidad de Choquenaira-Viacha, ubicada en la Paz, Bolivia, el autor propone diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones y 3 tratamientos, donde se tuvo tres niveles de riego, se aplicó un procedimiento de control que alcanzó el 100% (T3), mientras que dos procedimientos de restricción de agua alcanzaron el 75% (T2) y 50% (T1). El autor encuentra los rendimientos y los volúmenes obtenidos que declararon discrepancias indicadoras entre el T1 con 28.62 t/ha y el volumen aplicado fue 2,959.0 m³/ha, con relación al T2 y T3, con 39.80 t/ha y el volumen aplicado fue 3,604.0 m³/ha y 41.12 t/ha y el volumen aplicado fue 4,249.0 m³/ha respectivamente, en el T2 y T3 no presentaron diferencias significativas.

Mamani (2015), realizó una investigación con el propósito de evaluar el comportamiento del cultivo de papa variedad Waycha (*Solanum tuberosum L.*) empleando el riego deficitario en el municipio de Achachi, La Paz-Bolivia. Para lo cual propone el diseño de bloques completos al

azar, empleando 3 bloques y 3 tratamientos (T), en el T1 = 50%, T2 = 75% y T3 = 100% de reposición de lámina de agua. Se contó con 9 unidades experimentales. El autor encuentra mediante la prueba de Duncan en el tratamiento 3 (100%) se aplicó un volumen hídrico de 4232.6 m³/ha y el rendimiento fue 57.9 t/ha, en el tratamiento 2 (75%) se aplicó un volumen hídrico de 3839.1 m³/ha el rendimiento fue 41.5 t/ha y el tratamiento 1 (50%) se aplicó un volumen hídrico de 3445.7 m³/ha y el rendimiento fue 37.6 t/ha.

4.2. El agua

En mantenimiento de los ecosistemas, el agua juega un rol básico puesto para la producción agrícola, así como para el sustento y desarrollo de las especies. Azpilcueta et al. (2017), manifiesta lo importante que se considera el agua para la seguridad alimentaria, el bienestar y especialmente para la actividad agrícola. Entre las principales razones por las cuales se destaca el agua como factor trascendental en la actividad agrícola se encuentra la gran proporción que se requiere de este recurso para las plantas.

4.3. Relación agua-suelo-planta- atmosfera

Rojas (2016), menciona la relación de estos cuatro elementos teniendo diferentes perspectivas, interacciones y puede ser enfocada según el tipo de estudio que se realice al respecto. Un ejemplo de esto puede observarse en la perspectiva que se le da a esta relación con la finalidad de reconocer el abastecimiento de agua, es decir la perspectiva de la hidrología, en este caso las plantas pasan a segundo plano siendo consideradas solamente como agentes de consumo hídrico y protección frente a eventos erosivos mientras el suelo se considera como el medio de almacenamiento.

4.3.1. Agua en el suelo

4.3.1.1. Disponibilidad de agua en el suelo

- Saturación (S)

Fuentes (2003), considera que un suelo se encuentra saturado cuando el total de sus grietas se encuentran llenas del recurso hídrico. Lo que ocurre posterior a lluvias intensas, riegos abundantes o la presencia de una capa impermeable cerca de la superficie. Cuando se drenan los suelos saturados, el excedente hídrico es desplazado al subsuelo por acción gravitatoria, el medio hídrico liberado es conocido a manera de agua libre. En el caso de persistir con la saturación, la raíz de plantas no acuáticas puede morir por la escasez de oxígeno necesario para su respiración.

- Capacidad de campo (CC)

El autor López (2017), indica que se refiere a la capacidad de conservación que hay en distintos suelos para conservar el agua de gravedad o de saturación, la cual es el agua que inicialmente se encuentra en el suelo y que pasa a superficies inferiores de manera rápida al comienzo y disminuyendo su velocidad con el tiempo. Es decir, la capacidad de campo ocurre al momento en el que el agua de saturación deja de escurrir o filtrarse en el subsuelo.

Por otra parte, Loor, Jarre, & Vega (2013), indican la capacidad de campo que puede interpretarse como una medida de la cantidad de agua que un suelo es capaz de retener en contra de las fuerzas de la gravedad.

Informaciones agronomicas (2012), menciona la capacidad de campo de 25 a 35% para suelo franco arcilloso correspondiente al contenido hídrico del suelo..

- Punto de marchitez permanente (PMP)

López (2017), menciona como una medida muy asociada a la capacidad de campo, puesto

que se refiere a la humedad del suelo en la que las plantas dejan de contar con la capacidad de permeabilidad del agua, que suele ser la mitad de la capacidad de campo con la que cuente un terreno, sea cual sea.

Informaciones agronomicas (2012), indica el punto de marchitez permanente de 13 a 20% para suelo franco arcilloso, este hecho responde al contenido hídrico del suelo.

Figura 1

Tipos de agua en el suelo: Agua gravitacional, Agua capilar y Agua higroscópica.



Nota. La figura muestra los poros, espacio aéreo y agua del suelo en situaciones de saturación (agua gravitacional), Capacidad de Campo (agua capilar) y Punto de Marchitez Permanente (agua higroscópica). Adaptado de Monge (2018).

- **Densidad aparente (D_a)**

Agostini et al. (2014), menciona que se trata de una medida importante para reconocer la calidad de los suelos en la evolución de los cultivos, se refiere a las cantidades de masa presente en una unidad de volumen edáfico, es decir en una porción de suelo incluyendo los poros existentes. Este valor está condicionado por la cantidad de poros, y se conoce que a mayor proporción de suelo que de poros, el terreno ofrece mayores dificultades para la evolución de las plantas, puesto que limitan el crecimiento de las raíces y generan alteraciones negativas en las características hidrológicas que afectan a los cultivos.

López (2017), indica que la densidad aparente es parte de la medida de porosidad total de los suelos, está referida a las cantidades de masa edáfica en relación a sus volúmenes en cm^3 , por lo cual, su proceso de medición gravimétrica requiere de la recopilación de una muestra del suelo pasando por un proceso de secado para conocer el peso del suelo sin humedad, el secado se realiza a altas temperaturas buscando que el peso de la muestra no varía, es decir sea constante por más que se prolongue el proceso de secado, lo que indica que ya no existe más humedad. Se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Densidad aparente} = \text{Masa del suelo (en gramos)} / \text{volumen de la muestra (en } cm^3 \text{)}.$$

Acontinuacion es posible observar valores referidos de la densidad aparente para diferentes clases texturales del suelo:

Tabla 1

Clase textural del suelo (Soil Survey Staff USDA) y Densidad aparente en (gr/cm^3).

Clase textural	Da (gr/cm^3)
Arenoso	1.70-1.80
Franco arenoso	1.55-1.60
Franco y franco limoso	1.45-1.55
Franco arcilloso	1.40-1.50
Arcillo arenoso	1.35-1.45
Arcilloso	1.35-1.45

Nota. Esta tabla muestra los parámetros de densidad aparente para el buen desarrollo de la raíz de las plantas en diferentes clases texturales. Fuente: (Soil Survey Staff, 1999). Página web: www.mn.nrcs.usda.gov.

4.3.2. Suelo

Lozano (2018), describe el suelo como la capa de la litosfera en constante cambio, que interactúa plenamente con la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera. De hecho, su transformación

está determinada por la dinámica eólica, hídrica y los organismos vivos. El suelo consta de tres fases: una fase sólida compuesta por partículas minerales y componentes orgánicos, una fase líquida que representa el agua retenida entre los poros del suelo, y una fase gaseosa relacionada con el aire que ocupa los poros no llenos de agua, asegurando así la oxigenación del suelo.

4.3.2.1. Muestreo para análisis de suelo

Según Lozano (2018), como primera tarea es la individualización de las diversas tipologías de suelo presente en el área de análisis. Una vez que se han establecido las unidades de muestreo y sus límites, se sugiere tomar entre 10 a 20 submuestras al azar de cada unidad, siguiendo un trazado en zigzag y extrayendo una submuestra de igual profundidad y tamaño en cada punto donde haya un cambio de dirección.

Por otro lado, Mendoza & Espinoza (2017) explican que este tipo de muestra se denomina muestra compuesta, y la profundidad recomendada para su obtención es de 30 cm para las siembras directas.

4.3.3. Humedad del suelo

Según INTAGRI (2017), esta característica hace referencia a la cantidad hídrica disponible para las plantas. Esta proporción cambia según el tipo y la cantidad de arcilla, así como el porcentaje de material orgánico existente en el medio edáfico.

Benites (2001), menciona que la capacidad del suelo para detener agua está determinada por la cantidad de poros y las características de tamaño y proporción de las partículas del suelo, asimismo menciona que los suelos arenosos drenan con facilidad, los limosos tienen una retención de agua intermedia, y los suelos arcillosos son muy efectivos en retener agua.

4.3.3.1. Humedad aprovechable

Ramírez, Camacho & Delgado (2014), indican la humedad aprovechable como un parámetro de medición que sirve para identificar las características que ofrece el suelo para el sembrío y cosecha de las plantas, así como para determinar el sistema de irrigación más beneficioso según su valor, se realiza en base a los parámetros del punto de marchitez y la capacidad de campo.

4.3.3.2. Medición del contenido de humedad

a. Método directo o gravimétrico

Según Olalla, Lopez & Calera (2005), esta metodología consiste en tomar muestras del suelo, realizar el pesaje respectivo, y posterior secado en una estufa hasta alcanzar un peso constante para volverlas a pesar. A fin de establecer la fiabilidad de resultados, las temperaturas para la desecación serán consideradas de intervalos en los que las variaciones sean mínimas. Para los suelos que contengan materia orgánica moderadamente, se tiene un intervalo correcto de 105° C a 110°C.

b. Método indirecto

- Sensor de humedad

Moratiel (2017), indica que existen varios métodos indirectos alternativos al método gravimétrico, siendo los principales los métodos que hacen uso de sensores de humedad como los sensores de reflectometría en el dominio de la frecuencia (FDR) y del tiempo (TDR).

El FDR o capacitivos consiste en sensores que miden la constante dieléctrica del recurso hídrico existente en el medio edáfico al ser instalados a cierta profundidad. Presentan ventajas como mayor precisión, estabilidad y resistencia, sin embargo, tienen precios elevados. Los sensores de FDR cuantifican los contenidos hídricos volumétricos de manera indirecta al evaluar la constante dieléctrica aparente del suelo.

Moratiel (2017, p. 47) “Este tipo de sensor son los que más se utilizan para la gestión del riego en agricultura”.

Por otra parte, existen los sensores TDR que consisten en sondas metálicas que se instalan dentro del suelo perpendicular u horizontal y emiten pulsos electromagnéticos a lo largo de sus extremos, midiendo el tiempo de recorrido, el cual varía según la humedad presente.

Figura 2

Sensor de humedad ML3 ThetaProbe.



Nota. La figura representa el tipo de sensor basado en FDR. Fuente: AgroMarket (2023).

- Tensiómetros

Moratiel (2017), indica que los tensiómetros son aparatos para la medición de humedad de manera indirecta, que se compone de un tubo impermeable al agua en el que se sitúa una cápsula de porcelana porosa en un extremo y en el opuesto un indicador de vacío (vacuómetros). El tensiómetro se utiliza para la programación de riegos ya que en la práctica lo que indica son rangos de humedad del suelo bajo las cuales las raíces pueden absorber agua. Los rangos de lectura de los tensiómetros suelen ser de 0 a -85 kPa.

La metodología para el uso del tensiómetro según el manual IRROMETER para riego por goteo, se colocan normalmente al lado de la planta donde da el sol, en la zona o línea de goteo.

4.3.3.3. Succión en el suelo

Según Carrasco (2017), el suelo que es parcialmente saturado cuenta con 3 etapas: gas, sólida y líquida, esto significa que las ranuras vacías del medio edáfico se ocupan de porciones hídricas y gaseosas. Para que estas etapas existan es necesario aplicar teorías acerca de la dinámica edáfica que permitan el análisis de las particularidades y comportamientos mecánicos. En este punto, el alcance que se debe tomar en consideración es el relacionado a la succión de los suelos, que se precisa como la energía necesaria para que el suelo retenga líquido.

Carrasco (2017), esta característica edáfica cuenta con 2 aspectos principales: la succión matricial (h_m), asociada a la capilaridad, y la succión osmótica (π), misma que se origina debido a las sales disueltas en el medio hídrico. Los valores de la succión matricial están condicionados en base a aspectos como los tamaños y la dinámica de las fracciones, así como de los poros y el grado de saturación del suelo; es así que, cuando la saturación se reduce, la succión matricial incrementa, la misma que es expresada como la diferencia entre las presiones de aire y agua en los poros.

4.3.3.4. Curva de retención de humedad del suelo

Meza (2012), aclara la correspondencia de la humedad edáfica y la succión y se describe por la curva particular del suelo – agua (SWCC) o curva de retención de humedad del suelo. En dicha curva, es posible observar los contenidos de humedad dispuestos en el eje vertical, los que se expresa en base a la humedad volumétrica, gravimétrica, o grado de saturación, mientras que en el eje horizontal es posible observar la succión matricial. En su mayoría, se opta por el trabajo

con la succión matricial, ya que, en la experiencia, los inconvenientes de ingeniería están vinculados a cambios en las condiciones ambientales.

Fredlund (1999), señala que la curva característica suelo - agua (SWCC) generalmente está dividida en 3 partes: la capilar, la des-saturación y la residual (ver Figura 3). En la primera zona, la gráfica es horizontal, lo que muestra que el suelo está saturado, en relación a ello, los valores de humedad son necesarios para el paso del aire a los macroporos existentes en el medio del suelo. La segunda zona, se caracteriza por la des-saturación cuenta con un cambio, donde el suelo exhibe una interfaz entre agua y aire, es así que el agua pasa a ser desplazado por el aire. En esta etapa, la adhesión del agua a las partículas del suelo se fortalece a medida que el suelo pierde más agua. En la parte final de esta zona, se puede observar la discontinuidad del recurso hídrico, en este punto la permeabilidad disminuye significativamente. Conforme la humedad disminuye, se alcanza la zona residual, en la cual el punto crítico es identificado como el valor de saturación residual. Esta fase conocida como la tercera zona, se caracteriza por la ocupación predominante de los poros por aire.

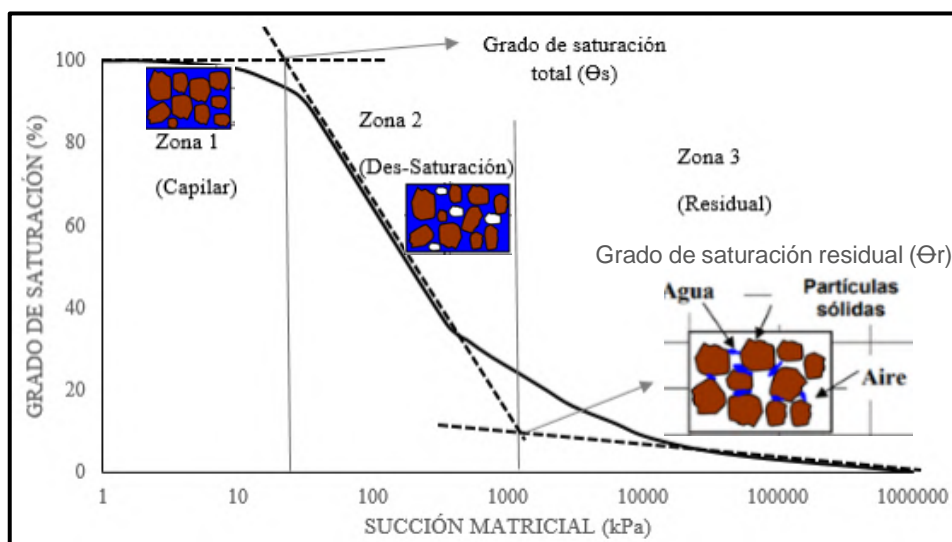
Camapum, et al. (2015), menciona en esta área, el incremento de succión no genera una transformación significativa para el contenido hídrico. La disponibilidad de agua es en demasía limitada que no fluye entre los poros, y su eliminación puede ocurrir únicamente mediante el proceso de evaporación, en esta zona caracterizada por succiones muy elevadas, el agua se encuentra adsorbida a las partículas.

Benites (2001), indica que la SWCC establece el nivel de humedad que un suelo logra mantener bajo diferentes tensiones. La tensión refleja el esfuerzo necesario para extraer agua del suelo, mientras que el contenido de humedad indica la cantidad de agua concurrente en él.

En la figura 3, se observa la curva característica suelo-agua (SWCC).

Figura 3

Curva de retención de humedad del suelo.



Nota. El gráfico muestra la relación que existe entre el contenido de agua en el suelo y la tensión necesaria para mantener esa agua en el suelo. Fuente: López & Mendoza (2016).

4.3.3.5. Método para determinar la curva de retención de humedad del suelo

- Equipo de placas o membranas a presión

Según Olalla, Lopez & Calera (2005), mencionan que L.A. Richards fue quien creó este enfoque en 1940, y desde entonces, la comunidad mundial de laboratorios edáficos prefiere la metodología por platos de presión durante la última mitad de siglo para realizar las evaluaciones acerca de la retención hídrica del suelo. El dispositivo de extracción con los platos de presión apropiados se emplea en base a muestras que han sido medidas a un tamaño de 2 mm. El aparato consta de una cámara de acero hermética, que es sometida a una presión interna que simule la condición de succión del suelo; en el interior de esta cámara se dispone de una placa cerámica semipermeable encima de la cual es colocada la muestra correspondiente, su acción posibilita el

paso del agua, pero no de aire, esta placa cuenta con una conexión hacia un colector, cuyo propósito es la extracción del agua drenada a partir de la muestra.

Según Cilloniz (2017), menciona como parámetros hídricos tales como la capacidad de campo, densidad aparente, punto de marchitez permanente y la curva de retención de humedad del suelo.

En la figura 4, se aprecia la Olla Richards donde se introducen las muestras de suelo a diferente presión.

Figura 4

Equipo de olla de Richards, modelo 1600/5 bar y 1500/15 bar. Marca Soilmoisture Equipment corp – Centro Agronómico K'ayra - UNSAAC.



4.3.4. Relación planta-atmosfera

Según Gil et al. (2005), señalan que las plantas hacen uso del recurso hídrico a través de sus raíces extraídas del medio edáfico, motivada por la disparidad de potencial hídrico de las raíces y los suelos. En otras palabras, el potencial hídrico en los suelos supera al potencial en la raíz.

Cuando el recurso hídrico es escaso en los suelos, se aumenta la tensión, esto significa que es más negativa, a veces alcanza valores inferiores al potencial de las raíces.

4.3.4.1. Sistema radicular

Cepeda y Gallegos (2003), mencionan que la raíz de esta planta de papa se caracteriza por ser adventicia, notables por su grosor y naturaleza pivotante. A los 40 cm de profundidad sus raíces se encuentran más concentradas, presentando una ramificación extensa y variando en grosor y longitud de acuerdo a su desarrollo.

- Método de rizotron para medir la raíz

Huck y Taylor (1982), destacaron como los primeros en ocuparse de las investigaciones acerca de la raíz empleando una herramienta notable a manera de caja hecha de vidrio que contenía material edáfico. Este trabajo significó el origen de la definición de rizotron, derivado de los vocablos griegos “rhizo” que significa raíz y “tron” que es herramienta para el estudio. El término se acuñó con el propósito de facilitar su aplicación en la ciencia moderna.

Bernier y Robitaille (2004) y Davis et al. (2004), señalan que el rizotron es un dispositivo ubicado en el suelo que posibilitan la vigilancia regular del desarrollo de las raíces.

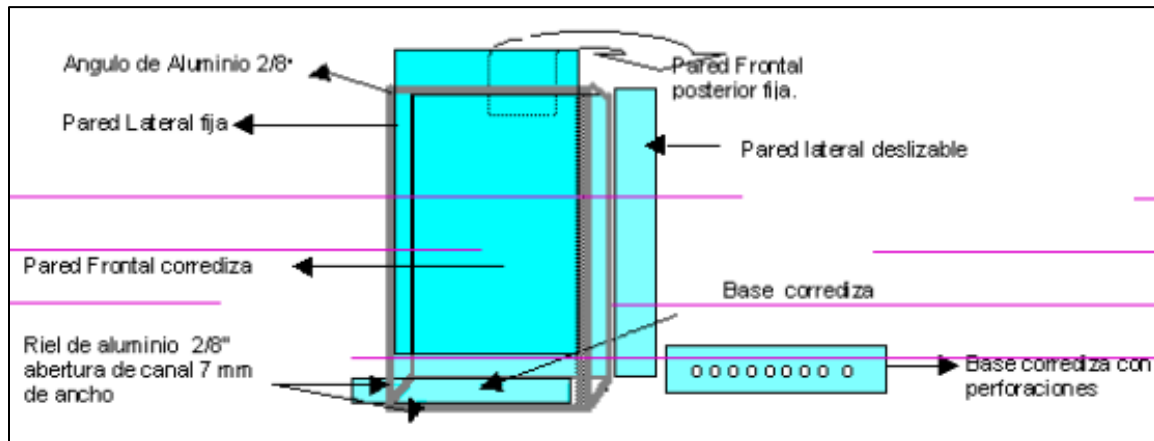
Según Metcalfe (2002), indican la metodología después de colocar el rizotron, completar el suelo imitando la disposición de los horizontes que existe. Se utiliza una varilla para tener como resultado un suelo compacto y reproducir las densidades edáficas naturales sin causar perturbación alguna.

Por otra parte, Leon Ruiz & Leon Teran (2023), indican que, En la cara exterior del rizotron se instala una geomembrana de 1000 micras de espesor con el objetivo de impedir la penetración de la luz solar en las raíces.

En la figura 5, se aprecia una caja de vidrio transparente y una puerta lateral.

Figura 5

Modelo de la caja rizotron.



Nota. La figura representa un modelo de caja que permite medir la raíz en distintas fases fenológicas del cultivo. Fuente: Guedea, Arriaga & De la Cruz (2001).

4.3.5. Evapotranspiración

FAO (2006), Es la fusión de dos fenómenos distintos, donde el agua se desliza por la superficie terrestre mediante la evaporación y la transpiración del cultivo.

De acuerdo a Fuentes y Garcia (1999), en ambos procesos el medio hídrico tiene una transición de líquido a gaseoso, este hecho es beneficioso cuando el aire está caliente, seco o muy movido, las reservas de agua evaporada varían según la presencia de agua en la superficie y la habilidad de las vegetaciones para tomar y evaporar esa agua almacenada.

4.3.5.1. Factores que afectan la evapotranspiración

Allen, et al. (2006), los factores que afectan son:

- Temperatura

La temperatura del aire se incrementa debido a la absorción de emisión solar por el espacio y al calor liberado por la tierra. El calor sensible del aire circundante transfiere energía al cultivo,

influyendo así en los niveles de evapotranspiración. En días soleados y cálidos, las pérdidas hídricas por evapotranspiración serán más pronunciadas en comparación con días nublados y frescos.

- **Radiación**

La cantidad efectiva por radiación solar reflejada en las superficies que son evaporadas se ven influenciadas por la turbidez atmosférica y las nubes presentes en el medio, reflejando y absorbiendo niveles significativos de radiación.

- **Humedad relativa**

La presión de vapor real puede mantenerse comparativamente consecutivo durante el día, la humedad relativa experimenta variaciones, estas alcanzan un punto superior en la amanecida y disminuyen al límite al comenzar la tarde.

- **Viento**

Para evaluar la evapotranspiración, la velocidad del viento es crucial en la eliminación del vapor de agua. Sin embargo, esto varía según la intensidad del viento y las turbulencias, estas pueden transportar considerable porción de aire hacia la superficie de evaporación.

- **Precipitación**

Por otra parte, la lluvia es el meteoro atmosférico más importante en la aportación del agua al suelo. El agua que recibe el suelo mediante la precipitación no toda es aprovechada, solo una parte es utilizada en la evapotranspiración, esta agua útil procedente de la lluvia se denomina precipitación efectiva (Pe).

- **Precipitación efectiva (Pe)**

Según Villalobos & Fereres (2017), indican la Pe como la porción de precipitación total en un intervalo de tiempo específico que no se pierde debido a la escorrentía o la percolación y se

retiene en la zona de raíces del cultivo.

FAO Manual CROPWAT (2010), define la precipitación efectiva (P_e en mm) como la cantidad de agua precipitada que no se pierde a través de escorrentía superficial ni por acción de percolación profunda, en ese sentido es dispuesta para que las plantas puedan aprovecharla.

Segerer y Villodas (2006), y Vásquez et al. (2017), refieren que esta precipitación se caracteriza como el alcance de agua de lluvia y que es utilizado por la planta para cubrir la necesidad hídrica y puedan conseguir un desarrollo adecuado.

Simpfendofer (2006), sostiene que aquella planta de papa en progreso, transpiran de 2-10 mm diariamente, de esta manera precipitaciones menores a 10 mm no son seguras para la planta ya que permanecen estancadas en las hojas y se evaporan.

FAO (1978), menciona que, en un clima seco, las lluvias que son menores a 5 mm no contribuyen a aumentar la humedad en la reserva del suelo. Por lo tanto, cuando las precipitaciones son menores a 5 mm, se considera que la contribución efectiva es nula. En contraste, solo el 75 % de las precipitaciones que superan los 5 mm son consideradas como efectivas. Esta relación se expresa mediante la fórmula: $P_e = 0,75 * (\text{lluvia caída} - 5 \text{ mm})$.

4.3.5.2. Evapotranspiración de referencia (E_{To})

Villalobos y Fereres (2017), aclaran el significado de E_{To}, el cual reemplaza este término ET potencial que fue ampliamente utilizado en el pasado, pero carece de una definición precisa.

FAO (2006), menciona la E_{To} como la medida de evapotranspiración que se genera en un contexto teórico consistente en un terreno cubierto de pasto verde de un rango de altura entre 8 a 15 cm con adecuada presencia de agua y cuya vegetación genera sombra en la totalidad del suelo. Es posible su cálculo por medio de la siguiente fórmula:

$$E_{To} = E_v * K_p \quad (1)$$

Donde:

ET_o = Evapotranspiración de referencia (mm/día).

E_v = Evaporación del agua en el tanque (mm/día).

K_p = Coeficiente del tanque.

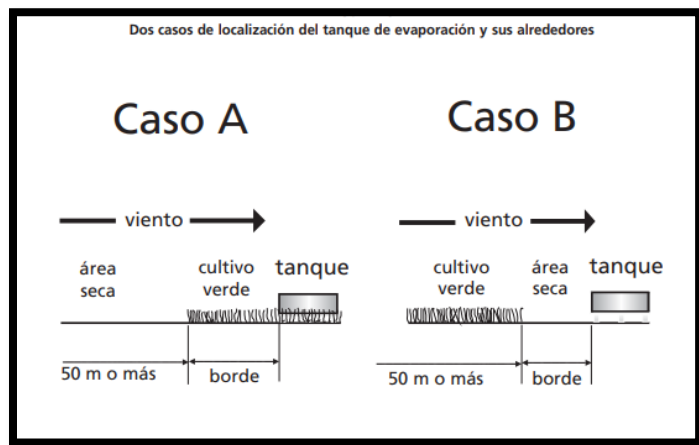
* = Representa la multiplicación.

- **Coeficiente del tanque evaporímetro (K_p)**

A fin de realizar la selección adecuada de este coeficiente para un tanque de evaporímetro, es necesario tomar en cuenta la tipología del tanque, además de la cobertura del suelo en la ubicación del tanque, las inmediaciones, el viento y las características de la humedad presente.

Figura 6

Dos casos de localización del tanque de evaporación y sus alrededores.



Nota. El gráfico representa el tanque, caso A con cultivo verde y caso B en suelo desnudo (área seca). Fuente. FAO (2006).

4.3.5.3. Evapotranspiración del cultivo (ET_c)

FAO (2006), hace referencia a los desgastes de agua por evaporación y transpiración de cada cultivo en condiciones ideales, cultivado en extensiones amplias, sin presencia de

enfermedades, en suelos fértiles y con niveles óptimos de agua. Además, se busca obtener producciones óptimas de acuerdo con las condiciones climáticas predominantes.

Es calculada mediante la multiplicación de ET_o con el coeficiente K_c , que indica la variación en la evapotranspiración entre la tierra cultivada y la tierra de pasto habitual.

$$ET_c = ET_o * K_c \quad (2)$$

Donde:

ET_c = Evapotranspiración del cultivo, en mm/día

K_c = Coeficiente del cultivo

ET_o = evapotranspiración del cultivo de referencia, en mm/día.

* = Representa la multiplicación.

- **Medición de la evapotranspiración de cultivo**

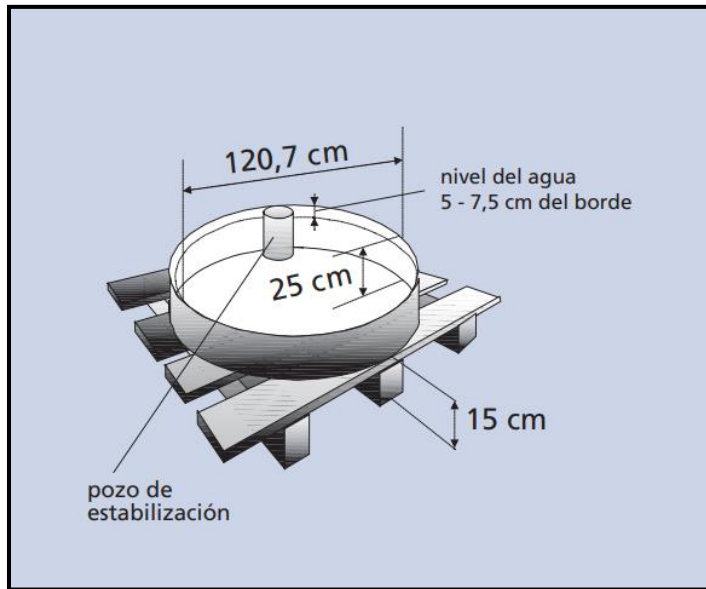
• **Tanque clase A**

La FAO (2006), indica que éste es un método para medir la evapotranspiración de un determinado terreno mediante la disposición de un tanque con una profundidad de 25 cm y un diámetro de 120.7 cm. El tanque, fabricado en hierro galvanizado o metal de 0.8 mm de grosor, se llena con agua hasta 5 cm por debajo del borde, asegurándose de que el nivel de agua no esté más de 7.5 cm por debajo de este borde.

A continuación, se observa en la figura 7 las medidas del Tanque y la altura a considerar puesta en el suelo para la instalación en campo.

Figura 7

Tanque de evaporación clase A.



Nota. La figura muestra que el tanque debe llenarse con agua hasta 5 cm por debajo del borde y el nivel de agua no debe disminuir más de 7.5 cm. Fuente: FAO (2006).

- Necesidades netas del riego (Nn)

Moratiel (2017), Las necesidades netas se determinan por el contenido de agua que sale y entra en la parcela. La pérdida de agua de la parcela se conoce como ETc, mientras que la entrada de agua a la parcela es la lluvia. Cuando las salidas de agua (ETc) superan a las entradas (Pe) en la parcela, es esencial compensar ese déficit mediante riego. Las necesidades netas son calculadas por:

$$Nn = ETc - Pe \quad (3)$$

Donde:

Nn = necesidades netas, en mm.

ETc = Evapotranspiración del cultivo, en mm.

Pe = precipitación efectiva, en mm.

- **Necesidades totales de riego (Nt)**

Fuentes & Garcia (1999), Las necesidades totales superan a las necesidades netas, ya que se deben suministrar cantidades adicionales para contrarrestar las pérdidas adicionales ocasionadas por factores como la percolación profunda, la salinidad y la uniformidad de riego.

Se calcula utilizando la ecuación:

$$Nt = \frac{Nn}{Ea} \quad (4)$$

Donde:

Nt = Necesidades totales, en mm.

Nn = Necesidades netas, en mm.

Ea = eficiencia de aplicación, en %.

4.3.6. Coeficiente del cultivo (Kc)

López et al. (2015), indican el kc como la representación de los elementos dentro del cultivo, ejemplificando con la altura, su resistencia, su variación se da debido al clima, el manejo de riego y la condición del medio ambiente que puede ser los animales, plagas y las patologías asociadas.

Fases de desarrollo del cultivo

Según Fuentes (2003), Las fases son:

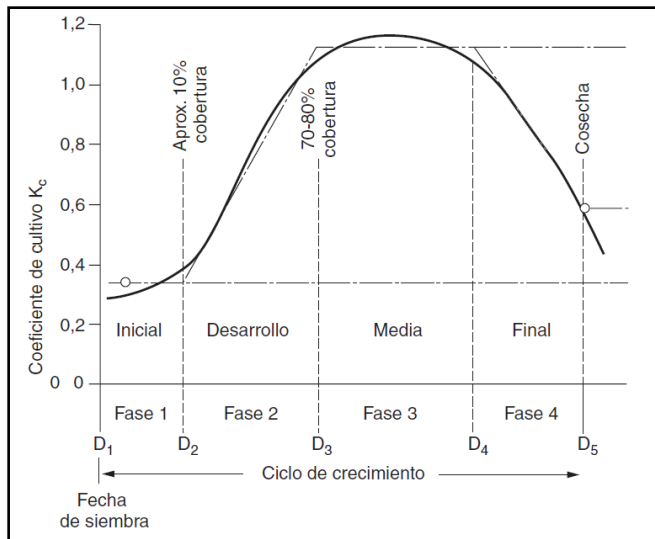
- 1ra fase: etapa inicial de desarrollo del cultivo, se cuenta desde el sembrado hasta que la planta cubre o sombrea un 10% de la zona del suelo.
- 2da fase: etapa de rápido desarrollo del cultivo, hace su aparición desde el fin de la etapa inicial hasta que se cubra el suelo sombreado (menos del 70% - 80%).

- 3ra fase: la fase intermedia del ciclo, caracterizada por la máxima evapotranspiración, se extiende desde la segunda fase final hasta el comienzo de la maduración del cultivo, evidenciada por la decadencia de las hojas.
- 4ta fase: La fase final, también conocida como madurez y cosecha, se extiende desde la conclusión de la tercera fase, periodo durante el cual se observa una notable reducción en el consumo de agua y la maduración de los cultivos.

En la figura 8, se observa el K_c que se utiliza de manera práctica y sus valores se representan en un gráfico.

Figura 8

Avance temporal del coeficiente de cultivo, en el que se han identificado las diversas fases en las que se segmenta el ciclo de crecimiento.



Nota. El gráfico representa las cuatro fases de desarrollo del cultivo. Fuente: Olalla, Lopez & Calera (2005).

Según la FAO (2006), los valores del K_c para el cultivo de papa son las siguientes:

K_c inicial = 0.5, K_c medio = 1.15, K_c final = 0.75. Por otra parte, Benites (2001), señala que la duración de la etapa del K_c depende principalmente de la variedad y las circunstancias en las que se cultiva, fundamentalmente del tipo de clima y riego.

4.4. Aspectos generales de riego

4.4.1. Riego

Según Zapata (2020), afirma el riego donde implica proporcionar agua a una planta con el intento de incrementar o avalar el rendimiento, así como de dirigir la fisiología de la planta hacia un estado específico.

Baca (2010), señala que el riego consiste en la aplicación controlada, pertinente y razonada del agua al terreno agrícola, llegando a satisfacer los requerimientos hídricos de las plantas.

- **¿Por qué regar?**

Las plantas necesitan de agua para crecer y producir, por eso si no hubiese lluvia hay necesidad de regar.

- **¿Cuándo regar?**

La alternancia del riego se da debido a la necesidad de mantener humedad con el fin de evitar estrés hídrico.

- **¿Cuánto regar?**

Es la proporción de agua aplicada en cada riego de acuerdo al terreno agrícola.

4.4.2. Sistema de riego por goteo

Zapata (2020), menciona como un conjunto de estructuras que facilita la posibilidad de cultivar una determinada área mediante la aplicación adecuada de agua a las plantas. Se puede sistematizar en tres partes bien definidas como el emisor que debe ser de pequeño caudal para un especial cuidado en cuanto a calidad del agua, el cabezal del sistema está compuesto por un equipo

de impulsión, equipo de filtración y finalmente el equipo para incorporación de nutrientes. Cabe destacar que los sistemas de riego disponen de llaves y manómetros.

Por otra parte, Keller (1983), indica que los sistemas de riego se diseñan y manejan generalmente para entregar aplicaciones frecuentes pequeñas de agua y mojar solamente una porción de la superficie del suelo.

4.4.3. Riego localizado por goteo

Zapata (2020), indica que el riego por goteo implica el empleo de agua en una región más limitada del volumen radicular, destacándose por su capacidad para mojar completamente el suelo. Comúnmente, se denomina riego por goteo a los sistemas de riego localizado que utilizan caudales menores a 16 litros por hora.

Fuentes (2003), menciona que el riego localizado por goteo presenta ventajas y desventajas, lo cual es esencial conocer y evaluar detenidamente al tomar una decisión informada sobre la implementación o no de esta técnica.

a) Ventajas

- Optimización del uso del agua.
- Aumento tanto en la cantidad como en la calidad de la cosecha.
- Menor cantidad de mala hierba debido a la humedad en el suelo
- Ahorro de mano de obra.
- Facilitación en las actividades de agricultura al mantener seca gran parte de la superficie de suelo.

b) Desventajas

- Requiere personal más capacitado.
- Riesgo de salinización del bulbo húmedo en caso de manejo inadecuado del riego.

- Necesidad de supervisar regularmente el funcionamiento del cabezal y los emisores para prevenir obstrucciones.
- Implica una inversión inicial más elevada.
- Es esencial controlar las cantidades en el agua, y los productos como fertilizantes, pesticidas, etc.

4.4.4. Coeficiente de uniformidad (CU)

Según Fuentes (2003), menciona el CU como la distribución relativamente equitativa del agua infiltrada, expresada mediante un porcentaje. Cuando el valor es de 100 % se entiende que el riego ha infiltrado en la superficie con el total del agua, aunque alcanzar este nivel es poco común en la realidad.

Por otra parte, Pizarro (1996), propone el CU donde se puede utilizar para la evaluación de instalación en función para el diseño de nuevos ambientes con el cual se determine lo uniforme en contiguo con la formula siguiente:

$$CU = \frac{q_{25}}{q_a} * 100 \quad (5)$$

Se observa:

q_a = Es el caudal medio del total de los emisores “goteros”.

q_{25} = Es el caudal intermedio de los goteros que forman el 25% de mínimo caudal.

* = Representa la multiplicación.

Parámetros estándar del coeficiente de distribución de caudales para clasificar el funcionamiento del gotero.

Funcionamiento	Coeficiente de Uniformidad de Caudales (CUC%)
Inaceptable	Menor de 70
Aceptable	70 – 80
Buena	80 – 90
Excelente	90 – 100

Nota. Esta tabla muestra los cuatro valores de referencia de coeficiente de uniformidad a considerar para el riego por goteo. Fuente: Apuntes de seminario de riego y fertiirrigación. Lecaros (2001).

4.4.5. Fundamentos de riego

4.4.5.1. Lámina de riego

Losada (2009), define como la cantidad de agua que se aplica en el momento del riego a una extensión de terreno, expresada comúnmente en m³/ha.

a) Lámina neta de riego

Loor, et al. (2013), mencionan la lámina neta como la cantidad de agua que se administra al suelo y que los cultivos utilizan en su totalidad.

Mota & Alves (2009), indican para la expresión del cálculo de la lámina.

- Lámina neta inicial:

$$Ln = \left(\frac{CC - PMP}{10} \right) * Da * z \quad (6)$$

- Lámina neta final o de mantenimiento:

$$Ln = \left(\frac{CC - PMP}{10} \right) * Da * z * f \quad (7)$$

Donde:

Ln = Lámina neta, en mm.

CC = Capacidad de campo, en %.

PMP = Punto de marchitez permanente, en %.

Da = Densidad aparente, en gr/cm^3

z = profundidad de la raíz, en cm.

f = Factor de secamiento, adimensional.

* = Representa la multiplicación.

b) Precipitación horaria (PH)

Es la cantidad de agua que emite un campo en función del sistema de riego instalado (caudal, distanciamientos de los emisores y líneas laterales). Es la lámina a emplear en mm/h y se determina de la siguiente forma:

$$PH = \left(\frac{q \text{ emisor}}{Ee * El} \right) \quad (8)$$

Donde:

q = Caudal del emisor, en Litros/ hora.

Ee = Espaciamiento entre emisor, en m.

El = Espaciamiento entre laterales, en m.

* = Representa la multiplicación.

c) Tiempo de riego

Martinez (1998), indica que el tiempo de aplicación de agua se calcula al dividir la altura de agua a aplicar (L) entre la precipitación horaria (PH) y luego multiplicar por 60 para expresar el resultado en minutos, se calcula de la siguiente manera:

$$TR = \left(\frac{\text{Lámina de agua a reponer}}{Ph} \right) * 60 \text{ min} \quad (9)$$

Donde:

TR = tiempo de riego, en día/hora

L = Agua a reponer, en mm/día

Ph = Precipitación horaria, en mm/hora

* = Representa la multiplicación.

4.5. Déficit hídrico

4.5.1. Definición de déficit hídrico

Según MIDAGRI (2020), El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego hace referencia a la falta de agua, escasez, por lo que el agua que se tiene no es suficiente para que pueda actuar a favor de los cultivos que requieren de cierta cantidad de regado.

4.5.2. Estrés hídrico

a. Definición

MIDAGRI (2020), indica que existe una demanda alta de agua y la cantidad disponible de este recurso es menor a requerida, también si su utilidad se puede ver restringida por una baja calidad o contaminación.

b. El estrés hídrico y la sequia

MIDAGRI (2020), menciona la combinación de estrés hídrico y sequía que resulta verdaderamente alarmante para las zonas de cultivo ya que al haber agua de forma reducida y si se presenta una sequía se reduciría aún más el consumo del agua en las áreas de cultivo por lo que afectaría a su producción.

4.5.3. Tolerancia al déficit hídrico

Florido & Bao (2014), describen este término como una serie de reacciones bioquímicas moleculares o fisiológicas, provocadas por la carencia de agua, que caracterizan un estado

específico del cuerpo vegetal, en la cual, la planta reacciona de forma directa o indirecta a la disponibilidad de agua en el suelo y estas desarrollan diferentes mecanismos al estrés los cuales influyen cambios, acarreando daños en el metabolismo y los procesos biológicos subsiguientes.

4.6. Riego deficitario (RD)

Villalobos & Fereres (2017), sostienen que es una estrategia de gestión del riego que consiste en aplicar una cantidad de agua insuficiente, con el objetivo de reducir la transpiración del cultivo por debajo de su nivel máximo sin estrés.

Por otra parte, Villalobos, et al. (2009), mencionan que la práctica de RD se refiere a situaciones donde el agua no cubre las necesidades hídricas del cultivo puesto a limitación en razón al agua. Existen diversas opciones para adaptarse a estas condiciones, como cambiar el tipo de cultivo o genotipo, reducir la superficie bajo riego o seleccionar el momento más apropiado para aplicar el agua disponible.

4.6.1. El riego deficitario en el cultivo de papa

Villalobos & Fereres (2017), mencionan la fase crítica en el desarrollo del cultivo de papa como la etapa de formación de estolones y la iniciación de los tubérculos, lo cual puede influir significativamente en el rendimiento. Aunque la sensibilidad al estrés hídrico disminuye cuando el tubérculo crece, los rendimientos también se ven afectados, especialmente cuando la falta de agua acelera la senescencia foliar.

4.7. Cultivo de papa

4.7.1. Importancia del cultivo de papa

Según MIDAGRI (2020), La importancia de la papa radica en su alta adaptabilidad a todo tipo de terreno, lo que le permite ser la fuente principal de alimento y la principal fuente de sustento de varias familias a nivel nacional.

4.7.2. Cultivo de papa en Perú

MIDAGRI (2022), reporta un consumo per cápita periódica de papa de 92 kl. Durante el tiempo comprendido entre 2011 y 2021, se evidenció un aumento en el consumo, se incrementó desde los 76 kilos - 92 kilos cada persona. Es destacable que, especialmente en los años de la pandemia, se evidencia que la papa es más demandada por parte de las familias, pasando de 2 a 3 kilos diarios a cifras que oscilan entre 12 y 20 kilos por semana.

- Cultivo de papa en Cusco

Según MIDAGRI (2021), el cultivo de papa a nivel nacional se distribuye por el Perú en casi todas las regiones, es así que Puno tiene hasta 850 mil toneladas, Huánuco con 745 toneladas, la libertad 533 toneladas, Ayacucho 449 toneladas y Cusco con 440 toneladas.

4.7.3. Clasificación taxonómica de la papa (según Cronquist)

La clasificación taxonómica de la papa según el autor Arthur Cronquist (1993), se presenta a continuación:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Sub Clase: Asteridae

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Especie: *S. tuberosum L.*

Nombre Común: papa, patata.

4.7.4. Condiciones edáficas para el cultivo de papa

4.7.4.1. Suelo

Zuñiga, Morales & Estrada (2017), afirman que, el cultivo de papa no demanda muchas condiciones, puede afectar los terrenos compactos y pedregosos, la humedad puede resistir a la aridez, cuando el ambiente es seco los tamaños se reducen.

Como mencionan Undurraga & Hirzel (2011) citado por Mendez & Meier, indican las características químicas del suelo, enfatizando los elementos y el nivel adecuado según textura del suelo (Franco arcilloso) para el buen desarrollo y rendimiento en el cultivo de papa. La materia orgánica debe ser mayor a 1.5%, el pH 5.6 a 6.8, la conductividad eléctrica menor a 1.5 dS m⁻¹, La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de 0.4 a 0.6 cmol (+) kg⁻¹, Nitrógeno (N) 17 a 40 mgkg⁻¹, Fosforo (P) mayor a 20 mgkg⁻¹, Potasio (K) 0.4 a 0.6 cmol (+) kg⁻¹.

- Salinidad

Según Fuentes (2003), a medida que se concentra la sal en el suelo aumenta, la presión osmótica también se incrementa, lo que implica que la planta debe realizar un empuje de succión más intenso para absorber agua en sus raíces.

En la tabla 3, se evidencia la influencia de la salinidad en el suelo y agua para el cultivo.

Tabla 3

Tolerancia y rendimiento dable del cultivo de papa influenciado tanto por la salinidad del suelo (CE_e) como la del agua de riego (CE_w).

Cultivo	100%		90%		75%		50%		0% (máximo)	
	CE _e	CE _w	CE _e	CE _w	CE _e	CE _w	CE _e	CE _w	CE _e	CE _w
Patata	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7

Nota. Fuente: Ayers y Wescot (1985), citados por la FAO (2006).

4.7.5. Condiciones para la siembra

- Temperatura

Según Parsons (2010), Para la germinación, se aconseja mantener una temperatura en el rango de 15 a 22°C. Las variedades andinas, por su parte, necesitan temperaturas que oscilen entre 14 y 18°C, siendo estas óptimas para el desarrollo de los tubérculos.

- Disponibilidad de agua

AGROBANCO (2012), indica que trata de una condición crítica. El cultivo de papa es altamente susceptible a la escasez de agua, por lo tanto, es esencial que el suelo cuente con estos recursos para garantizar un adecuado desarrollo y producción.

- Sanidad

AGROBANCO (2012), los terrenos destinados al cultivo de papa deben estar libres de enfermedades, tales como nematodos, roña, verruga y rizoctonia, garantizando así su productividad.

- Semilla

MIDAGRI (2020), menciona que las papas provenientes de semillas que poseen características genéticas, fisiológicas, sanitarias y físicas favorables muestran un desarrollo foliar robusto y un buen vigor. Estas plantas tienen una mayor capacidad para resistir o tolerar la presencia de plagas y enfermedades.

4.7.6. Descripción botánica

Según el CICA (2022), indica la descripción de la variedad QOYA CICA:

- Brotes

Presenta brotes vigorosos con una ramificación abundante y raíces de tono morado oscuro. Se caracteriza por mostrar dormancia apical.

- **La planta y el tallo**

La planta exhibe un hábito erecto, con un tallo pigmentado en verde abundante. Las alas del tallo tienen una textura ondulada.

- **La hoja**

La hoja está dividida en foliolos grandes, y el raquis de la hoja tiene una pigmentación moderada en la cara ventral, mientras que el dorso es completamente verde. En promedio, presenta alrededor de cinco pares de foliolos laterales. Las hojas muestran un tono verde pálido con venas de color amarillento.

- **La flor y baya**

La floración es de intensidad media, con un pedicelo matizado a lo largo y en la articulación. El cáliz tiene un cromatismo leve en verde y simetría regular. La corola tiene una forma rotácea de color violeta intenso. Los estambres son normales, y el pistilo carece de pigmentación. El estigma tiene una forma capitada. Se produce abundante polen viable y el estigma es receptivo, pero no se auto fecunda, por lo tanto, no genera bayas.

- **El tubérculo**

El tubérculo presenta un tono morado oscuro, con abundante pigmento morado justo debajo de la piel en la corteza. La pulpa del tubérculo es de color amarillo. Su forma es prolongada, con ojos ligeros y una piel lisa.

- **Clasificación de tubérculo**

La clasificación de la producción obtenida se puede hacer en los tamaños comerciales, según su peso son los siguientes:

Según Roman & Guillermo (2002), mencionan la clasificación de tubérculo según el tamaño grande o primera tubérculos de 113.5 gramos a más, tamaño mediano o segunda tubérculos

entre 85.13 gramos a 113.5 gramos, tamaño tercera tubérculos entre 85.13 a 56.75 gramos y 56.75 gramos a 28.38 gramos cuarta.

4.7.7. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de papa

4.7.7.1. Plagas

Según Perez & Forbes (2011), menciona las plagas mas importantes en la zona andina del Perú.

- Piki piki o pulguilla saltadora

El agente causal es *Epitrix spp.* El insecto en su etapa adulta es polífago, consumiendo diversas especies cultivadas, aunque muestra una preferencia notable por los cultivos de papa. Se caracteriza por realizar perforaciones pequeñas de 1 a 2 mm en los folíolos. Las larvas, al alimentarse de la cáscara del tubérculo, provocan minas superficiales que afectan la calidad comercial del mismo; La fase del cultivo en que afecta es en el desarrollo vegetativo.

- Lorito verde o Loro loro

El agente causal es la *Diabrotica sp.* Los adultos son polípagos, comen vorazmente los folíolos produciendo agujeros grandes e irregulares a veces ovados que pueden reducir hasta un 80% del área foliar. Larvas ocasionalmente dañan raíces, se introducen al alimentarse dejando heridas cicatrizadas. En infestaciones muy fuertes, ataca flores y vainas tiernas.

4.7.7.2. Enfermedades

Según Egusquiza (2000), las enfermedades más importantes son:

- Tizón tardío o Ranchar

El agente causal es la *Phytophthora infestans* es el factor desencadenante de enfermedades, cuyos síntomas en las hojas se manifiestan mediante manchas necróticas de tonalidades que varían desde marrón claro hasta marrón oscuro. En el tallo, hay manchas de tipo largo puede ser frágil,

mientras que en la papa destaca el color marrón con rojizo, siendo húmedo el exterior. Afectando desde fase emergencia y floración.

- **Roña y Verruga**

La roña, causada por *Spongospora subterranea*, no presenta síntomas en el follaje; el daño se manifiesta en los tubérculos mediante la formación de pústulas. Por otro lado, la verruga, ocasionada por el hongo *Sinchytrium endobioticum*, tampoco produce síntomas en el follaje.

4.8. Demanda hídrica en el cultivo de papa

Según lo señalado por Sood y Singh (2003), citados por la FAO (2012), se establece que la necesidad de la papa es 0.35 y 0.8 m³ de agua para generar un kilo en componente seco en tubérculos. En situaciones de cultivo en campo, esto se refleja en necesidades hídricas que oscilan entre 350 y 650 mm durante el periodo de crecimiento, los cuales están influenciados por las condiciones climáticas y la variedad de la planta.

Cabe resaltar que el requerimiento hídrico varía mucho dependiendo de factores como el clima, la variedad de la papa, lo que se evidencia en el estudio de Peña et al. (2019), quienes afirman que lo requerido varía de 259 a 800 mm, por lo cual los requerimientos hídricos se evidencian en la escasez cuando existe estrés por la falta de agua.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

5.1. Tipo de Investigación

El trabajo de investigación es de tipo descriptivo y experimental. Porque se describe los diferentes procesos y métodos para aplicar el riego deficitario. Es experimental ya que responde a objetivos e hipótesis específicos de donde se infiere nuevos conocimientos.

5.2. Ubicación del Campo Experimental

5.2.1. Ubicación espacial

La investigación se trabajó en las instalaciones del potrero C-2 del Centro Agronómico K'ayra de la facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC).

5.2.1.1. Condición climática

Tabla 4

Condición climática del Centro Agronómico K'ayra.

Condición climática (promedio)	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
Precipitación (mm)	0.03	0.73	0.04	0.95	1.63	5.73
Temperatura Max (°C)	22.75	23.31	23.57	24.03	21.28	21.18
Temperatura Min. (°C)	1.12	4.33	5.49	5.31	6.43	5.65
Humedad relativa (%)	72.32	68.91	67.92	63.95	69.81	72.63
Viento (m/s)	1.81	1.91	2.65	1.80	2.10	0.95

Nota. Los datos oscilan del 2022 al 2023. Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

5.2.2. Ubicación Geográfica

Altitud	: 3219 msnm.
Latitud	: 13° 34' 31'' S
Longitud	: 71° 54' 29'' W

5.2.3. Ubicación Hidrográfica

Cuenca	: Vilcanota
Subcuenca	: Huatanay
Microcuenca	: Huanacaure

5.2.4. Ubicación Política

Región	: Cusco
Provincia	: Cusco
Distrito	: San Jerónimo
Sector	: Centro Agronómico K'ayra

5.2.5. Ubicación ecológica

Según Holdridge (1967) el Centro Agronómico K'ayra, según clasificación está ubicado en la zona de vida natural denominada Bosque Húmedo Montano Sub-tropical, presenta una temperatura promedio de 12.46°C y una precipitación acumulada de 702.14 mm.

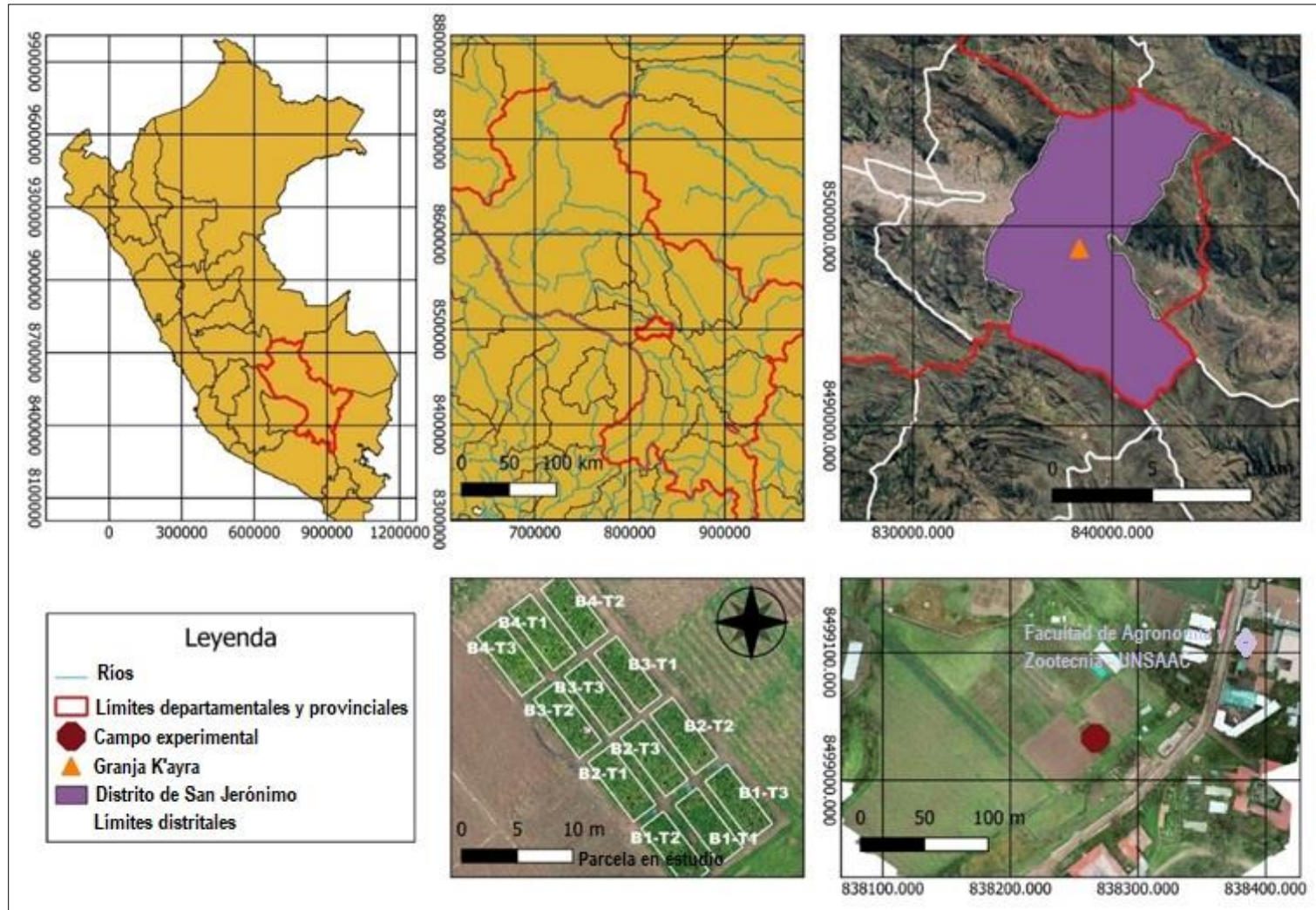
5.2.6. Ubicación estacional

El trabajo de investigación inició en el mes de julio del 2022 y terminó en el mes de enero del 2023.

A continuación, se aprecia en la figura 9 la ubicación geográfica temporal del experimento.

Figura 9

Ubicación geográfica del área de estudio.



5.2.7. *Historial del campo experimental*

En el ambiente ejecutado fue manejado mediante rotación de los siguientes cultivos y con la investigación previa:

Campaña 2020 - 2021: Sin cultivo

Campaña 2021 - 2022: Cultivo de cebada

Campaña 2022 - 2023: Cultivo de papa

5.2.8. *Muestreo del suelo*

El muestreo se realizó antes de la preparación del terreno.

5.3. Condiciones edafológicas y calidad de agua del campo experimental

a. Suelo (Análisis de fertilidad y análisis físico)

Para realizar el nivel de abonamiento recomendado y clase textural para el cultivo de papa, se realizó el respectivo análisis de suelo en el laboratorio de Química Agrícola “Valle Grande”-Lima.

b. Recurso hídrico

Se realizó la identificación de la captación del agua para la conducción del riego por goteo en la parcela y también se realizó la muestra para el respectivo análisis en laboratorio.

5.4. Materiales

5.4.1. *Materiales de campo*

Estacas de madera, cartel de identificación, cinta métrica, cordel, recipientes para prueba de uniformidad, saquillo, arpillera color negro, malla Raschell color verde de 80% de sombra, caja de Rizotron.

5.4.2. Materiales para riego

Electrobomba (1HP), cabezal principal, manómetro de 0 a 6 bar 1/4, tanque de agua Rotoplas 600 L, válvula PVC de ¾, filtro de discos ¾ 120 mesh, manguera de polietileno de 25 mm x 100 m, gotero autocompensado de 2 litros/hora, manguera polietileno de 16 mm, conector inicial, válvula ramal de 16 mm x 16 mm, Tee polietileno de 16 mm, codo polietileno de 16 mm y 25 mm x 25 mm, tapón polietileno de 16 mm y 25 mm, cinta teflón, Tee polietileno Esc. de 25 mm x 25 mm, enlace mixto de 25 mm x 3/4.

5.4.3. Equipos

Balanza de precisión, Mochila asperjadora de 15 litros, Anemómetro digital “Kestrel”, Pluviómetro “Taylor” de 5 mm, Higrómetro digital “HTC – 1”, Cámara fotográfica, Sensor de humedad “ML3 ThetaProbe”, Celular con cámara, Calculadora científica, modelo de olla Richards de 1600/ 5 bar y 1500/15 bar.

5.4.4. Herramientas

Pala, Pico, Lampa, Khituchi

5.4.5. Material de laboratorio

Agua destilada 1 galón, anillos blancos de plástico 95 unidades, papel filtro (5 láminas), muestra de suelo (3kg), pizeta 1 unidad.

5.4.6. Material biológico

Fue necesario el uso de 573 semillas de tubérculos de papa variedad QOYA CICA, que fueron obtenidas del Centro de Investigación de Cultivos Andinos (CICA) del Centro Agronómico K’ayra - UNSAAC, Distrito de San Jerónimo, Departamento del Cusco.

5.4.7. Insumos

Insecticida “Ciperklin 25” etiqueta amarilla, Superfosfato triple (46% de (P_2O_5)), Urea (46 % de N).

5.5. Metodología

5.5.1. Análisis de agua

Fue extraída una muestra directamente de la fuente de captación y se almacenó en una botella descartable de 2 litros. Además, se etiquetó adecuadamente y fue trasladada al laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas de la UNSAAC. Esta actividad se realizó el 02 de julio del 2022. El respectivo análisis duró 14 días, en el siguiente cuadro se detalla el análisis.

Tabla 5

Análisis de Agua fisicoquímico.

Parámetros	Unidades	Resultados
pH		7.80
C.E.	mmhos/cm	1.05
Dureza	ppm CaCo3	507.00
Calcio	ppm	158.08
Magnesio	ppm	23.92
Sodio	ppm	40.70
Potasio	ppm	6.50
Cloruros	ppm	67.90
Sulfatos	ppm	278.10
Bicarbonatos	ppm	251.60
Carbonatos	ppm	0
Hierro	ppm	0.6

Boro	ppm	0.047
Sales solubles total	ppm	871.52

Nota. Elaborado en base a los resultados del análisis de suelo del laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas de la UNSAAC.

Se observa en la tabla 5, los resultados de dicho análisis del agua: El pH fue 7.80 neutro lo que significa que es agua pura de calidad y apta para riego, la C.E. es 1.05 mmhos/cm. Significa que es bueno, por encontrarse en el rango de 1 a 2 mmhos/cm.

De acuerdo con Ayers & Westcot (1985) citados por la FAO (2006), aclaran que el cultivo de papa es tolerante a la salinidad, se observa en la tabla 3, donde indica que la C.E. de 1.05 mmhos/cm es bueno (ver tabla 3).

5.5.2. Extracción de muestras de suelo para la caracterización con micronutrientes disponibles

Para la determinación de dicho análisis Se realizó la extracción de la muestra según metodología de Lozano (2018), Mendoza & Espinoza (2017) que consistió en sacar muestras en zigzag en lugares distintos un total de 1 kg, extrayendo el suelo a una profundidad de 30 cm, por consiguiente, se mandó la muestra para el análisis de fertilidad del suelo y análisis físico al laboratorio de Química Agrícola “Valle Grande” – Lima, esta labor se realizó el 02 de julio del 2022.

Tabla 6

Resultado del análisis de suelo.

Componente	Resultados	Análisis de fertilidad		
		Interpretación	Método	Técnica
Materia orgánica	1.93 %	Moderadamente bajo	MES-007	Walkley y Black
Nitrógeno disponible	-----	-----	-----

Análisis de fertilidad				
Componente	Resultados	Interpretación	Método	Técnica
Fosforo disponible	17.30 ppm	bajo	MES-006	Olsen
Potasio	133.80 ppm	alto	MES-009	Acetato de Amonio
C.E. (E.S) a 25 °C	1.5 ds.m ⁻¹	bajo	MES-004	Electrométrico
pH. (1/1) a T° 25 °C	6.44	Ligeramente ácido	MES-005	Electrométrico
Textura				
Arena	28.67 %			
Limo	38.08 %			
Arcilla	33.25 %	Franco	MES-001	Bouyoucos
C.I.C.E	21.45 mEq / 100 g	arcilloso	MES-017	Cálculo matemático

Nota. En la tabla se muestra las abreviaturas: MES (método propio del laboratorio), C.I.C.E. (Capacidad de Intercambio Catiónico), C.E. (Conductividad eléctrica). Elaborado en asiento a los efectos del estudio de suelo del laboratorio de Química Agrícola “Valle grande”- Lima.

De acuerdo a la tabla 6, los resultados en cuanto a análisis de fertilidad se puede observar el elemento orgánico es moderadamente inferior a lo requerido, por hallarse entre 0 a 2 %, quiere decir que de cada 100 kg de superficie se notó 1.93 kg de M.O. y supone una concentración pobre de nitrógeno total; el contenido total de fósforo es bajo por encontrarse en el rango de 0 a 100 ppm, quiere decir que de un millón de kg suelo se encontró 17.30 kg de fósforo disponible. mientras el contenido de potasio es alto de 133.80 ppm, la conductividad eléctrica (CE) es igual a 1.5 ds.m⁻¹, El valor de pH fue 6.44 se trata de un suelo ligeramente ácido. El análisis de suelo presenta una textura de franco arcilloso y la capacidad de intercambio catiónico efectivo (C.I.C.E) fue de 21.45 mEq / 100 g.

Las características químicas del suelo son apropiadas para el cultivo de la papa, tal como mencionan Undurraga & Hirzel (2011) citados por Mendez & Meier.

5.5.3. Determinación de los parámetros hídricos del suelo con el uso de la Olla Richards

5.5.3.1. Extracción de muestras de suelo

Una vez diseñado el mapa del área experimental, se demarcó con yeso el diseño con la ayuda de estacas, cordel y wincha. Dicha labor se realizó el 05 de julio del 2022.

Se realizó un muestreo según metodología de Lozano (2018), Mendoza & Espinoza (2017) que consistió en realizar un muestreo de suelo compuesto aleatorio, constando este de tres submuestras (3 alícuotas) por cada unidad experimental en forma zigzag a una profundidad de 30 cm, en corte “V”, se hizo un hueco de “V” con la pala y se extirpó una capa de 2 a 3 cm. Posteriormente las submuestras fueron mezcladas, obteniendo una muestra compuesta por cada unidad experimental.

Luego se llevó las muestras al laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía y zootecnia, lugar donde se encuentra instalado el equipo de la olla Richards.

5.5.3.2. Manejo de las muestras en laboratorio

Las muestras de suelo de cada unidad experimental fueron clasificadas de acuerdo a los tratamientos (T1, T2, y T3) que corresponda a cada unidad experimental. Por lo tanto, los análisis posteriores se hicieron en tres muestras compuestas de suelo.

Asimismo, en un tamiz número 10 se procedió a tamizar en un diámetro de 2 mm y luego se hizo secado de la muestra. Las muestras se pusieron en cilindro de plástico.

En la figura 10, se muestra el procedimiento del tamizado de la muestra del suelo.

Figura 10

Manejo de muestras de suelo.



Luego, se procedió a trabajar en la olla Richards tomando en cuenta el siguiente procedimiento:

- Se humedeció con agua destilada con la ayuda de una pizeta las placas de 1, 3 bar en la olla Richards modelo 1600/5 bar por 24 horas y las placas de 5,15 bar en la olla Richards modelo 1500/15 bar. por 24 horas.

En la figura 11, se observa el equipo de la olla Richards con placas humedecidas.

Figura 11

Determinación de pF.



- De cada muestra compuesta de suelo correspondiente a un tratamiento (T1, T2 y T3) se extrajo 10 gr de suelo para cada anillo, generando 4 anillos de suelo por tratamiento, de tal manera que se obtuvo 84 anillos de suelo para análisis. poniendo como base el papel filtro con el anillo blanco.

En la figura 12, se ve el procedimiento de la colocación de modelos de suelo en las placas respectivas.

Figura 12

Distribución de muestras en las placas de cerámica.



- Luego, se colocó los anillos con suelo a 0.0, 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 3.0 bar en la olla modelo 1600/5 bar a 5.0, 7.0, 10.0 y 15 bar en la olla modelo 1500/15 bar. respectivamente por 72 horas.

En la figura 13, se observa la calibración a 0.5 bar en la olla modelo 1600/5 bar. y para la olla d modelo 1500/15 bar. se calibró a 5.0 bar.

Figura 13

Calibración de la olla Richards.



- Después de 72 horas se puso la olla en cero y se destapó la olla, se sacó las muestras correspondientes y se realizó el peso húmedo.

En la figura 14, se aprecia el pesaje de las muestras de suelo húmedo después de 72 horas a presión.

Figura 14

Peso de las muestras en base húmeda.



Nota. Los datos obtenidos a 0.5 bar se utilizó para determinar la Capacidad de Campo y los datos obtenidos a 15 bar se utilizó para determinar el Punto de Marchitez Permanente.

- Finalmente llevar al horno a 105°C durante 24 horas y pesar el peso seco.

En la figura 15, se ve el secado de los ejemplares de suelo en el horno después de 24 horas se realizó el pesaje respectivo.

Figura 15

Peso de muestras en base seca.



Nota. En la figura del lado derecho externo, se aprecia el peso de suelo seco a 105°C después de haber sido sometido a una presión en la olla Richards. Por otra parte, se realizó el pesaje de la muestra de suelo seco para el cálculo de la densidad aparente en gr/cm^3 (dicha muestra no fue sometida en la olla Richards).

El equipo de la olla Richards permite obtener los siguientes parámetros hídricos:

- Curva característica suelo – agua (Soil – Water Characteristic Curve (SWCC))
- Capacidad de campo (CC)
- Punto de marchitez permanente (PMP)
- Densidad aparente (Da)

5.5.4. Determinación de la Demanda Hídrica

La papa se cultivó usando el método del tanque clase A. Asimismo, se necesitó saber los valores de agua aprovechable en el suelo, estos datos como curva característica suelo – agua (SWCC), Capacidad de Campo (CC), Punto de Marchitez Permanente (PMP), densidad aparente (Da) y la profundidad radicular (las mediciones se realizaron en las tres cajas de rizotron del T1, T2 y T3 ubicado en el bloque I), ayudaron a comprender y realizar los datos planteados.

Mientras que el dato de SWCC, el uso sensor de humedad ayudó a comprender cómo el agua utilizable en el suelo afecta en el crecimiento y el rendimiento en el T1 que fue el 100%, T2 fue el 75% y el T3 fue el 50% de reposición de lámina de agua.

Por lo tanto, el cálculo de agua para cada lámina se hizo de acuerdo al Kc del cultivo, que se tomó como referencia del boletín FAO 56, para ello se utilizó el dato del Kc inicial, Kc medio y Kc final. Para realizar el cálculo del riego diariamente se realizó la fenología del cultivo de papa variedad QOYA CICA.

La ETC se calculó diariamente y se determinaron por los siguientes procesos:

5.5.5. Monitoreo de la evapotranspiración

5.5.5.1. Instalación del tanque clase A/ Monitoreo de evapotranspiración del cultivo

El método del tanque evaporímetro se maneja para medir la evapotranspiración en campos agrícolas. Este método se basa en el uso de un tanque clase A, que es un tanque lleno de agua cerca al campo de cultivo, que durante el día se ve afectado por la radiación solar, el viento, la temperatura y la humedad. El agua se evapora desde el tanque y se transpira desde las hojas de la planta. Asimismo, se tiene dos casos del tanque (Caso A y Caso B). Es necesario resguardar el

tanque mediante una malla de seguridad con el fin de prevenir cualquier tipo de alteración, como el ingreso de animales, aves, etc.

En la programación del riego localizado por goteo, se situó el Tanque Clase A junto al área experimental.

Figura 16

Tanque de clase A de evaporación.



5.5.5.2. Uso del tanque evaporímetro clase A

Se realizó la lectura del tanque clase A diariamente cada 24 horas a las 8:00 am.

Seguidamente se hace la lectura de los siguientes datos meteorológicos:

- **Humedad relativa (%)**

La lectura día a día se tomó por medio del higrómetro a las 8:30 am, en la cual se trabajó en la planilla de riego.

- **Velocidad del viento (m/s)**

La velocidad del viento se midió con el anemómetro una vez al día a las 8:30 de la mañana, a una altura de 1.60 m.

5.5.5.3. Determinación del Kp del tanque clase A

Con la humedad relativa (%), velocidad del viento (m/s) y la distancia del barlovento, se determinó el Kp según la tabla:

Tabla 7

Determinación del tanque clase A.

Tanque clase A	Caso A: Tanque situado en una superficie cultivada				Caso B: Tanque situado en un suelo desnudo			
	Distancia del cultivo a barlovento (m)	Baja <40	Media 40-70	Alta >70	Distancia del barbecho a barlovento (m)	Baja <40	Media 40-70	Alta >70
Baja <2	1	,55	,65	,75	1	,7	,8	,85
	10	,65	,75	,85	10	,6	,7	,8
	100	,7	,8	,85	100	,55	,65	,75
	1 000	,75	,85	,85	1 000	,5	,6	,7
Moderada 2-5	1	,5	,6	,65	1	,65	,75	,8
	10	,6	,7	,75	10	,55	,65	,7
	100	,65	,75	,8	100	,5	,6	,65
	1 000	,7	,8	,8	1 000	,45	,55	,6
Alta 5-8	1	,45	,5	,6	1	,6	,65	,7
	10	,55	,6	,65	10	,5	,55	,65
	100	,6	,65	,7	100	,45	,5	,6
	1 000	,65	,7	,75	1 000	,4	,45	,55
Muy alta >8	1	,4	,45	,5	1	,5	,6	,65
	10	,45	,55	,6	10	,45	,5	,55
	100	,5	,6	,65	100	,4	,45	,5
	1 000	,55	,6	,65	1 000	,35	,4	,45

Nota. La tabla muestra el rango de humedad relativa y velocidad del viento para obtener los datos del Kp. Fuente: FAO (2006).

Fue utilizado el caso A, en el presente estudio. Para el 24 de agosto del 2022 la velocidad del viento fue 0.00 m/s y la humedad relativa fue 64.10% y la distancia a considerar es de 10 m. Teniendo la tabla del Kp obtenida del boletín FAO 56 se tiene el Kp 0.75.

5.5.6. Planteamiento del diseño agronómico

El planteamiento del diseño agronómico para el cultivo de papa con la curva de retención de humedad, implica determinar los parámetros hídricos con la olla Richards en función del suelo que fueron necesarios para comprender las necesidades de agua del cultivo y garantizar un buen funcionamiento del sistema de riego en base a un caudal definido.

El diseño agronómico se basó en regar el cultivo de papa intrínsecamente en los rangos de humedad, considerando la reposición de las láminas de agua, es decir, para el T1 (100% la normal como testigo), T2 (75% déficit leve) y T3 (50 % mínima cantidad de aplicación de agua), también se consideró al factor de secamiento y el Kc del cultivo. Para implementar este diseño, se utilizó equipo de medición como el sensor de humedad del suelo. Además, se utilizó el equipo de Dron con la finalidad de observar si existía alguna enfermedad o plaga en las plantas a través de una imagen multiespectral, también ayudó en la verificación de malezas en la parcela y la verificación de riego cuando la planta no recibe agua lo que se le aplica (obstrucción de algún emisor).

5.5.7. Cálculo de la lámina neta

Para determinar la lámina neta de riego mediante cálculos se deberá de conocer algunos parámetros hídricos del suelo como: Capacidad de Campo (CC %), Punto de Marchitez Permanente (PMP%), densidad aparente (D_a gr/cm^3) y los parámetros del cultivo de papa a considerar son: factor de secamiento (f) adimensional siempre menor a 1 y profundidad efectiva radicular (z).

a. Lámina neta inicial o riego por machaco

Aplicando la ecuación 6:

$$Ln_{inicial} = \left(\frac{CC - PMP}{10} \right) * Da * z$$
$$Ln_{inicial} = \left(\frac{34.6 \% - 19.67 \%}{10} \right) * 1.45 \text{ g/cm}^3 * 40 \text{ cm}$$

$$Ln_{inicial} = 86.59 \text{ mm/cm de suelo}$$

Para el cálculo de la lámina neta para riego por machaco se efectuó tres días antes de la siembra, posteriormente se controló el riego con tres tensiómetros que ayudaron a controlar la humedad en el suelo para la emergencia del tubérculo. La profundidad radicular se consideró según boletín FAO 56.

b. Lámina para riego de mantenimiento

Se incluye al factor de secamiento (f), siendo variable para el cultivo. La lámina de aplicación para el inicio de la evaluación del 100%, 75% y 50% de reposición de lámina de agua se consideró el porcentaje de emergencia del 50% + 1 del cultivo.

- Lámina neta inicial

Para el cálculo de la lámina neta inicial se consideró el tamaño de la profundidad radicular que fue evaluada durante 6 veces en todo el ciclo de la papa, con la finalidad de realizar el riego más eficiente.

Aplicando la operación 6:

$$Ln = \left(\frac{CC - PMP}{10} \right) * Da * z$$

Con la profundidad radicular de 9 cm, se calculó para el primer día de riego.

$$Ln = \left(\frac{34.6 \% - 19.67 \%}{10} \right) * 1.45 \text{ g/cm}^3 * 9 \text{ cm}$$

$$Ln_{inicial} = 19.48 \text{ mm/cm de suelo}$$

Posteriormente esta lámina es convertida a unidades volumétricas de agua utilizando la relación:

$$\begin{array}{l}
 1 \text{ mm} \dots\dots\dots 10 \text{ m}^3/\text{ha} \\
 19.48 \text{ mm} \dots\dots\dots X \\
 X = 194.8 \text{ m}^3/\text{ha}
 \end{array}$$

194.8 m³/ha este valor dimensionamos para los 216 m² del área neta experimental donde se tiene:

$$\begin{array}{l}
 194.8 \text{ m}^3 \dots\dots\dots 10,000 \text{ m}^2 \\
 X \dots\dots\dots 216 \text{ m}^2 \\
 X = 4.21 \text{ m}^3
 \end{array}$$

4.21 m³ es el volumen de agua que se acumula en 9 cm de profundidad en un área de 216 m² de superficie que equivale al área neta experimental del riego, la absorción radicular se encuentra en disponibilidad del cultivo de papa. Esta lámina la designaremos como lámina neta inicial para términos de cálculo en la planilla de manejo de riego.

- Lámina neta final

Esta lámina se encarga de reponer el agua en el suelo, siendo la humedad de reposición una fracción de lámina de riego y se puede describir como la cantidad de humedad necesaria para restituir el agua consumida por un cultivo en un periodo de tiempo.

Aplicando la ecuación 7:

$$\begin{aligned}
 Ln &= \left(\frac{CC - PMP}{10} \right) * Da * z \text{ cm} * f \\
 Ln &= \left(\frac{34.6\% - 19.67\%}{10} \right) * 1.45 \text{ g/cm}^3 * 9 \text{ cm} * 0.35 \\
 Ln &= 6.82 \text{ mm/cm de suelo}
 \end{aligned}$$

$$Ln_{final} = 19.48 \text{ mm/cm de suelo} - 6.82 \text{ mm/cm de suelo}$$

$$Ln_{final} = 12.66 \text{ mm/cm de suelo}$$

12.66 mm/cm de suelo, significa que es lo mínimo de agua que tiene que haber en el suelo a una profundidad de 9 cm de suelo.

La información obtenida tanto en la lámina neta inicial como la lámina neta final son tomados como ejemplo para los días que se calculan con 9 cm de profundidad radicular, de riego con 100%, 75% y 50% de reposición de lámina de agua, lo cual se consideró una profundidad radicular de 9 cm, y para las demás profundidades de raíz se muestran estos datos en el anexo G (planilla de riego).

5.5.8. Cálculo del tiempo de riego

El tiempo de riego (TR), se dedujo considerando la relación que existe de la ETc (Nt) entre la precipitación horaria (PH).

a. Precipitación horaria (PH)

Referida al volumen de agua suministrada por unidad de tiempo por medio de un sistema de riego por goteo. La unidad de medida se expresa en milímetros por hora (mm/hr) e indica la cantidad de aplicación de agua durante un período de una hora, se calculó considerando los aspectos del sistema de riego por goteo instalado (caudal y espaciamiento de los emisores, así como las líneas laterales).

Aplicando la ecuación **8**:

$$PH = \left(\frac{q \text{ emisor}}{Ee * El} \right)$$

Donde:

q = Litros/ hora, expresión del caudal de emisor.

Ee = Expresado en m, referida al espacio entre emisores.

El = Expresión en m. referida al espacio entre laterales.

* = Representa la multiplicación.

$$PH = \left(\frac{2 \text{ l/h}}{0.40 \text{ m} * 1.00 \text{ m}} \right)$$

$$PH = 5.00 \text{ mm/hr}$$

b. Tiempo de riego (TR)

Se refiere a la duración de tiempo durante la cual se suministra agua, por medio de una técnica de riego por goteo. Es el período de tiempo en el que los emisores o goteros están activos, liberando agua de manera controlada y uniforme al suelo, se calculó el tiempo de riego teniendo en cuenta el caudal (l/h) de los goteros que fue de 2 l/h.

Aplicando la ecuación 9:

$$TR = \left(\frac{\text{Lámina a aplicar mm/día}}{PH \text{ mm/hr}} \right)$$

Donde:

TR = periodo de tiempo para el riego en días y horas

L = aplicación de la lámina en mm por día

PH = Precipitación horaria, en mm/hora

* = Representa la multiplicación.

$$TR = \left(\frac{4.61 \text{ mm/día}}{5.00 \text{ mm/hr}} \right) * 60$$

$$TR = \left(\frac{4.61 \text{ mm/día}}{5.00 \text{ hr}} \right) * 60 = 55.32 \text{ minutos}$$

El tiempo de riego para el 27 de agosto del 2022 fue 55.32 minutos para la lámina de reposición de 100%.

5.5.9. Cálculo de la Evapotranspiración de referencia (ET_o) diaria

Para los cálculos correspondientes, se realizó la lectura diaria con el taque A, estableciendo diariamente la ET_c, es decir lo consumido al día en el cultivo de papa. A continuación, se puntualiza los procesos para el cálculo:

5.5.10. Evapotranspiración de referencia (ET_o)- cálculo

Para la determinación del cálculo (ET_o), hay dos formas de realizar a través del tanque clase A y el software Cropwat 8.0. Este cálculo se realizó por medio del Tanque A, donde primero se debe tener en cuenta la tabla 12; para ello se tiene que tener los datos como la velocidad del viento (m/s), distancia al barlovento, humedad relativa y el resultado es multiplicado por la acción evaporativa del tanque clase A. A continuación, se detalla el cálculo:

Aplicando la ecuación (1)

$$ET_o = E_v * K_p$$

Donde:

ET_o = mm/día de evapotranspiración de referencia

E_v = mm/día en razón del tanque

K_p = Coeficiente del tanque.

* = Representa la multiplicación.

$$ET_o = 4.36 \text{ mm/día} * 0.75$$

$$\mathbf{ET_o = 3.27 \text{ mm/día}}$$

Por lo cual, la ET_o para el 24 de agosto del 2022 es de 3.27 mm/día para lámina de reposición de 100%.

5.5.11. Cálculo de coeficiente del cultivo (Kc)

El Kc del cultivo es un factor del cultivo, El cual varía según el estado fenológico del cultivo y se puede obtener a través de tablas y gráficos de referencia como los publicados por la FAO. Asimismo, para los datos de Kc de la papa, se tomó referencia del boletín FAO 56 y tiene valores como Kc inicial: 0.5, Kc medio: 1.15 y Kc final: 0.75.

Tabla 8

Etapas del desarrollo del cultivo de papa.

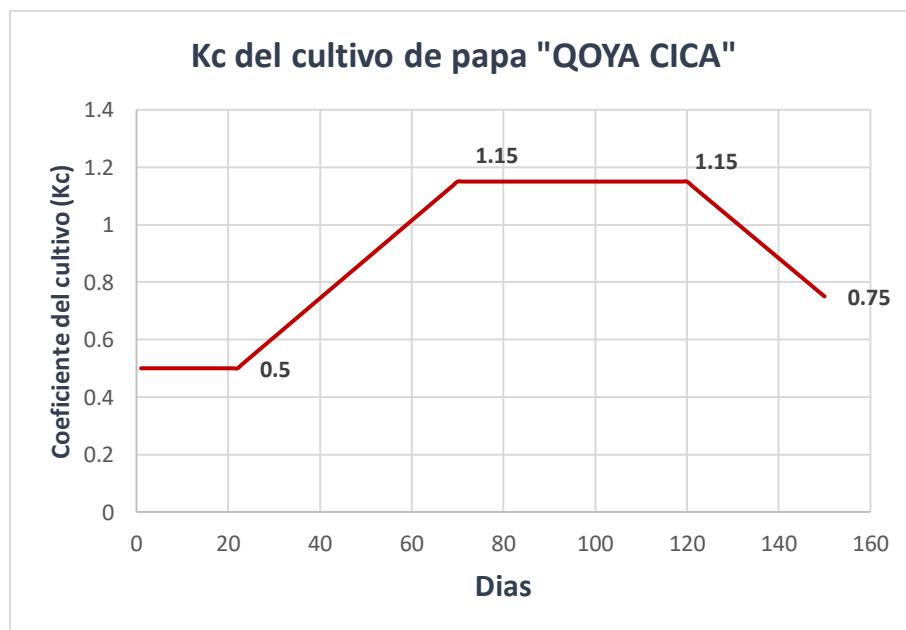
Fases del cultivo		Días	Kc	
I	Etapa inicial	Emergencia	22	0,5
II	Etapa de desarrollo del cultivo	Floración y tuberización	48	
III	Etapa de mediados del desarrollo	Tuberización y senescencia	50	1,15
IV	Etapa final	Maduración completa	30	0,75

Nota. Adaptado de FAO (2006) & CICA (2022).

En la siguiente figura 17 se aprecia la curva de Kc para la variedad QOYA CICA de papa.

Figura 17

Curva de Kc del cultivo de papa.



5.5.12. Cálculo de evapotranspiración del cultivo (ETc)

La evapotranspiración del cultivo (ETc) se determina como la combinación de dos procesos que es la evaporación desde el suelo y transpiración desde las plantas. Existen diferentes métodos para valorar la ETc, así como, el cálculo directo con lisímetros de pesada, pero el de más prestigio es el método de referencia de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).

Este cálculo fue realizado utilizando la información respecto a la evaporación del Tanque Clase A y el Kc, para ello se utilizó la siguiente ecuación:

Aplicando la ecuación 2:

$$ETc = ETo * Kc$$

Donde:

ETc = Evapotranspiración del cultivo, en mm/día.

Kc = Coeficiente del cultivo.

ETo = Evapotranspiración del cultivo de referencia, en mm/día.

* = Representa la multiplicación.

Asumiendo que la ETo fue 3.27 mm/día en función al 24 de agosto, de esta manera se continuó el cálculo diario en el cultivo de la papa, con conocimiento que el Kc es 0.50 el mismo día.

$$ETc = 3.27 \text{ mm/día} * 0.50$$

$$ETc = 1.64 \text{ mm/día}$$

La evapotranspiración del cultivo es 1.64 mm/día para el día 24 de agosto para la lámina de reposición de 100% continuando así el cálculo de la ETc diaria, en la planilla de riego, hasta la cosecha del cultivo de papa.

5.5.13. Cálculo de la precipitación efectiva (Pe)

Tabla 9

Cálculo de precipitación efectiva (Pe) para el cultivo de papa del 2022.

Año	Días	Mes	PP Bruta (mm)	PP Efectiva (mm) Mensual
2022	8	Agosto	1.6	0.00
2022	30	Septiembre	21.9	12.83
2022	31	Octubre	1.20	0.00
2022	30	Noviembre	27.50	17.25
2022	30	Diciembre	40.70	12.46
Total			92.90	42.54

Nota. Esta tabla muestra la precipitación bruta que se midió en toda la campaña del cultivo de papa y se calculó la precipitación efectiva diaria (los días que había precipitación). Estos datos fueron comparados con los datos de la Estación Meteorológica K'ayra 2022.

En la tabla 9, se muestra los datos de la precipitación, se tiene la precipitación bruta total de 92.90 mm mientras que la precipitación efectiva mensual total fue de 42.54 mm.

La precipitación efectiva diaria presentada en la investigación, se consideró desde el momento de la aplicación de las láminas de reposición de agua, desde el 24 de agosto del 2022 hasta el 30 de diciembre del 2022 donde el valor total es igual a 42.54 mm y fue menor a 75 mm mensual.

Se calculó la precipitación efectiva aplicando la siguiente formula, considerando que la precipitación bruta fue mayor a 5mm:

$$Pe = 0,75 \text{ (lluvia caída)}$$

$$Pe = 0.75 \text{ (6.30 mm)}$$

$$\mathbf{Pe = 4.73 \text{ mm}}$$

La precipitación bruta del 15 de septiembre del 2022 fue de 6.30 mm, reemplazando los datos en la ecuación de la precipitación efectiva diaria sería 4.73 mm.

La precipitación efectiva diaria se muestra en el anexo H (planilla de riego).

5.5.14. Reposición de agua de riego

a. Necesidades netas (Nn)

Es el cálculo entre la diferencia de la evapotranspiración del cultivo con la diferencia del efecto de la precipitación efectiva.

Aplicando la ecuación 3:

$$Nn = ETc - Pe$$

De lo expresado en:

Nn = Necesidades netas, en mm.

ETc = Evapotranspiración del cultivo, en mm.

Pe = Precipitación efectiva, en mm

$$Nn = 17.22 \text{ mm} - 4.73 \text{ mm}$$

$$\mathbf{Nn = 12.49 \text{ mm}}$$

La ETc para el 19 de septiembre del 2022 fue de 17.22 mm, reemplazando los datos en la ecuación 3, las necesidades netas serían para ese día 12.49 mm para la lámina de reposición de 100%.

b. Necesidades totales (Nt)

Calculada entre la necesidad neta con la eficiencia en la aplicación en forma de porcentaje.

Aplicando la ecuación 4:

$$Nt = \frac{Nn}{Ea}$$

Expresado en:

N_t = Necesidades totales, en mm.

N_n = Necesidades neta, en mm.

E_a = Eficiencia de aplicación, en %.

$$N_t = \frac{12.49 \text{ mm}}{0.95}$$

$$N_t = 13.14 \text{ mm}$$

El día 19 de septiembre del año 2022, se halló que las necesidades totales fue 13.14 mm para la lámina de reposición de 100%, siguiendo así el cálculo en la planilla de riego, hasta la cosecha del cultivo de papa.

5.5.15. Cálculo del porcentaje de lámina

a. Reposición de lámina de agua al 100%

La reposición de lámina de agua al 100% se realizó el siguiente calculo:

Asumiendo que la E_{To} del día 24 de agosto es 3.27 mm, será considerada la E_{Tc} del 100% de reposición de lámina de agua. Se tiene la ecuación 2:

$$E_{Tc} = E_{To} * K_c$$

$$E_{Tc} = 3.27 * 0.50$$

$$E_{Tc} = 1.64 \text{ mm/día}$$

b. Reposición de lámina de agua al 75%

Para la reposición de lámina de agua al 75% se realizó el siguiente calculo:

Asumiendo que la E_{Tc} del día 24 de agosto es 1.64 mm es el 100% de reposición de lámina de agua, donde:

$$1.64 \text{ mm} \dots\dots\dots 100\%$$

X 75 %

$$X = 1.23 \text{ mm}$$

1.23 mm significa que es el 75 % de reposición de lámina de agua.

c. Reposición de lámina de agua al 50%

Para la reposición de lámina de agua al 50 % se realizó el siguiente calculo:

Asumiendo que la ETc del día 24 de agosto es 1.64 mm es el 100% de reposición de lámina de agua, donde:

1.64 mm 100%

X 50 %

$$X = 0.82 \text{ mm}$$

0.82 mm significa que es el 50 % de reposición de lámina de agua.

➤ **Uso de la planilla de riego**

- Para la determinar el coeficiente del tanque (Kp), fue usada la tabla 7, con coeficientes referidos al tanque evaporímetro, gracias a los datos meteorológicos como la humedad relativa (HR) y de la velocidad del viento.
- El coeficiente del Kp se multiplicó por la evaporación que fue medida diariamente, obtenida del tanque evaporímetro (Ev), para determinar la ETo.
- La ETo se multiplicó por el Kc del cultivo diario de papa, elaborado y adaptado para el trabajo, y seguidamente se determinó la ETc diaria del cultivo.
- En la planilla, la ETc se emplea como irrigación necesaria, que se divide por la eficiencia de riego, la cual es de 95% para determinar el riego a aplicar. Al presentase lluvias, se realizó la diferencia de la ETc y la Pe diaria para el cálculo de las necesidades netas.

de profundidad que fueron colocados en el bloque I de cada unidad experimental, es decir; en el tratamiento (T1, T2, y T3) respectivamente, dicha evaluación se realizó antes de aplicar las láminas de agua en el cultivo.

5.6.1.1. Instalación de los tensiómetros

Para la instalación de los tensiómetros se realizó el 01 de agosto del 2022, este instrumento se utilizó antes de la aplicación de la lámina de reposición. Una vez emergido más del 50 % + 1 del cultivo, después se retiró los 3 tensiómetros del experimento y se procedió aplicar los porcentajes de lámina de reposición el 24 de agosto del 2022 para luego realizar al día siguiente que fue el 25 de agosto del 2022 con la medición con el sensor de humedad del suelo. El uso de los tensiómetros ayudó para el momento del riego y saber cuándo regar, antes de la aplicación de los porcentajes de reposición de lámina de agua.

Figura 19

Instalación de tensiómetros.



5.6.2. Sensor de humedad

La humedad se midió a 30 cm de profundidad diariamente, se usó muestreos aleatorios, con seis plantas de cada unidad de experimental. De esta manera se evaluó 72 puntos dentro del área experimental diariamente.

Figura 20

Medición de humedad del suelo con el Sensor de humedad “ML3 ThetaProbe”.



5.7. Modelo Estadístico

En el presente estudio se empleó el diseño de bloques completos al azar DBCA, con 3 tratamientos de reposición de lámina de agua (100%, 75% y 50%) y con cuatro repeticiones siendo en total doce unidades experimentales, se consideró calles entre bloques. Estos tratamientos fueron asignados aleatoriamente (los tratamientos con sus respectivas láminas de agua).

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$y_{ij} = \mu_{ij} + t_i + \beta_j + e_{ij}$$

Donde y_{ij} es la observación del tratamiento i -ésimo en la repetición j -ésima, μ_{ij} es el promedio general de la variable bajo estudio y, t_i efecto correspondiente al i -ésimo tratamiento, β_j consecuencia correspondiente al bloque j -ésima, e_{ij} es el error aleatorio normal asociado a cada observación.

Seguidamente, se explica la asignación de parcelas, denominadas como tratamiento 1 (T1), tratamiento 2 (T2) y tratamiento 3 (T3).

- T1: 100% de reposición de lámina de agua, la normal como testigo.
- T2: 75% de reposición de lámina de agua, como déficit leve, propuesto por Figueredo (2018).
- T3: 50% de reposición de lámina de agua, la mínima cantidad de aplicación de agua, propuesto por Peña (2019).

5.7.1. Análisis de varianza

Para el estudio de los resultados se manejó análisis de varianza (ANVA) según el diseño para las diferentes variables de las características agronómicas y de rendimiento. Para la comparación de medias se manejó la prueba Tukey al 95% de confianza.

5.7.2. Análisis de regresión y correlación

En la presente investigación se determinó la velocidad de crecimiento de las raíces en función a los días de crecimiento en las diferentes fases fenológicas de manera independiente para cada tratamiento.

Para el análisis se consideró los días de crecimiento como variable independiente y el crecimiento radicular como variable dependiente.

El modelo estadístico del análisis de regresión lineal simple tiene la siguiente forma:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X$$

Donde:

$$b_0 = \bar{Y} - b_1\bar{X}$$
$$b_1 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum(X_i - \bar{X})^2}$$

5.7.3. Características del campo experimental

Tabla 10

Características del campo experimental.

Características de la unidad experimental	
N° de tubérculos / parcela	573
N° de surcos	3
Ancho de unidad experimental	3 m
Largo de unidad experimental	6 m
Distancia entre surcos	1 m
Distancia entre plantas	0.40 m
N° de plantas evaluadas /unidad experimental	10
Área neta de parcela	216 m ²
Forma de la parcela	Rectangular
<u>Características</u>	
N° de unidades experimentales	12
N° de tratamientos	3
N° de repeticiones	4
Área total del experimento	472 m ²
Largo del ensayo	31.50 m
Ancho del ensayo	15 m
Distancia entre repeticiones	1.5 m

5.7.4. Croquis del campo experimental

Figura 21

Disposición del campo experimental.

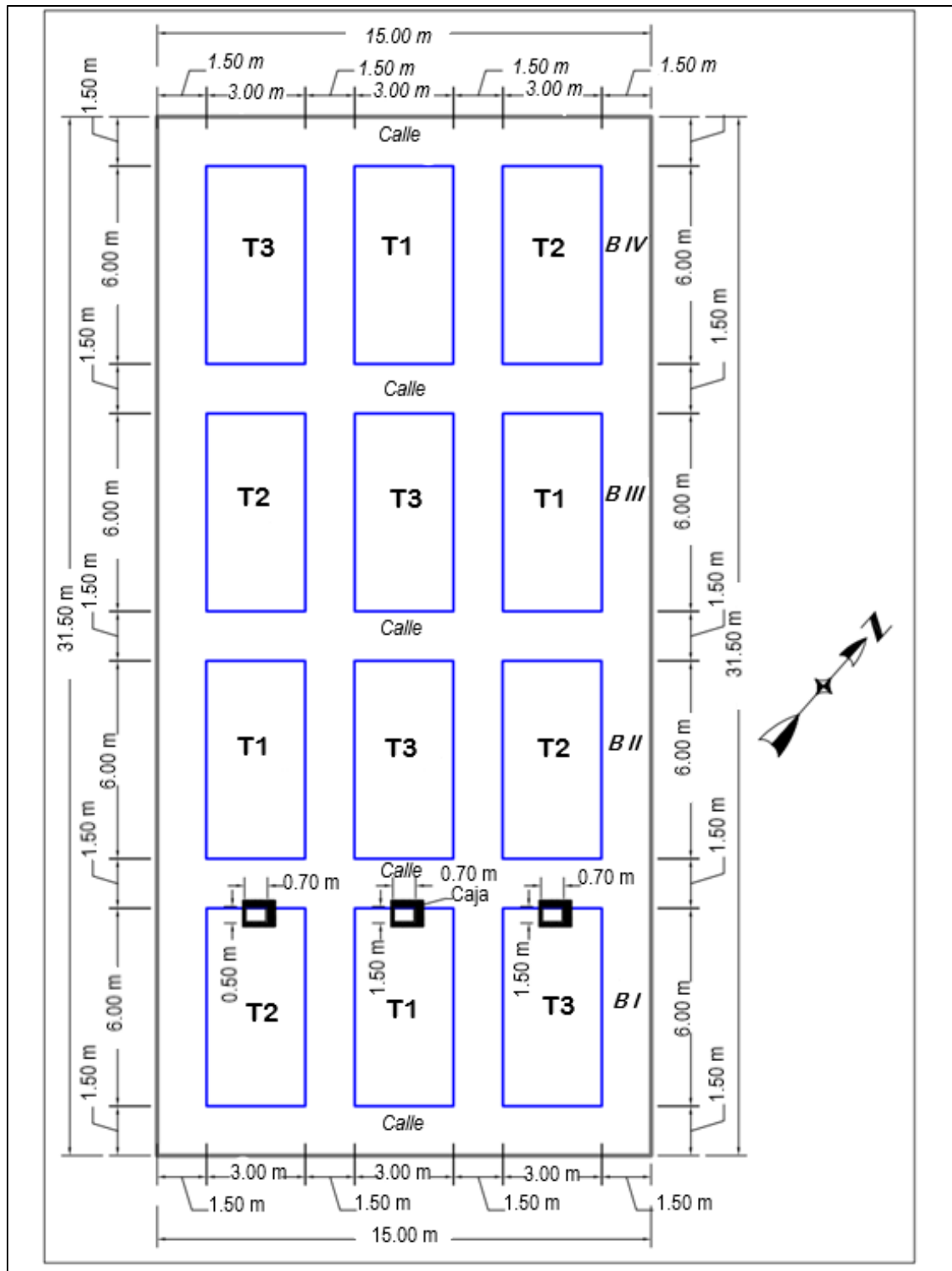
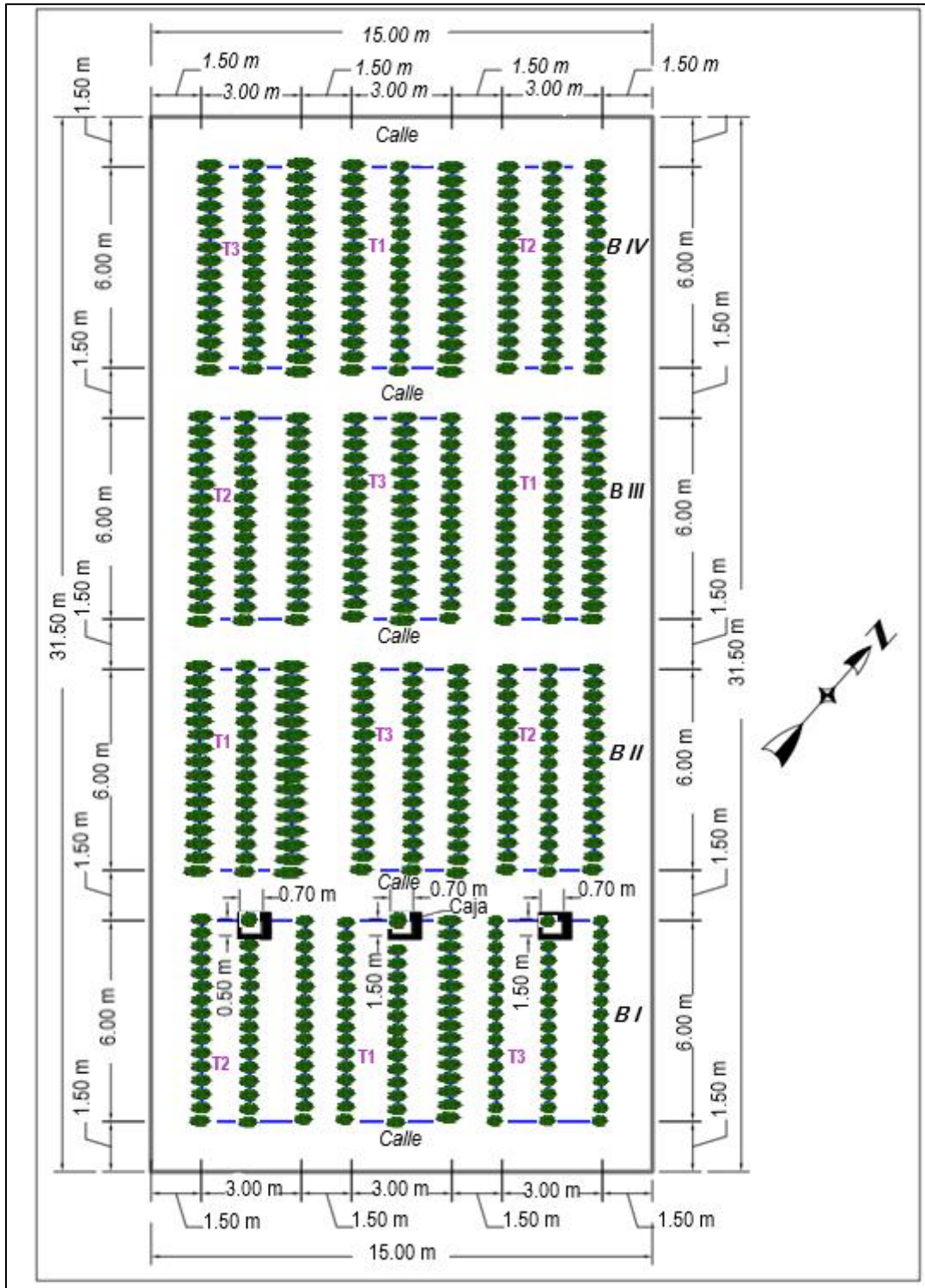


Figura 22

Sistema de plantación del cultivo de papa.



5.8. Variables

5.8.1. Variables dependientes

- Características agronómicas del cultivo de papa como: días de emergencia, altura de planta, plena floración, senescencia, profundidad radicular donde sus indicadores son en cm.
- Contenido de humedad del suelo a diferentes tensiones de agua (kPa).
- Demanda hídrica del cultivo en función de los niveles de riego deficitario y los parámetros hídricos del suelo, donde sus indicadores son ETc (mm/día).
- Rendimiento: número de tubérculos por planta, peso de tubérculos por planta, rendimiento total, rendimiento por categoría comercial (primera, segunda y tercera) del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad QOYA CICA en función de la disponibilidad de agua en el suelo, donde sus indicadores son en kg y t/ha.

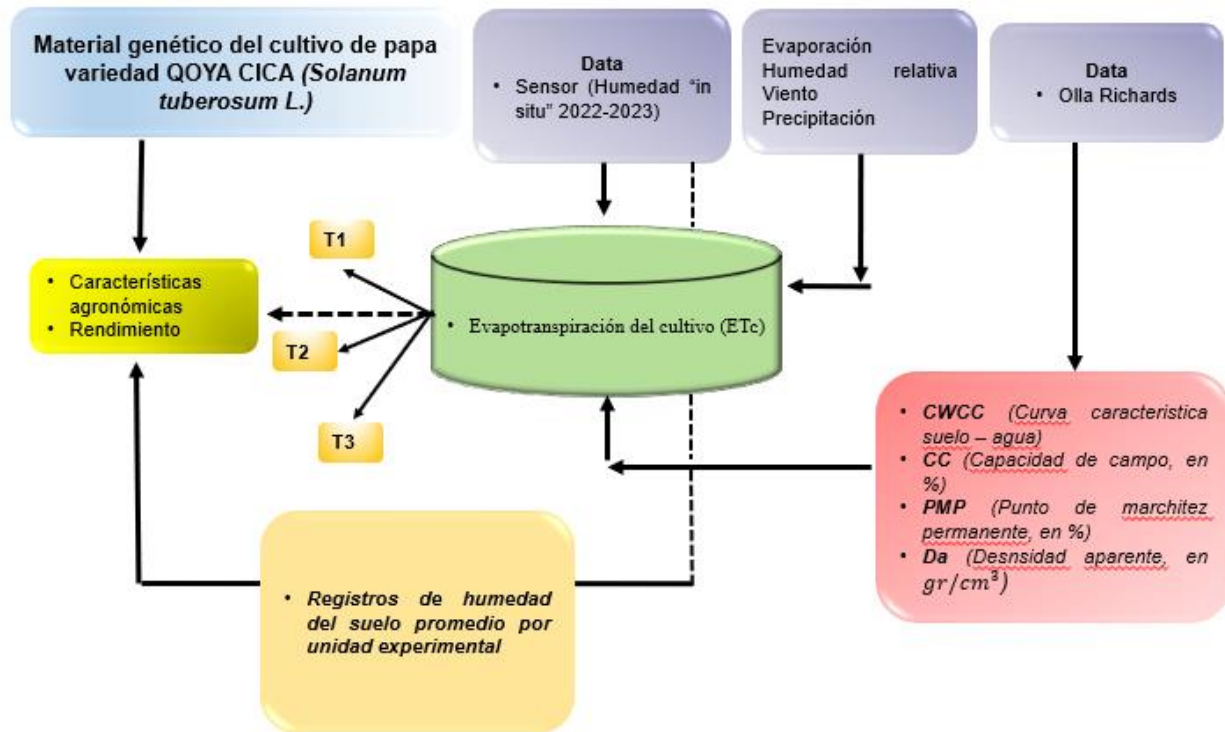
5.8.2. Variable independiente

- Nivel de requerimiento de riego.
- Humedad relativa, velocidad de viento y evapotranspiración.

En la Figura 23, se observa el diagrama de flujo realizado para dicho experimento.

Figura 23

Diagrama de flujo del riego deficitario.



5.9. Conducción del Experimento

5.9.1. Limpieza del terreno

Dicha actividad se realizó con la finalidad de eliminar rastros, sacar piedras, etc. Asimismo, ayudó en la aireación del suelo, la exposición de huevos al ambiente evitó la infestación de plagas y enfermedades. Dicha actividad fue realizada el 07 de julio del 2022.

Las labores de preparación del terreno fueron las siguientes:

5.9.1.1. Preparación de terreno

Se realizó el 10 de Julio del 2022 por medio de un tractor agrícola especial para arado de disco, aproximadamente a 30 cm de profundidad de acuerdo al diseño experimental, para ello se utilizó: estacas, wincha, cordel y yeso para marcar el campo experimental.

5.9.1.2. Rastrado o mullido

Esta práctica se efectuó el 20 de julio del 2022, empleando para esta labor el tractor agrícola usando la rastra de discos.

5.9.1.3. Trazado de surcos

Con la ayuda del tractor se hizo el trazado de surcos el 25 de julio del 2022.

Figura 24

Trazado de surcos.



5.9.1.4. División del área

Se realizó de acuerdo al diseño experimental, para ello se utilizó: estacas, wincha, cordel y yeso para marcar el campo experimental. Se demarcó el terreno en un área de $472 m^2$, con la finalidad de conseguir 12 unidades experimentales, donde cada unidad experimental fue de $6m \times 3m$, cada unidad experimental fue de $18m^2$.

Figura 25

Trazado de surcos.



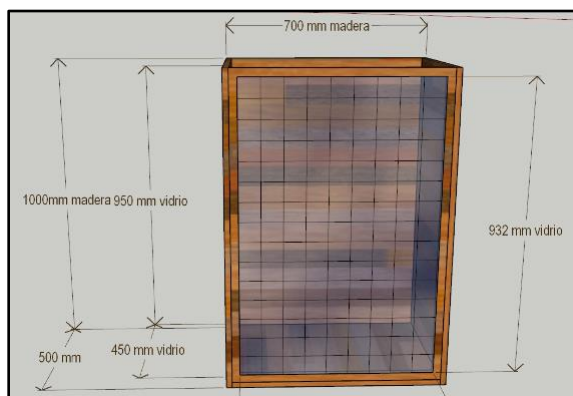
5.9.2. Realización de hoyos para la caja del rizotron

Dicha actividad se hizo el 26 de julio del 2022 la excavación de hoyos para la instalación de la caja rizotron. Las medidas fueron de 1m x 0.80m x 0.60 m. Fueron 3 hoyos que se realizaron.

En la figura 26, se observa el modelo de la caja rizotron con una pantalla transparente, que permitió observar el crecimiento radicular.

Figura 26

Dimensiones de la caja rizotron.



5.9.3. Instalación de riego por goteo

De acuerdo a la parcela, se realizó un croquis indicando el área del cabezal para el riego, repartimiento de las válvulas, tuberías, llaves y mangueras de goteo para cada área. Una vez conocido la distribución de las tuberías hacia la parcela del experimento, el uso de cordeles fue para marcar el suelo

Después se procedió a instalar el goteo como tipo de riego con una válvula de control y el motor general que fue de 1HP y este fue conectado con una manguera de línea de distribución de $\frac{3}{4}$ para luego distribuir a cada bloque de cada unidad experimental con sus respectivas válvulas de control. Finalmente, se procedió a colocar el conector tee y una manguera de 16mm, que fue de

6m de largo y ancho fue de 1m, mientras la distancia entre goteros fue de 0.40 metros para el cultivo de papa. Dicha actividad se realizó el 01 de agosto del 2022.

5.9.4. Cabezal de riego

Se utilizó con el objetivo de medición, regulación y filtración del líquido, conectando el agua abastecida con la línea principal distribuyente.

El cabezal de riego quedó ordenado por: un manómetro de 8 bar, Llave manual de 1", Un filtro de anillos de 120 mesh, Tubería de PVC de 1" y los accesorios para el cabezal de riego (conectores "T", llaves de paso, reducciones); el total del conjunto de componentes del cabezal de riego fue alojado en una arqueta, desde la cual se verificó el flujo de agua hacia la parcela utilizando una llave manual", teniendo en cuenta que el caudal a conducir fue de $Q = 2 \text{ l/h}$.

5.9.4.1. La red de conducción

Esta red condujo el líquido por medio del cabezal a las parcelas, se usó la manguera de $\frac{3}{4}$ a una distancia de 11m de largo.

5.9.4.2. Mangueras de goteo

Las mangueras de goteo fueron instaladas a partir de la línea de conducción de la manguera de $\frac{3}{4}$, donde se colocó llave de paso y se instaló 3 mangueras de goteo con su respectiva llave de paso (control de tiempo de riego en cada unidad experimental) para el primer bloque de cada unidad experimental, después se instaló los laterales de riego para el bloque II, III y IV.

➤ Características técnicas de la manguera de goteo

Las características se mencionan de acuerdo al catálogo de mangueras POLIMAG S.A.C. (Manguera de PEBD de 16 mm, Clase 2.5, Espesor 1mm, Eficiencia de aplicación: 95%, de acuerdo al catálogo)

5.9.4.3. Colocado de goteros

Una vez situado el sistema de riego en el área experimental, se procedió a colocar los goteros que fueron de 2 l/h, con la ayuda de un sacabocado se colocaron los goteros, se marcó a una medida de 0.40 m entre plantas y 1m entre surcos.

Durante la instalación se evitó doblar las mangueras de goteo, Para evitar obturaciones se purgó las líneas primarias y secundarias, siendo el objetivo evitar que quede aire y colocar el respectivo tapón en cada uno de las líneas primarias y secundarias.

➤ Características técnicas del gotero

Las características se mencionan de acuerdo al catálogo marca IRRITIME ELF.

Goteros: Código IR-OPD-2, Flujo: 2 l/h, Color: Azul.

➤ Especificaciones del gotero

Gotero de apertura sencilla que permite limpieza sencilla por usuarios, Resistente a rayos UV, Manufacturado en plástico virgen que asegura trabajos estables y con mayor tiempo de vida, Filtración recomendada: 120 mesh-130 micrón, Coeficiencia de variación manufacturada, $CV_m < 5\%$, asegura alta uniformidad de emisión de campo, Diámetro del perforador 2.9mm y Tubo de conexión espageti 4mm.

Figura 27

Sistema de riego por goteo.



Nota. La figura del lado izquierdo, muestra la instalación de riego en el campo experimental y la figura del lado derecho, muestra el gotero para riego (2 l/h).

➤ **Coefficiente de uniformidad (CU)**

Una vez terminado de instalar y purgar, se realizó la prueba de coeficiente de uniformidad en la parcela del experimento, se consideró las especificaciones según Pizarro (1996), con la finalidad de determinar el correcto funcionamiento dentro de la escala de valores recomendado.

➤ **Cálculo del coeficiente de uniformidad**

Aplicando la ecuación 5:

$$CU = \frac{q_{25}}{q_m} \times 100$$

q_m = Caudal de medio de una disposición de riego.

q_{25} = Caudal medio de los emisores que componen el 25% que distribuyen el más menudo caudal.

Se realizó con tres repeticiones, el tiempo de la evaluación de la prueba fue de 3 minutos. Se realizó el 01 de agosto del 2022, dicha prueba se realizó antes de la siembra del cultivo de papa. La prueba del coeficiente de uniformidad realizada para la presente investigación fue de 95 % de

eficiencia, el cual se encuentra dentro del valor óptimo para riego por goteo (ver figura 65, anexo F).

Figura 28

Prueba de coeficiente de uniformidad.



5.9.5. Instalación del cultivo

La distancia de planta a planta fue de 0.40 m entre plantas y 1m entre surcos, la siembra se realizó de forma manual, se necesitó 573 semillas de papa, el nivel de fertilización se realizó según recomendado en el expediente técnico de la variedad de papa QOYA CICA, el cual se distribuyó en el momento del sembrado. Realizándose cuando el sistema este implementado.

5.9.6. Siembra

Dicha actividad se realizó el día 03 de agosto de 2022, realizando las actividades siguientes:

Se puso la semilla (en brote) en cada surco de acuerdo al área delimitada según el diseño.

5.9.6.1. Fertilización

Esta labor se procedió al cálculo de acuerdo con el análisis de suelo que se hizo en el laboratorio de suelos. Asimismo, se consideró el nivel de abonamiento recomendado para la variedad de papa QOYA CICA que es de 160 – 140 – 120 de $N - P_2O_5 - K_2O$.

Tabla 11

Nivel de requerimiento de fertilizante calculado.

Nutrientes	Nivel de requerimiento	Contenido en el suelo	Valor a aplicar (Kg/ha)	Valor Aplicar (216 m²)	Fertilizante
Nitrógeno kg/ha	160	67.16	92.84	4.359	Urea (46% de N)
Fosforo kg/ha	140	11.28	128.72	6.04	Superfosfato triple (46% de (P ₂ O ₅))
Potasio kg/ha	120	291.01

En la tabla 11, se aprecia los nutrientes y el valor a aplicar según el nivel de requerimiento recomendado. Se realizó el cálculo de acuerdo al análisis de suelo para el área de 216 m² y el valor a aplicar en la siembra fue 6.04 kg de superfosfato triple y la aplicación para el primer aporte fue 4.359 kg de urea. (ver Anexo F).

Figura 29

Siembra de papa.



5.9.7. *Riego*

El riego fue lo más relevante. Se procedió a regar antes de 3 días de siembra, es decir, el 01 de agosto del 2024, a partir de ese tiempo se regó monitoreando con el tensiómetro hasta el momento de emergencia. Los tratamientos de riego deficitario se aplicaron una vez emergido más del 50% +1 del cultivo de papa, calculando el tiempo a regar, fue de acuerdo a la evaporación del tanque clase A. Todo lo calculado está en el anexo H.

Figura 30

Riego del cultivo de papa.



5.9.8. *Instalación de las cajas de rizotron*

La colocación de la caja rizotron se realizó el 10 de agosto del 2022 siguiendo la metodología de Bernier & Robitaille (2004), Davis et al. (2004) y Metcalfe (2002), que consistió en realizar un hoyo en la parte final del bloque I, de cada unidad experimental (T1, T2 y T3). Estas cajas presentaron una pantalla transparente y el resto fue de madera. Después fueron puestas dentro del hoyo para ser llenados de tierra y posteriormente se realizó el trasplante a los 22 días de emergencia de la planta de papa. Finalmente, se procedió a regar.

Figura 31

Instalación de cajas rizotron y trasplante del cultivo de papa.



Nota. La figura muestra en el lado izquierdo la instalación de las cajas y en el lado derecho se observa el trasplante del cultivo de papa en la caja rizotron.

5.9.9. Aporque

Con la finalidad de estimular la tuberización, esta labor fue realizada en 2 oportunidades de forma manual, utilizando la lampa. El primer aporque se realizó el 2 de septiembre del 2022 y el segundo aporque se realizó el 12 de octubre del 2022.

Figura 32

Aporque del Cultivo.



5.9.10. Control de malezas

Las malezas fueron controladas manualmente, se realizó según las necesidades del cultivo, fueron realizadas en cuatro oportunidades durante todo el ciclo del cultivo de la papa.

Tabla 12

Registro de malezas en el campo experimental.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Nabo o Yuyo	<i>Brasica campestris</i>	Brassicaceae
Kikuyo o Grama	<i>Pennisetum sp.</i>	Poaceae
Khana	<i>Sonchus asper</i>	Asteraceae
Trebol blanco	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae

Figura 33

Control de malezas.



5.9.11. Plagas

Esta actividad fue controlada según el grado de infestación del cultivo: se identificó la plaga Lorito verde, con una asperjadora manual fue fumigado el 03 de septiembre 2022. Se utilizó el insecticida “Cyberklin 25” que es un insecticida de etiqueta amarilla, moderadamente dañino peligroso.

Figura 34

Identificación de daño.



Nota. La figura muestra los daños ocasionados en la parte foliar por el insecto Lorito verde, Especie: *Diabrotica* sp. y pertenece a la familia Chrysomelidae.

5.9.12. Cosecha y Evaluación

Al tiempo de la maduración fisiológica se realizó la cosecha, siendo el 15 de enero del 2023. Se retiró el riego para la maduración comercial.

5.10. Características agronómicas del cultivo

5.10.1. Días de emergencia

Esta evaluación se realizó contabilizando la cantidad de plantas emergidas, se consideró el 50% + 1 del T1, T2 y T3 con sus respectivas repeticiones.

Figura 35

Emergencia de la planta.



5.10.2. Altura de la planta

El tamaño de las plantas fue medido en su totalidad a los 55 días después de la siembra desde el cuello hasta el ápice del tallo eliminando los bordes superiores e inferiores de cada unidad experimental.

5.10.3. Floración

Se evaluó el 50% + 1 de floración plena, del T1, T2 y T3, con sus respectivas repeticiones, eliminando los bordes superiores e inferiores de cada unidad experimental.

Figura 36

Floración del cultivo.



5.10.4. Senescencia

Esta evaluación se realizó el 50% + 1 de senescencia plena del T1, T2 y T3 con sus respectivas repeticiones, eliminando los bordes superiores e inferiores de cada unidad experimental.

Figura 37

Senescencia de la planta.



5.10.5. Profundidad radicular

Medida a través de las cajas de rizotron a los 22 días después de la emergencia (50% + 1) y según la fenología de la variedad del cultivo de papa (ver Tabla 28).

Figura 38

Evaluación de la profundidad radicular por tratamiento.



5.11. Rendimiento

5.11.1. Número de tubérculos por planta

Se evaluó a 10 plantas de la parcela neta al azar, eliminando los bordes superiores e inferiores de cada unidad experimental de las cuales se anotó el número de tubérculos por planta y se ejecutó un promedio como dato final.

5.11.2. Producción por planta

La obtención se realizó evaluando a 10 plantas de la parcela neta al azar, eliminando los bordes superiores e inferiores de cada unidad experimental de las cuales se pesó y se realizó un promedio como dato final, se expresó en kg/planta y t/ha.

5.11.3. Rendimiento total del experimento

Se determinó cosechando la parcela neta de las cuatro repeticiones, eliminando los bordes superiores e inferiores, asimismo, se sumó y se promedió, el resultado se expresó en t/ha.

5.11.4. Rendimiento por categoría comercial

Se determinó el rendimiento en tres categorías y según los comercializadores de papa (estándares de mercado), se evaluó a 10 plantas de la parcela neta al azar eliminando los bordes superiores e inferiores y asimismo se evaluó la cosecha de la parcela neta, clasificándolas de acuerdo al tamaño: papa comercial de primera con pesos mayores a 150 gr, papa segunda con pesos entre 149-100 gr, papa tercera con pesos menores de 99 gr. Se expresaron por kg/categoría comercial y t/ha.

Figura 39

Pesaje de tubérculo de papa por categoría comercial.



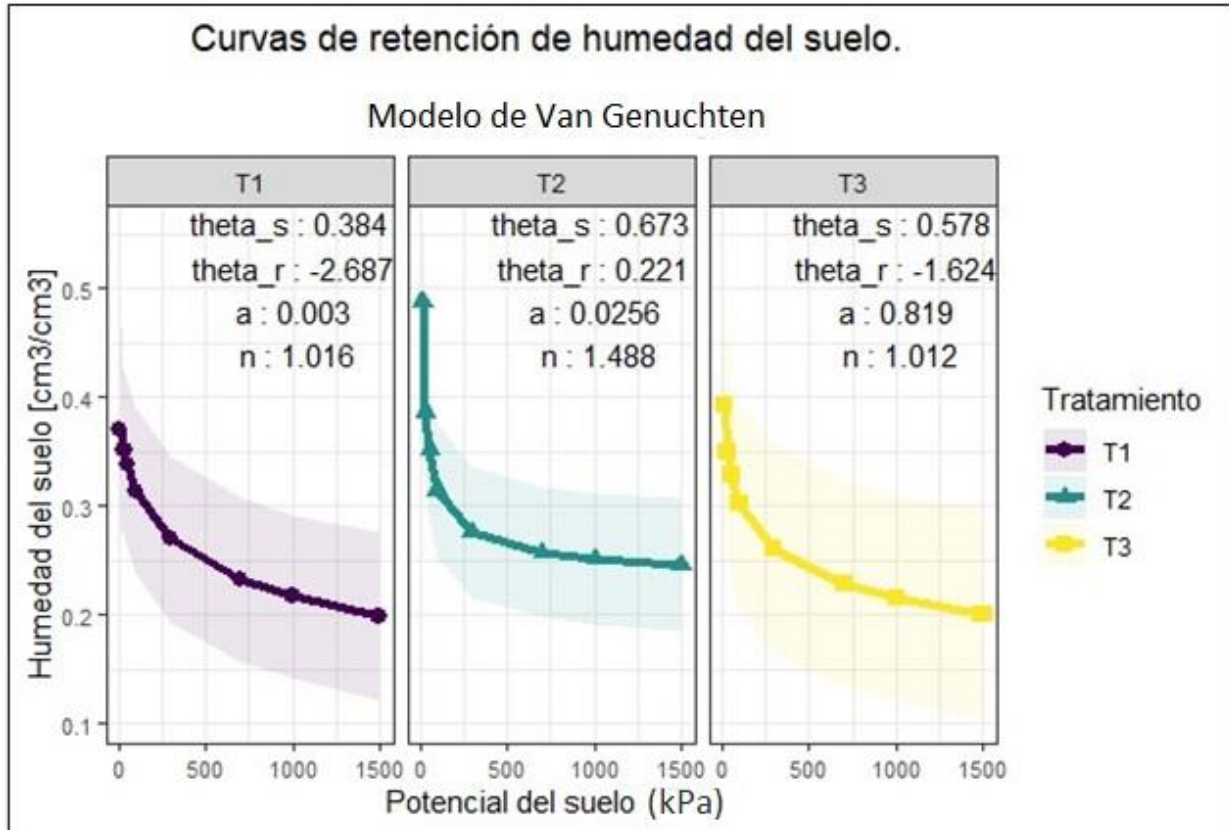
VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Determinación de los parámetros hídricos del suelo

6.1.1. Curva de retención de humedad del suelo

Figura 40

Curvas de retención de humedad del suelo.



La figura 40, muestra tres curvas de retención de humedad del suelo obtenidas del suelo para cada tratamiento, la curva de la izquierda (morada, para el tratamiento 1) muestra tanto los puntos experimentales (círculos) como la función de retención ajustada de Van Genuchten (VG) y la región de incertidumbre de estimación de parámetros por el método de los mínimos cuadrados no lineales. Según dicha curva los parámetros hídricos de la función de Van Genuchten como suelo humedad en saturación, humedad residual, a, n son 0.384, -2.687, 0.003 y 1.016 respectivamente.

Así mismo se puede observar de la gráfica que la capacidad de campo y punto de marchitez permanente son 34 % y 18 % aproximadamente. La curva del medio (celeste, para el tratamiento 2) muestra tanto los puntos experimentales (triángulos) como la función de retención ajustada de Van Genuchten (VG) y la región de incertidumbre de estimación de parámetros por el método de los mínimos cuadrados no lineales. Según dicha curva los parámetros hídricos de la función de Van Genuchten como suelo humedad en saturación, humedad residual, a , n son 0.673, 0.221, 0.0256 y 1.488 respectivamente. Así mismo se puede observar de la gráfica que la capacidad de campo y punto de marchitez permanente son 38.5 % y 23.1 % aproximadamente. La curva de la derecha (amarilla, para el tratamiento 3) muestra tanto los puntos experimentales (cuadrados) como la función de retención ajustada de Van Genuchten (VG) y la región de incertidumbre de estimación de parámetros por el método de los mínimos cuadrados no lineales. Según dicha curva los parámetros hídricos de la función de Van Genuchten como suelo humedad en saturación, humedad residual, a , n son 0.578, 1.624, 0.819 y 1.012 respectivamente. Así mismo se puede observar de la gráfica que la capacidad de campo y punto de marchitez permanente son 30 % y 17.9 % aproximadamente. En general las tres funciones muestran curvas similares, considerando que todas las muestras usadas para la calibración de las curvas fueron de una parcela experimental de tamaño moderado, fue de esperar que los parámetros hídricos resultaran en capacidades y puntos de marchitez similares en términos porcentuales, con la diferencia de la curva del tratamiento 2 que muestra una diferencia significativa respecto a las demás curvas. Aun así, los parámetros de Van Genuchten son diferentes para las tres curvas, sugiriendo que a pesar de ser un suelo más o menos homogéneo aun podemos percibir diferencias ya sean a la intrínseca variabilidad del suelo o al error experimental en la determinación de los parámetros.

6.1.2. Capacidad de campo (CC)

Tabla 13

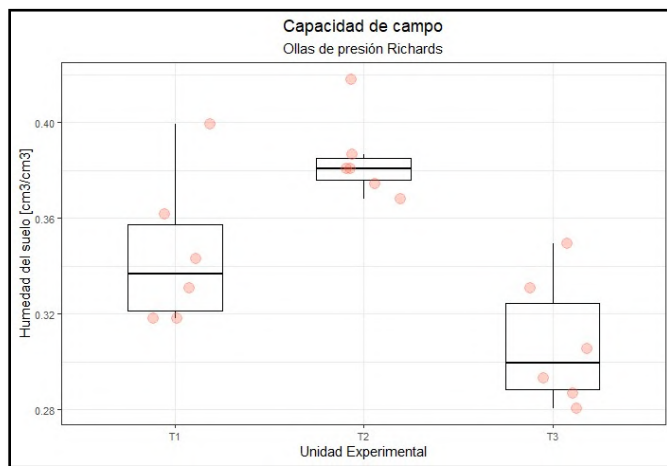
Capacidad de campo (CC)

Nº de tratamientos	CC (%)
T1	34.5
T2	38.5
T3	30.0
Promedio	34.6

En la figura 41 se muestra el diagrama de cajas de Capacidad de Campo (CC)

Figura 41

Diagrama de cajas de Capacidad de Campo.



En la tabla 13, se muestra el resultado final del análisis de la capacidad de campo (CC) que se realizó en la olla Richards, el valor final se halló como el promedio de la CC hallada para cada submuestra de suelo (Gráfico de cajas en la figura 41) de los tratamientos. El rango de valores oscila entre 30 a 38 % para las muestras de suelo consideradas. Los valores reportados están dentro del rango conocido respecto a los valores que son usualmente citados para suelos franco arcillosos.

De acuerdo con Informaciones agronomicas (2012), menciona la capacidad de campo de 25 a 35% para suelo franco arcilloso, valores que coinciden para el tipo de suelo en el experimento.

Finalmente, el promedio de estos valores fue utilizado para cálculos de demanda hídrica en la planilla de riego.

6.1.3. Punto de marchitez permanente (PMP)

Tabla 14

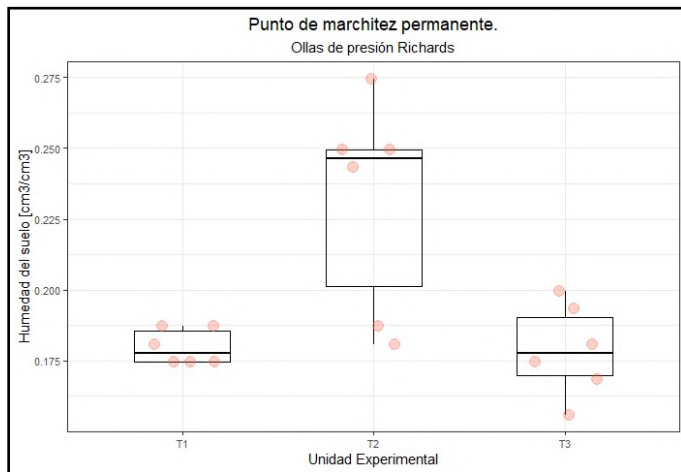
Punto de marchitez permanente (PMP).

Nº de tratamientos	PMP (%)
T1	18.0
T2	23.1
T3	17.9
Promedio	19.67

En la figura 42, se observa el diagrama de cajas de punto de marchitez permanente (PMP).

Figura 42

Diagrama de cajas de Punto de Marchitez Permanente.



En la tabla 14, se muestra el resultado final del análisis del punto de marchitez permanente (PMP) que se realizó en la olla Richards, el valor final se halló como el promedio del PMP hallada para cada submuestra de suelo (Gráfico de cajas en la figura 42) de los tratamientos. El rango de valores oscila entre 18 a 23 % para las muestras de suelo consideradas.

Al respecto Informaciones agronómicas (2012), menciona el punto de marchitez permanente de 13 a 20% para suelo franco arcilloso que corresponde al tipo de suelo en el experimento. Finalmente, el promedio de estos valores fue utilizado para cálculos de demanda hídrica en la planilla de riego.

6.1.4. Densidad aparente (Da)

Tabla 15

Densidad aparente.

Nº de tratamientos	Da (gr/cm ³)
T1	1.42
T2	1.46
T3	1.16
Promedio	1.45

En la tabla 15, se muestra el resultado final del análisis de la densidad aparente (Da) que se realizó en la olla Richards, el valor final se halló como el promedio de la Da hallada para cada submuestra de suelo de los tratamientos. El rango de valores oscila entre 1.42 a 1.46 g/cm³ para las muestras de suelo consideradas. Los valores reportados están dentro del rango conocido respecto a los valores que son usualmente citados para suelos franco arcillosos.

De acuerdo con Soil Survey Staff USDA (1999), la densidad aparente se encuentra dentro de los valores de suelo franco arcilloso, que corresponde al tipo de suelo en el experimento. Por

otra parte, Thompson & Iroeh (2002), indican que la densidad aparente varía de acuerdo al estado de agregación del suelo, el contenido de agua y los factores como la compactación del suelo por uso de maquinaria agrícola y uso excesivo de abonos orgánicos que aumentan la porosidad del suelo.

Para la presente investigación se trabajó con un promedio de 1.45 (gr/cm³) valor utilizado para el cálculo de la demanda hídrica en las 3 planillas de riego y el cálculo de fertilizantes.

6.2. Demanda Hídrica

Es calculada por la suma de las ETc diarias registradas en la planilla de riego detallado en el anexo G. Se utilizó parámetros, tales como la CC, PMP, Da, factor de secamiento (f), profundidad radicular (cm) del cultivo de papa, evapotranspiración del cultivo (ETc) y tiempo de riego (TR).

Tabla 16

Demanda hídrica del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad QOYA CICA.

Lámina de reposición de agua (%)	Precipitación Efectiva Pe (mm)	Demanda hídrica (ETc) (mm)	Volumen de agua requerido (m ³ /ha)
T1 - 100%		375.78	3757.77
T2 - 75%	42.54	280.40	2803.96
T3 - 50%		188.71	1887.06

En la tabla 16, se observa la precipitación efectiva promedio fue 42.54 mm en 128 días registradas en totalidad de los ciclos cultivados, mientras que la demanda hídrica para el T1 fue 375.78 mm con un volumen de agua requerido de 3757.77 m³/ha, para el T2 fue 280.40 mm con un volumen de agua requerido de 2803.96 m³/ha, y para el T3 fue 188.71 mm con un volumen de agua requerido de 1887.06 m³/ha. Ver anexo H (planilla de riego).

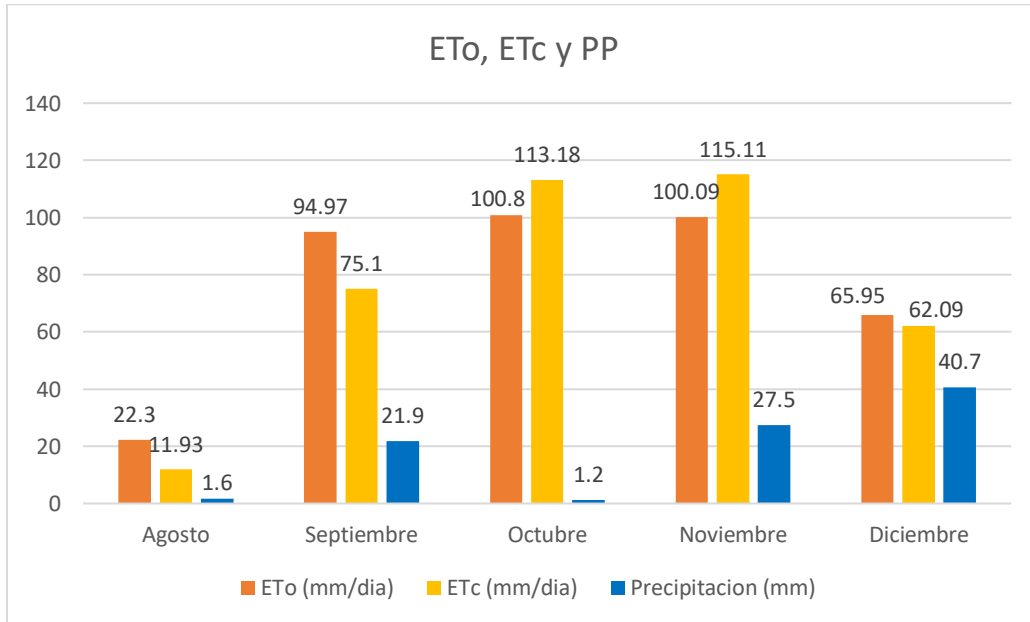
Mamani (2017), evidencia los requerimientos hídricos en el T3 (100%) con un volumen de 4,249 m^3/ha , en el T2 (75%) con un volumen de 3,604 m^3/ha y en el T1 (50%) con un volumen de 2,959 m^3/ha . Estas diferencias podrían relacionarse con la variación climática del lugar y la fenología del cultivo.

6.2.1. Evolución de las precipitaciones, Evapotranspiración de referencia y Evapotranspiración del cultivo durante el periodo vegetativo de la papa

A continuación, se detalla la precipitación pluvial, la evapotranspiración de referencia, y la evapotranspiración del cultivo promedio mensuales registradas en el lugar de estudio del experimento.

Figura 43

Comportamiento de la evapotranspiración de referencia (ETo), Evapotranspiración del cultivo (ETc) y precipitación pluvial (PP) en mm, registradas en el periodo 2022, K'ayra-San Jerónimo-Cusco.



En la figura 43, se observa la ETo fue menor; considerando desde el 24 al 31 de agosto siendo más elevado en los meses de octubre y noviembre, La ETc fue mayor respecto a la precipitación bruta en todos los meses. La Precipitación bruta del 24 al 31 de agosto fue de 1.6 mm, en el mes de septiembre fue de 21.90 mm, en el mes de octubre fue de 1.20 mm, en el mes de noviembre fue 27.50 mm y en el mes de diciembre fue mayor.

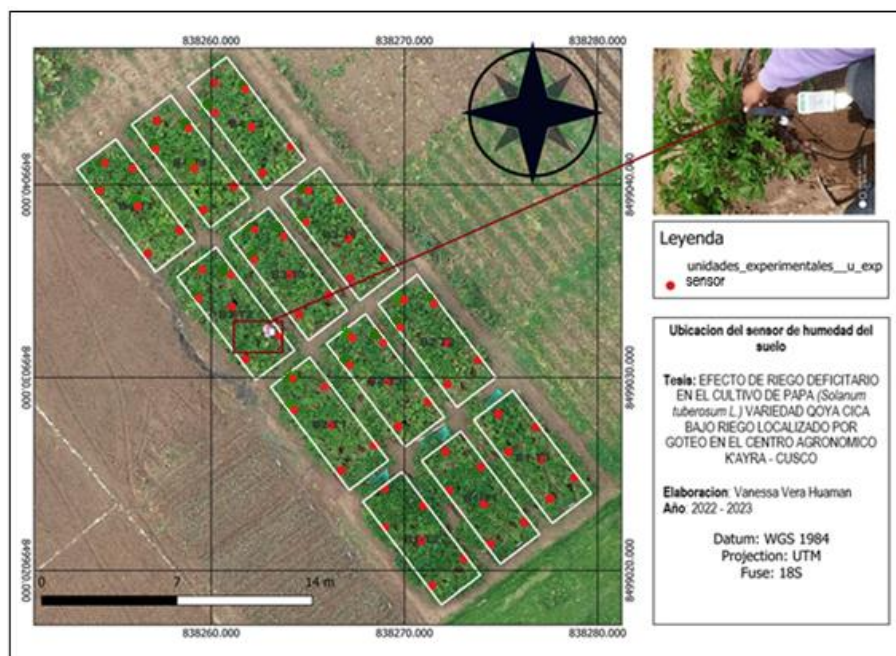
6.3. Medición de la humedad del suelo

6.3.1. Mapa semanal de humedad del suelo por unidad experimental

Se realizó las mediciones correspondientes con el sensor de humedad desde el 25 de agosto hasta el 15 de enero del 2022 a las 7:00 am. En una distribución semi-aleatoria, cerca de las mangueras de goteo, en total se midieron 72 puntos distribuidos dentro del área experimental de forma diaria que fueron en total 142 días incluyendo hasta el momento de la cosecha, la distribución de tales puntos se muestra en la figura 44.

Figura 44

Croquis de mapa semanal de humedad por unidad experimental.

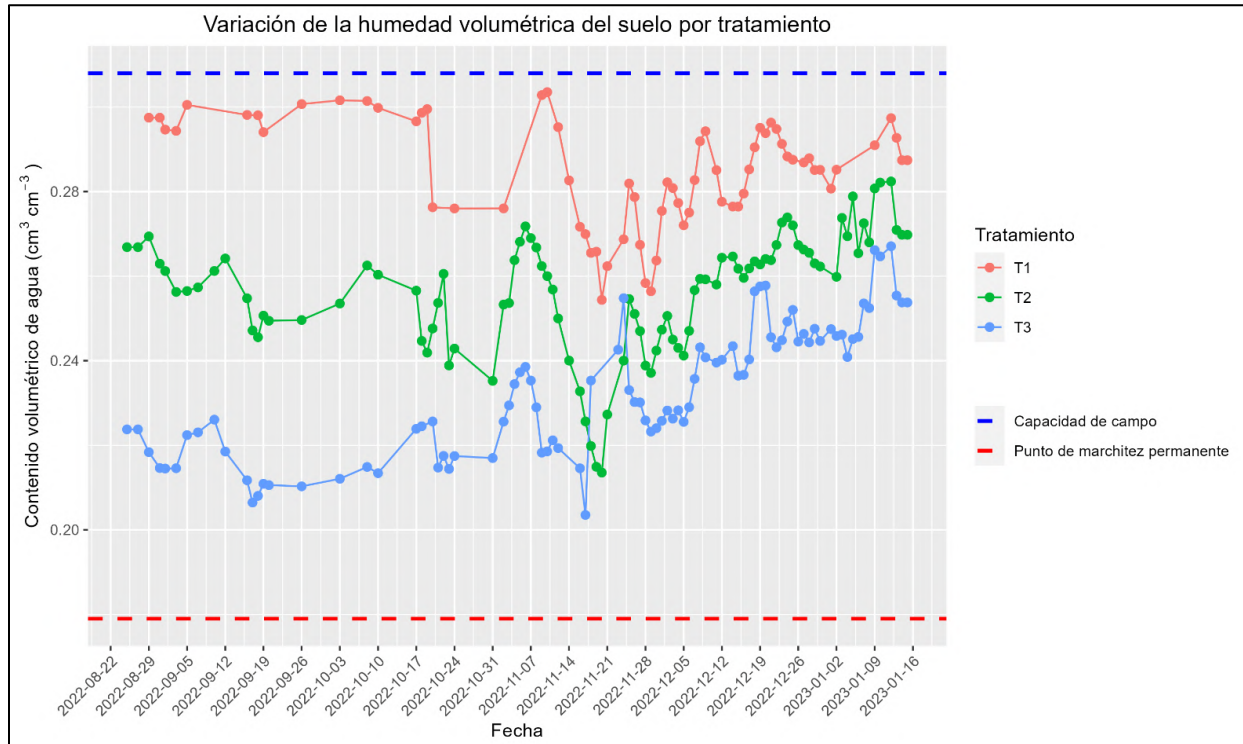


6.3.2. Humedad del suelo por unidad experimental y tratamiento

Fue evaluada con el sensor de humedad donde se aprecia que, en el T1 muestra una humedad superior a las del T2 y este a su vez respecto al T3.

Figura 45

Humedad del suelo por tratamiento.



En la figura 45, se observa la humedad en el suelo para el T1, T2 y T3. La medición varía para cada tratamiento. Se aprecia que la humedad aumentó para el mes de noviembre, donde la precipitación efectiva máximo fue 17.25 mm (ver Tabla 14) sin embargo, se mantiene en los rangos de humedad para cada tratamiento según la CC y PMP calculado.

La humedad decayó hasta donde se dejó de regar el 30 de diciembre del 2022, sin embargo, se siguió midiendo la humedad del suelo sin la aplicación de riego hasta el momento de la cosecha que fue el 15 de enero del 2023, claramente se observa que la humedad aumenta a partir del 02 de

enero del 2023 debido a la precipitación pluvial, sin embargo, cabe destacar que la humedad aún sigue manteniéndose diferentes al T1, T2 y T3.

Peña (2018) encontró que la humedad a los 30 cm de profundidad generó un notorio comportamiento de la raíz, que presentó un 15% de humedad del suelo; asimismo, la precipitación fue de 37 mm en el mes de diciembre en el año 2018; estos resultados son similares respecto a la precipitación, pues se evidencia un incremento en el mes de diciembre; esto podría deberse a que en los meses de noviembre a diciembre hubo una mayor precipitación, siendo el mes de noviembre y diciembre con mayor precipitación superior a 10 mm.

6.4. Evaluación de las características agronómicas

6.4.1. Días de emergencia

Para determinar el efecto de riego sobre esta variable fue necesario evaluar en qué medida la aplicación de la lámina de reposición de agua ha influido hasta la finalización de la emergencia, para esto fue necesario evaluar el momento de emergencia del 100% de tubérculos en cada tratamiento. Esto se ha determinado por diferencia desde los 22 días de emergencia plena de 50% + 1 hasta la emergencia al 100%. Esta información de diferencia de días se tiene en la tabla 17.

Tabla 17

Evaluación por bloque y tratamiento de tiempo para emergencia.

Bloque	T1	T2	T3	Σ
I	4	5	7	16
II	2	6	6	14
III	5	6	5	16
IV	3	4	7	14
Σ	14	21	25	60
Promedio	3.50	5.25	6.25	5.00

Tabla 18*Análisis de varianza para emergencia en días.*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT_(0.05)	SIG.
Bloques	3	1.333333333	0.444444444	0.29090909	5.14	NS
Tratamiento	2	15.5	7.75	5.07272727	4.76	*
Error	6	9.16666667	1.52777778			
Total	11	26				

CV = 24.72%

El coeficiente de variabilidad para emergencia en días es 24.72% que se considera como alta variabilidad debido a las diferencias de humedad desde la siembra hasta la emergencia al 100%. El análisis de variancia para emergencia en días indica que entre los promedios de los tres tratamientos existe diferencia significativa con 95% de confianza.

Tabla 19*Prueba de diferencias significativas de Tukey para tiempo de emergencia en días.*

Tratamiento	Promedio	ALS (T) 0.05
T3	6.25	A
T2	5.25	A B
T1	3.50	B

ALS_{T(0.05)}: 2.68

El T3 con 50% de reposición de agua con un promedio de 6.25 días de diferencia en emergencia es el que ha tardado más y es estadísticamente diferente al T1 con 100% de reposición de agua con una diferencia de emergencia de 3.5 días con 95% de confianza. Mientras que el T3 y T2 son estadísticamente iguales.

Este resultado permite afirmar que la reposición del 100% de agua a las plantas favorece la uniformidad de emergencia.

Mamani (2015) encontró que el tratamiento con 100% de reposición de lámina de agua tuvo una emergencia en 33.7 días; estos resultados son casi similares al promedio obtenido cuando se restringe un 75% de agua, dado que la emergencia total fue a los 3.5 días; estos resultados se les puede atribuir a las condiciones adecuadas del suelo para la emergencia de la semilla.

6.4.2. *Altura de planta*

Tabla 20

Mediciones por bloque y tratamiento para altura de planta (cm)

Bloque	T1	T2	T3	Σ
I	72.610	69.050	71.950	213.610
II	72.760	67.170	69.500	209.430
III	71.550	71.170	72.100	214.820
IV	68.860	70.000	69.550	208.410
Σ	285.780	277.390	283.100	846.270
Promedio	71.445	69.348	70.775	70.523

Tabla 21

Análisis de varianza para altura de planta (cm).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT_(0.05)	SIG.
Bloques	3	9.76309167	3.254364	1.31	4.76	NS
Tratamiento	2	9.18155	4.590775	1.85	5.14	NS
Error	6	14.8563833	2.476064			
Total	11	33.801025				

CV = 2.23%

Para los tres tratamientos en estudio el análisis de variancia indica que no existe diferencias para la variable de altura de la planta. Esto podría deberse al carácter genético del cultivo, se observa claramente las mínimas diferencias para altura de planta en los tres tratamientos y cuyos promedios solo difieren en dos centímetros.

6.4.3. Plena floración

Tabla 22

Mediciones por bloque y tratamiento de días hasta la floración.

Bloque	T1	T2	T3	Σ
I	69	68	63	200
II	70	67	65	202
III	70	66	64	200
IV	71	68	65	204
Σ	280	269	257	806
Promedio	70.000	67.250	64.250	67.167

Tabla 23

Análisis de varianza para días hasta la floración.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT_(0.05)	SIG.
Bloque	3	3.66666667	1.22222222	1.91304348	4.76	NS
Tratamiento	2	66.1666667	33.0833333	51.7826087	5.14	*
Error	6	3.83333333	0.63888889			
Total	11	73.6666667				

CV = 1.19%

Para días hasta la floración el coeficiente de variación es de 1.19% que indica un alto nivel de precisión del experimento para esta variable. El análisis de variancia determina que entre los

promedios de los tres tratamientos de reposición de agua existe significación estadística con 95% de confianza.

Tabla 24

Prueba de diferencias significativas de Tukey para plena floración en días.

Tratamiento	Promedio	ALS (T) 0.05
T1	70.00	A
T2	67.25	B
T3	64.25	C

$ALS_{T(0.05)} : 1.74$

Que el déficit de agua en cualquier cultivo acelera la madurez, por lo tanto, en el presente caso los tratamientos T2 y T3 con menor riego deficitario tienden a acelerar su ciclo biológico, floreciendo más tempranamente respecto al T1 con 100% de lámina de reposición de agua. Según a los resultados de la prueba de Tukey el T1 es estadísticamente superior al T2 y T3, al 95% de confianza, porque alcanza la plena floración de acuerdo a su ciclo fenológico normal.

Acorde a Peña (2019) reportó que el tratamiento de la variedad Victoria con el 75% de consumo de agua floreció en 73 días, siendo este superior a lo obtenido en la investigación, esto pudo deberse al porcentaje de humedad del suelo para acelerar la floración y la constitución genética de la planta.

6.4.4. Senescencia

Tabla 25

Evaluación por bloque y tratamiento de días hasta la senescencia.

Bloque	T1	T2	T3	Σ
I	119	118	115	352
II	120	116	116	352

III	118	117	113	348
IV	121	117	114	352
Σ	478	468	458	1404
Promedio	119.500	117.000	114.500	117.000

Tabla 26

Análisis de varianza de días hasta la senescencia.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT_(0.05)	SIG.
Bloque	3	4	1.33333333	1	4.76	NS
Tratamiento	2	50	25	18.75	5.14	*
Error	6	8	1.33333333			
Total	11	62				

CV = 0.99%

Del análisis de varianza se desprende que existe diferencias entre los tres tratamientos de láminas de reposición de agua para senescencia al 95% de confianza, indicando que el tiempo que le toma llegar a la planta a senescencia se diferencia por tratamiento. Se observa que existe diferencia por tratamiento al 95% de confianza.

Tabla 27

Prueba de diferencias significativas de Tukey para senescencia en días.

Tratamiento	Promedio	ALS (T) 0.05
T1	119.50	A
T2	117.00	A B
T3	114.50	B

ALS_{T(0.05)} : 2.50

La senescencia ocurre con mayor rapidez cuando falta agua en las plantas. En el presente experimento se manifiesta que el T3 y T2 con menor agua han acelerado la senescencia, mientras que el T1 con 100% de lámina de reposición de agua completó satisfactoriamente su ciclo biológico. El T1 y T2 tienen senescencias estadísticamente iguales con 95% de confianza y son superiores al T3.

Peña (2019) al evaluar el riego deficitario por goteo encontró que la variedad Victoria con 75% de consumo de agua fue más precoz con 121.7 días, siendo inferior a lo obtenido en la investigación, esto debido a la condición de humedad en adecuación del alargamiento en el ciclo de vida del cultivo.

6.4.5. Profundidad radicular

Para determinar la lámina de riego se midió la raíz del cultivo de papa en diferentes fechas tal como se muestra en la tabla 28, se evaluó en la caja rizotron del bloque 1 y T1 las mediciones correspondientes en el cálculo de láminas en riego.

Tabla 28

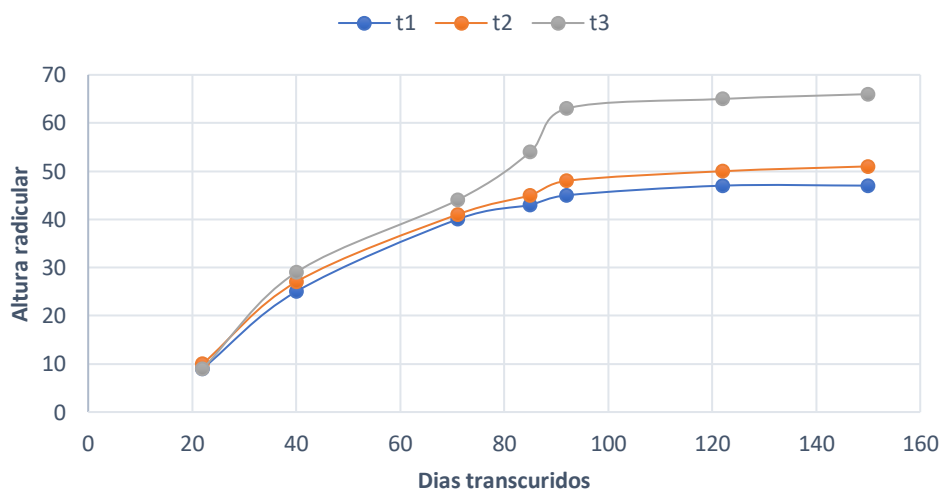
Evaluación de la raíz en días de las cajas rizotron por tratamiento.

	Días	T1 (cm)	T2 (cm)	T3 (cm)
	22	9	10	9
	40	25	27	29
	71	40	41	44
	85	43	45	54
	92	45	48	63
	122	47	50	65
	150	47	51	66
Media	83.14	36.57	38.86	47.14
S	44.36	14.35	15.12	21.47
Observación mayor	150	47	51	66
CV (%)	53.36	39.23	23.74	45.54

Los resultados de crecimiento de la raíz para los tres tratamientos se presentan en la tabla 28 donde se ve que el T1 tiene como longitud máxima de 47 cm con una media de 36.57 centímetros considerando los 150 días de ciclo vegetativo que es inferior al promedio del T2 que tiene una longitud máxima de 51 cm con un promedio de 38.86 cm y este tratamiento a su vez inferior al T3 que tiene una longitud máxima de 66 cm y un promedio de crecimiento de 47.14 cm. Esto se explica que a mayor disponibilidad de agua en el suelo las raíces profundizan menos y se expanden más superficialmente de forma radiada. Cuando existe menos disponibilidad de agua la papa u otros cultivos tienden a profundizar más para alcanzar mayor humedad; esto se ha visto con claridad que el que alcanza mayor profundidad es el T3. (ver figura 38).

Figura 46

Evolución de profundidad radicular.



En la figura 46, se observa que al día 80 las plantas se diferencian según tratamiento donde resalta el T3 con mayor profundidad radicular a partir de los 80 días.

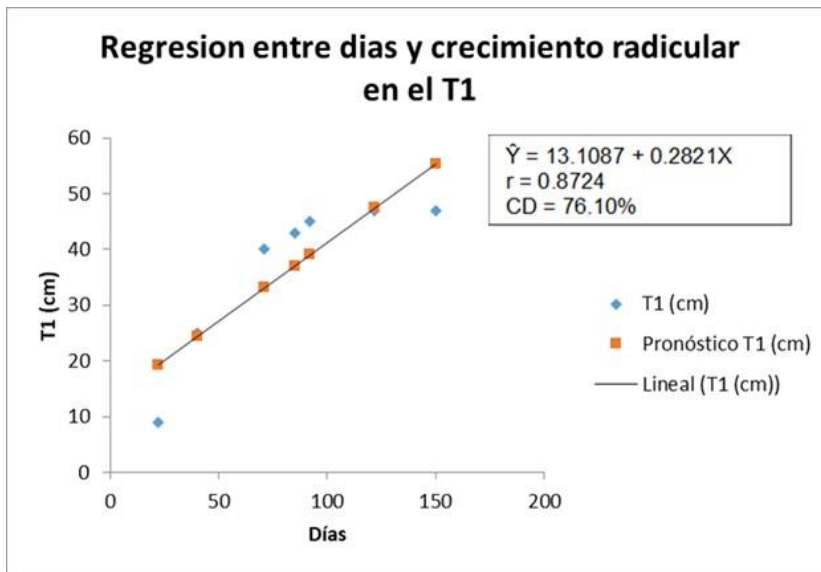
Peña (2018) encontró que la variedad Victoria con 75% de consumo de agua obtuvo una profundidad de 77.50 cm, esto resultados fueron superiores a lo obtenido en la investigación,

debido a que el agua como tratamiento condicionó el desarrollo radicular, además el alargamiento de raíz se observó en la mitad de las plantas que puede deberse a la búsqueda de agua que produjo una mayor concentración y profundidad de la raíz.

En la figura 47 se aprecia la regresión entre días y crecimiento radicular en T1 al 100% de reposición de lámina de agua.

Figura 47

Regresión entre días y crecimiento radicular en T1.

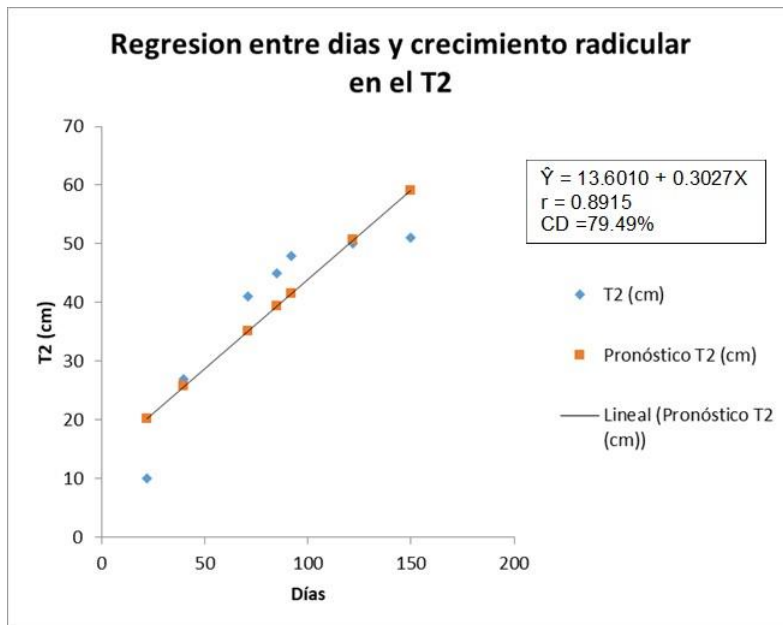


El análisis de regresión entre diferentes momentos de crecimiento registrado en días y la longitud del crecimiento radicular determina que para el T1 por cada día que transcurre la raíz crece a una velocidad de 0.28 cm. Mientras que el coeficiente de determinación indica que el crecimiento de las raíces está explicado en un 76.10% por el transcurrir de los días.

En la figura 48, se observa la regresión entre días y crecimiento radicular en T2 al 75% de reposición de lámina de agua.

Figura 48

Regresión entre días y crecimiento radicular en T2.

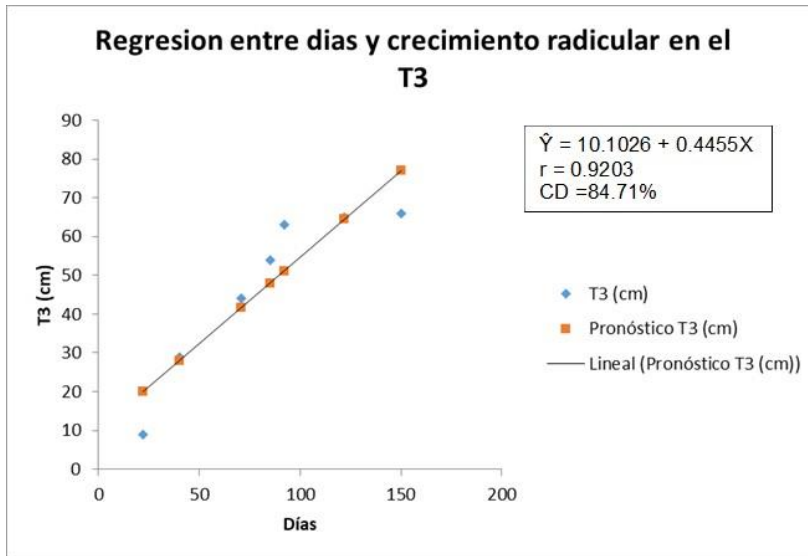


La regresión en diferentes momentos de crecimiento registrado en días y la longitud del crecimiento radicular determina que para el T2 por cada día que transcurre la raíz crece a una velocidad de 0.30 cm. Mientras que el coeficiente de determinación indica que el crecimiento de las raíces está explicado en un 79.49 % por el transcurrir de los días.

En la figura 49, se aprecia la regresión entre días y crecimiento radicular en T3 50% de reposición de lámina de agua.

Figura 49

Regresión entre días y crecimiento radicular en T3.



La regresión entre diferentes momentos de crecimiento registrado en días y la longitud del crecimiento radicular determina que para el T3 por cada día que transcurre la raíz crece a una velocidad de 0.44 cm. Mientras que el coeficiente de determinación indica que el crecimiento de las raíces está explicado en un 84.71 % por el transcurrir de los días.

6.5. Rendimiento

6.5.1. Evaluación de número de tubérculos por planta

Tabla 29

Determinación de cantidad en promedio de tubérculos por planta.

Bloque	T1	T2	T3	Σ
I	10.540	9.340	9.540	29.420
II	11.640	9.400	10.670	31.710
III	11.710	11.980	9.400	33.090

IV	11.640	9.860	9.900	31.400
Σ	45.530	40.580	39.510	125.620
Promedio	11.383	10.145	9.878	10.468

Tabla 30

Análisis de variancia para promedio de número de tubérculos por planta.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT_(0.05)	SIG.
Bloque	3	2.29083333	0.76361111	1.07027865	4.76	NS
Tratamiento	2	5.15731667	2.57865833	3.61425195	5.14	NS
Error	6	4.28081667	0.71346944			
Total	11	11.7289667				

CV = 8.07%

El coeficiente de variabilidad de 8.07% para número de tubérculos por planta indica que el experimento para esta variable muestra alta uniformidad.

El análisis de variancia permite afirmar que la cantidad promedio de número de tubérculos por planta entre los tres tratamientos en evaluación no llega a diferencias estadísticas al 95% de confianza.

Figueredo (2018), en su estudio registró que la variedad Luk'i con reposición de lámina de agua de 50% obtuvo 25 tubérculos, a comparación de lo reportado en la investigación que se encontró 11 tubérculos con 100% de lámina de reposición, esta variación se debe posiblemente a la genética de la variedad.

6.5.2. Evaluación de peso de tubérculo por planta

Tabla 31

Evaluación de peso tubérculo promedio por planta (kg).

Bloque	T1	T2	T3	Σ
I	1.910	1.870	1.820	5.600
II	2.220	1.800	1.980	6.000
III	2.020	1.940	1.650	5.610
IV	2.020	1.970	1.780	5.770
Σ	8.170	7.580	7.230	22.980
Promedio	2.043	1.895	1.808	1.915

Tabla 32

Análisis de varianza para peso de tubérculo promedio por planta.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT _(0.05)	SIG.
Bloque	3	0.03496667	0.01165556	0.79575194	4.76	NS
Tratamiento	2	0.11285	0.056425	3.85226626	5.14	NS
Error	6	0.08788333	0.01464722			
Total	11	0.2357				

CV = 1.58%

El coeficiente de variabilidad es de 1.58%, lo que significa resultados altamente confiables dentro del experimento para esta variable.

El análisis de variancia para peso promedio de tubérculo por planta indica que no existe diferencias estadísticas entre los promedios de los tres tratamientos. esto significa que las plantas alcanzaron la madurez necesaria y rendimiento con 100%, 75% y 50% de lámina de reposición de

agua. Existe diferencias entre los promedios pero que no alcanzan la diferencia estadística por las diferencias de rendimiento individual de las plantas.

6.5.3. Rendimiento total del experimento

Tabla 33

Rendimiento de tubérculos promedio expresado en t/ha.

Bloque	T1	T2	T3	Σ
I	49.750	47.750	44.500	142.000
II	53.500	46.000	45.500	145.000
III	50.500	48.500	44.250	143.250
IV	50.500	47.250	44.500	142.250
Σ	204.250	189.500	180.750	574.500
Promedio	51.062	47.375	44.688	47.875

Tabla 34

Análisis de varianza para rendimiento de tubérculo en t/ha.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT _(0.05)	SIG.
Bloque	3	1.85416667	0.61805556	0.34731707	4.76	NS
Tratamiento	2	81.9479167	40.9739583	23.0253659	5.14	*
Error	6	10.6770833	1.77951389			
Total	11	94.4791667				

CV = 2.79%

El coeficiente de variabilidad de 2.79% indica alta confiabilidad para esta variable en el rendimiento total de tubérculo en este experimento.

Entre los tres tratamientos en estudio existe diferencias estadísticas con 95% de confianza, esto indica que entre la reposición de 100%, 75% y 50% de lámina de reposición de agua de riego

existe diferencias estadísticas que responde con alta confiabilidad a los objetivos del presente trabajo de investigación.

Tabla 35

Prueba de Tukey para rendimiento total en t/ha.

Tratamiento	Promedio	ALS (T) 0.05
T1	51.062	A
T2	47.375	B
T3	44.688	C

$ALS_{T(0.05)} : 2.89$

La prueba de Tukey permite afirmar que el T1 de 100% de reposición de lámina de agua con un rendimiento de promedio de 51.062 t/ha de tubérculo en la variedad QOYA CICA es estadísticamente superior con 95% de confianza a los tratamientos T2 y T3. Por otra parte, el T2 que corresponde a 75% de lámina de reposición de agua con un rendimiento de 47.375 t/ha es estadísticamente superior al T3 con 50% de lámina de reposición de agua que tiene un rendimiento de 44.688 t/ha. Estos resultados demuestran que el déficit de riego de 100%, 75% y 50% de reposición de lámina de agua tienen efectos determinantes en el rendimiento de la papa.

Según CICA (2022), los rendimientos para la variedad QOYA CICA variarán de 33.340 t/ha a 47.200 t/ha, siendo el promedio de 39.95 t/ha. Estas variaciones se darán con las condiciones ambientales, calidad del suelo, calidad de la semilla, manejo de plagas insectiles y el nivel tecnológico del agricultor en el manejo de la variedad.

Por otro lado, Figueredo (2018) demostró que la variedad Luk'i con 75% de reposición de lámina de agua presentó un rendimiento de 64 t/ha, el cual es superior a lo obtenido en el estudio, esto posiblemente se deba a la calidad y genética del tubérculo y el nivel de agua que tolera la planta para optimizar su rendimiento.

6.5.4. Rendimiento por categoría comercial “primera”

Tabla 36

Rendimiento promedio de tubérculo categoría comercial “primera” en kg/planta.

Bloque	T1	T2	T3	Σ
I	1.34	1.41	1.36	4.11
II	1.69	1.26	1.39	4.34
III	1.38	1.30	1.18	3.86
IV	1.39	1.47	1.20	4.06
Σ	5.80	5.44	5.13	16.37
Promedio	1.45	1.36	1.28	1.36

Tabla 37

Análisis de varianza para rendimiento promedio de tubérculo categoría comercial “primera” en kg/planta.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT _(0.05)	SIG.
Bloque	3	0.03889167	0.01296389	0.75972652	4.76	NS
Tratamiento	2	0.05621667	0.02810833	1.64724076	5.14	NS
Error	6	0.10238333	0.01706389			
Total	11	0.19749167				

CV = 9.58%

La variable de rendimiento de tubérculo promedio por planta, en este experimento alcanza buen nivel de precisión con 9.58% de coeficiente de variabilidad.

Respecto al rendimiento de tubérculo promedio por planta de la categoría primera en kg/planta no existe diferencias estadísticas entre los tres tratamientos. Esto significa que la

reposición de lámina de agua de riego entre los tres tratamientos a nivel de plantas individuales tiene pequeñas diferencias que no alcanzan significación, pero para el conjunto de rendimiento parcelario si se hacen significativos.

Peña (2019), en su estudio encontró que la variedad Victoria con 25% de consumo de agua tuvo un rendimiento por planta de 1.60 kg, siendo superior al T1 obtenido en la investigación, esto podría deberse a la calidad del tubérculo y el déficit hídrico que causa desórdenes en el crecimiento del tubérculo.

Tabla 38

Rendimiento de tubérculo categoría comercial “primera” en t/ha.

Bloque	T1	T2	T3	Σ
I	35.500	34.250	33.000	102.750
II	36.250	33.500	33.750	103.500
III	36.500	32.500	31.500	100.500
IV	36.750	35.750	30.000	102.500
Σ	145.000	136.000	128.250	409.250
Promedio	36.250	34.000	32.062	34.104

Tabla 39

Análisis de variancia para rendimiento de tubérculo categoría comercial “primera” en t/ha.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT_(0.05)	SIG.
Bloques	3	1.640625	0.546875	0.24940618	4.76	NS
Tratamiento	2	35.1354167	17.5677083	8.01187648	5.14	*
Error	6	13.15625	2.19270833			
Total	11	49.9322917				

CV = 4.34%

El coeficiente de variabilidad de 4.34% indica un alto nivel de precisión del experimento para esta variable.

Entre los promedios de los tres tratamientos en evaluación existe diferencias estadísticas significativas al 95% de confianza.

Tabla 40

Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo categoría comercial “primera” en t/ha.

Tratamiento	Promedio	ALS (T) 0.05
T1	36.250	A
T2	34.000	A B
T3	32.062	B

ALS_{T(0.05)}: 3.213

Para la variable rendimiento de tubérculo de primera categoría el T1 con 36.250 t/ha es estadísticamente igual al T2 con 34.00 t/ha y superiores al T3. Por otra parte, los tratamientos T2 y T3 son estadísticamente iguales al 95% de confianza.

6.5.5. Rendimiento de tubérculo categoría comercial “segunda”

Tabla 41

Rendimiento promedio de tubérculo categoría comercial “segunda” en kg/planta.

Bloque	T1	T2	T3	Σ
I	0.40	0.30	0.35	1.05
II	0.36	0.36	0.31	1.03
III	0.41	0.36	0.35	1.12
IV	0.40	0.34	0.36	1.10
Σ	1.57	1.36	1.37	4.30

Promedio	0.392	0.340	0.342	0.36
-----------------	--------------	--------------	--------------	-------------

Tabla 42

Análisis de variancia para rendimiento de tubérculo categoría comercial “segunda” en kg/planta.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT_(0.05)	SIG.
Bloque	3	0.00176667	0.00058889	0.98604651	4.76	NS
Tratamiento	2	0.00701667	0.00350833	5.8744186	5.14	*
Error	6	0.00358333	0.00059722			
Total	11	0.01236667				

CV = 6.78%

El nivel de precisión del experimento para rendimiento de tubérculo de segunda categoría en kg/planta se considera muy buena por haber alcanzado un coeficiente de variabilidad de 6.78%.

Entre los promedios de los tres tratamientos de lámina de reposición de agua de riego existe diferencias estadísticas al 95% de confianza.

Tabla 43

Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo categoría comercial “segunda” en kg/planta.

Tratamiento	Promedio	ALS (T) 0.05
T1	0.392	A
T2	0.340	B
T3	0.342	B

ALS_{T(0.05)} : 0.05

El tratamiento T1 con 100% de lámina de reposición de riego con un rendimiento de tubérculo de 0.392 kg/planta es estadísticamente superior a los tratamientos T2 y T3 con 95% de

confianza. Por otra parte, los tratamientos T2 y T3 son estadísticamente iguales para rendimiento de tubérculo por planta.

Peña (2018) reportó que la variedad Victoria con 50% de consumo de agua tuvo un rendimiento de 1.13 kg por planta, siendo este superior a lo alcanzado en la investigación con 100% de consumo de agua, esto podría deberse a la baja dotación de agua en los niveles deseados que afectó la calidad del tubérculo.

Tabla 44

Rendimiento promedio de tubérculo categoría comercial “segunda” en t/ha.

Bloque	T1	T2	T3	Σ
I	10.000	7.500	8.750	26.250
II	9.000	9.000	7.750	25.750
III	10.250	9.000	8.750	28.000
IV	10.000	8.500	9.000	27.500
Σ	39.250	34.000	34.250	107.500
Promedio	9.812	8.500	8.562	8.958

Tabla 45

Análisis de variancia para rendimiento de tubérculos categoría comercial “segunda” en t/ha.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT_(0.05)	SIG.
Bloque	3	1.10416667	0.36805556	0.98604651	4.76	NS
Tratamiento	2	4.38541667	2.19270833	5.8744186	5.14	*
Error	6	2.23958333	0.37326389			
Total	11	7.72916667				

CV = 6.82%

El coeficiente de variabilidad es 6.82%. Existe diferencias entre los promedios de los tres tratamientos con 95% de confianza.

Tabla 46

Prueba de Tukey para rendimiento de tubérculo categoría comercial “segunda” en t/ha

Tratamiento	Promedio	ALS (T) 0.05
T1	9.812	A
T3	8.562	B
T2	8.500	B

ALS_{T(0.05)} : 1.326

Para el rendimiento de tubérculo de segunda categoría la prueba de Tukey indica que el T1 con un rendimiento de 9.812 t/ha es estadísticamente superior a los T3 y T2 con 95% de confianza. Por otra parte, los tratamientos T3 con un rendimiento de 8.562 t/ha y T2 con un rendimiento de 8.500 t/ha son estadísticamente iguales.

6.5.6. Rendimiento de tubérculo categoría comercial “tercera”

Tabla 47

Rendimiento promedio de tubérculo categoría comercial “tercera” en kg/planta.

Bloque	T1	T2	T3	Σ
I	0.37	0.31	0.33	1.01
II	0.34	0.30	0.33	0.97
III	0.38	0.39	0.30	1.07
IV	0.40	0.31	0.35	1.06
Σ	1.49	1.31	1.31	4.11
Promedio	0.37	0.33	0.33	1.03

Tabla 48

Análisis de variancia para rendimiento de tubérculo categoría comercial “tercera” en kg/planta.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT_(0.05)	SIG.
Bloques	3	0.00215833	0.00071944	0.68882979	4.76	NS
Tratamiento	2	0.0054	0.0027	2.58510638	5.14	NS
Error	6	0.00626667	0.00104444			
Total	11	0.013825				

CV = 3.14%

El coeficiente de variabilidad de 3.14% indica un excelente nivel de precisión para esta variable. No existe diferencias entre los promedios de los tratamientos para el rendimiento de tubérculo de tercera categoría en Kg/planta.

Tabla 49

Rendimiento promedio de tubérculo categoría comercial “tercera” en t/ha.

Bloque	T1	T2	T3	Σ
I	9.250	7.750	8.250	25.250
II	8.500	7.500	8.250	24.250
III	9.500	9.750	7.500	26.750
IV	10.000	7.750	8.750	26.500
Σ	37.250	32.750	32.750	102.750
Promedio	9.313	8.188	8.188	8.563

Tabla 50

Análisis de variancia para rendimiento de tubérculos categoría comercial “tercera” en t/ha.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT_(0.05)	SIG.
Bloque	3	1.34895833	0.44965278	0.68882979	4.76	NS
Tratamiento	2	3.375	1.6875	2.58510638	5.14	NS
Error	6	3.91666667	0.65277778			
Total	11	8.640625				

CV= 9.43%

Esta variable en el experimento alcanza un coeficiente de variabilidad de 9.43% lo que indica un nivel de precisión bueno.

El rendimiento de tercera categoría en este experimento alcanzó baja proporción respecto al total de rendimiento en razón de la eficiencia de las láminas de reposición de agua que permitieron fisiológicamente una óptima tuberización para primera y segunda categoría. Razón por la cual no hay diferencias estadísticas en rendimiento para 3ra categoría con 95 % de confianza.

Peña (2018) encontró que la variedad Victoria con 75% de consumo de agua tuvo un rendimiento de 0.88 kg por planta, siendo superior a lo alcanzado en la investigación en el T1 con 0.37 kg, esto puede deberse a las condiciones severas de déficit hídrico que influyó en el desarrollo del tubérculo, el cual generó una reducción del tamaño del tubérculo y cantidad de tubérculos por planta.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. Conclusiones

- **De las características agronómicas**

En el presente experimento se concluye que, para emergencia en días, el T3 (50% de reposición de lámina de agua) con un promedio de 6.25 días de retraso la diferencia en emergencia es estadísticamente diferente con 95% de confianza al T1 (100% de reposición de lámina de agua), mientras que el T3 (50% de reposición de lámina de agua) y T2 (50% de reposición de lámina de agua) son estadísticamente iguales lo que permite afirmar que a menor dosis de agua la emergencia se retrasa. Para altura de planta en la variedad QOYA CICA no existe diferencias estadísticas. Para plena floración, el T1 (100 % de reposición de lámina de agua) alcanzó la plena floración a los 70 días, el T2 (75% de reposición de lámina de agua) a los 67 días y el T3 (50% de reposición de lámina de agua) a los 64 días son estadísticamente diferentes entre sí al 95% de confianza, estableciéndose que, a menor dosis de agua la floración se adelanta. Para senescencia, el T1 (100% de reposición de lámina de agua) con 119.50 días y el T2 (75% de reposición de lámina de agua) con 117 días tuvieron madurez estadísticamente igual al 95% de confianza y siendo diferentes al T3 (75% de reposición de lámina de agua) con 114.50 días, lo que indica que a menor dosis de reposición de lámina de riego la senescencia se adelanta. Por otra parte, la profundidad radicular en los 150 días de ciclo vegetativo para el T1 (100% de reposición de lámina de agua) fue de 47 cm, para el T2 (75% de reposición de lámina de agua) fue 51 cm y para el T3 (50% de reposición de lámina de agua) fue 66 cm. Lo que indica a mayor disponibilidad de agua en el suelo las raíces profundizan menos y por el contrario a menor disponibilidad de agua profundizan más para alcanzar mayor humedad en el suelo.

- **La curva de retención de humedad (CWCC)**

De los datos obtenidos del análisis de suelo en el laboratorio con la olla Richards y la data obtenida de la evaluación diaria con el sensor de humedad del suelo se concluye que, a 30 cm de profundidad el T1 (100% de reposición de lámina de agua) estuvo dentro de los valores de 34.6 % de capacidad de campo, indica que las plantas de papa no sufrieron estrés, mientras que, para el T2 (75% de reposición de lámina de agua) y el T3 (50% de reposición de lámina de agua) estuvieron cerca del valor de 26% y 23 % de capacidad de campo durante la etapa fenológica evaluada del cultivo de papa, afectando así en los días de floración, senescencia, profundidad radicular y rendimiento.

- **La demanda hídrica**

Se obtuvo de los datos de la planilla de riego, donde indica la cantidad de agua que consume el cultivo de papa desde el momento de emergencia hasta la senescencia del cultivo que equivale a 128 días evaluados con distintos porcentajes de reposición de agua. Con los datos obtenidos de la planilla se pudo ver que para el T1 (100 % de reposición de lámina de agua) la demanda hídrica fue 375.78 mm (3,557.7 m³/ha), para el T2 (75% de reposición de lámina de agua) la demanda hídrica fue 280.40 mm (2,803.96 m³/ha) para el T3 (50% de reposición de lámina de agua) la demanda hídrica fue 188.71 mm (1,88.71 m³/ha).

- **El rendimiento de tubérculo en la variedad QOYA-CICA**

Para los variables: número y peso de tubérculos por planta no hubo diferencias estadísticas al 95% de confianza, mientras que en el rendimiento total son estadísticamente diferentes entre los tres tratamientos, El T1 (100% de reposición de lámina de agua) tuvo un rendimiento de 51.062 t/ha de tubérculo, es estadísticamente superior con 95% de confianza al T2 (75% de reposición de lámina de agua) y al T3 (50% de reposición de lámina de agua). Por otra parte, el T2 (75% de

reposición de lámina de agua) tuvo un rendimiento de 47.375 t/ha es estadísticamente superior al T3 (50% de reposición de lámina de agua) que tuvo un rendimiento de 44.688 t/ha. Para la variable rendimiento de tubérculo categoría comercial “primera” el T1 (100% de reposición de lámina de agua) con 36.250 t/ha es estadísticamente igual al T2 (75% de reposición de lámina de agua) con 34.00 t/ha y ambos superiores al T3 (50% de reposición de lámina de agua) al 95% de confianza. Para tubérculos categoría comercial “segunda” el T1 (100% de reposición de lámina de agua) con un rendimiento de 9.812 t/ha es estadísticamente superior al T3 (50% de reposición de lámina de agua) y T2 (75% de reposición de lámina de agua) con 95% de confianza. Por otra parte, los tratamientos T3 (50% de reposición de lámina de agua) con un rendimiento de 8.562 t/ha y T2 (75% de reposición de lámina de agua) con un rendimiento de 8.500 t/ha son estadísticamente iguales. Para tubérculos categoría comercial “tercera” no existe diferencias estadísticas.

7.2. Sugerencias

- Continuar con las investigaciones de riego deficitario en la variedad de papa QOYA CICA pero en diferentes pisos ecológicos, diferentes épocas de siembra utilizando la curva de retención de humedad del suelo, ya que, de esta forma se contribuirá en el uso racional, eficiente del agua.
- Continuar con las investigaciones en otras variedades tolerantes al déficit hídrico e investigar el rendimiento y consumo de agua, ya que las condiciones meteorológicas están en constante variación por el cambio climático.
- Realizar las evaluaciones de la demanda hídrica en otras variedades de papa con diferentes porcentajes de reposición de lámina de agua.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Agostini, M., Monterubbianesi, M., Studdert, G., & Maurette, S. (2014). *Un método simple y práctico para la determinación de densidad aparente*. *Ciencia del suelo*, 32(2), 171-176.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1850-20672014000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- AGROBANCO. (2012). *Manual tecnico: "Produccion de Papa en Sierra"*. Recuperado de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/032-f-papa.pdf>
- AgroMarket.pe. (2023). *Medidor De Humedad Para Suelos DELTA-T - ML3 ThetaKit*. Recuperado de <https://agromarket.pe/equipos-de-medicion/1066-delta-t-medidor-de-humedad-para-suelos-delta-t-ml3-thetakit.html>
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiracion del Cultivo – Guia para la Determinacion de los Requerimientos de Agua de los Cultivos*. Rome.
<https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm>
- Azpilcueta, M., Pedroza, A., Sánchez, I., Salcedo, M., & Trejo, R. (2017). *Calidad química del agua en un área agrícola de maíz forrajero (Zea Mays l.) en la comarca lagunera, México*. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 33(1), 75-83.
<https://doi.org/10.20937/rica.2017.33.01.07>
- Baca Garcia, C. J. (2010). Manual Tecnico de Riego Presurizado. *Programa de Riego Tecnificado*, 44. <https://es.scribd.com/document/147484000/Manual-Tecnico-de-Riego-Presurizado>
- Benites, C. C. (2001). *Sistemas Hidráulicos de Riego "Diseño y Construcción"*. Arequipa, Perú: UNSA.

- Bernier, P., Robitaille, G. (2004). A plane intersect method for estimating fine root productivity of trees from minirhizotron images. *Plant and Soil*. (0): 1-9 p.
- Camapum, J., de Farias, G., Lemos, S., dos Anjos, M., & Chagas, F. (2015). Solos não saturados no contexto geotécnico.
- Carrasco, J. C. (2017). Implementación de ensayos de succión en suelos parcialmente saturados y análisis de resultados en suelos residuales. Universidad de Chile.
- Cepeda Siller, M., & Gallegos Morales, G. (2003). *La papa: El fruto de la tierra*. Trillas.
- Centro de Investigación en Cultivos Andinos (2022). *Expediente Técnico de la Variedad de Papa QOYA CICA*. UNSAAC. Obtenido de <http://web.unsaac.edu.pe/index.php/universidad/institucional/noticias/item/2072-la-unsaac-realizo-el-lanzamiento-de-nueva-variedad-de-papa-la-qoya-cica>
- Cilloniz, B. (2017). Metodología para determinar los parámetros hídricos de un suelo. *Agroforum*. Obtenido de <https://www.agroforum.pe/agro-noticias/metodologia-determinar-parametros-hidricos-de-suelo-12700/>
- Davis, J., Haines, B., Coleman, D., Hendrick, R., (2004), Fine root dynamics along an elevational gradient in the southern Appalachian Mountains, USA. *Forest Ecology and Management* 187: 19-34 p.
- De Gruijter, J., Brus, D., Bierkens, M., & Knotters, M. (2006). *Sampling for Natural Resource Monitoring* (1.a ed.). Springer.
- Delta-T Devices Ltd. (2017). *ML3 ThetaProbe soil moisture sensor: User manual (version 2.1)*. Delta-T Devices Ltd. <https://www.delta-t.co.uk>

- Egusquiza , B. R. (2000). *La papa: Produccion, Transformacion y Comercialización*. Peru: Centro Internacional de la Papa (CIP).
- FAO. (2021). *Cultivated Area, Production and Yield*. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- FAO. (2020). *FAOSTAT* Recuperado el 30 de julio de 2020, de <http://www.fao.org/faostat/es/#data>
- FAO. (2012). *Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua*. Roma. Recuperado de <https://www.fao.org/documents/card/en?details=e1976ecb-fb63-4ba1-b533-261bab1fde40>
- FAO. (2010). *Manual CROPWAT*. Rome-Italy.
- FAO (2006). *Evapotranspiracion del cultivo Guias para la determinacion de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma. <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm>
- FAO. (1978). *Precipitaciones efectivas en la agricultura de regadío*. Roma. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/X5560E/X5560E00.HTM>
- Fredlund, X. (1994). Equations for the soil-water characteristic 'curve'.
- Figueredo, F (2018). *Riego deficitario controlado mediante sensores en tres variedades de papa (Solanum tuberosum) en la estación experimental de Choquenaira-Viacha*. [Tesis de pre grado, Universidad Mayor de San Andrés]. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182018000200003
- Florido, M., & Bao, L. (2014). Tolerancia a estrés por déficit hídrico en tomate (*Solanum Lycopersicum* L.). *Redalyc* 35(3), 70-88. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232155008.pdf>

- Fuentes Yague, J. L., & Garcia Legaspi, G. (1999). *Tecnicas de riego (1 ed.)*. Mexico: Mundi-prensa Mexico-S.A DE CV.
- Fuentes Yague, J. L. (2003). *Tecnicas de riego (4 ed.)*. Madrid: Mundi-Prensa.
- García-Sánchez, F., Rojas-Arévalo, J., & López-García, J. (2019). *Water deficit effect on growth, yield and water use efficiency of potato (Solanum tuberosum L.) crop under drip irrigation. Agricultural Water Management, 223, 92-101.*
- Gil, E.; Aranda, I.; Peguero, J.& Vilagrosa, A. (2005). El continuo suelo-planta-atmósfera como un modelo integrador de la ecofisiología forestal. Unidad de Recursos forestales. España.
- Guedea Fernández, G., Arriaga Frías, A., & De la Cruz Guzmán. (2001). El efecto de maceta y rizotron: Una herramienta para la investigación y la ciencia. *Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 119. Obtenido de https://revistas.chapingo.mx/forestale/last_issues/phpscript/download.php?file=completo&id=MTEzNA==
- Hernández, J., Díaz, E., & Cerana, J. (2018). *Estimación del punto de marchitez permanente en suelos de la provincia de entre ríos*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11522.43206>
- Holdridge, L. (1967). *Life zone ecology. Life zone ecology*. Ed. San José, Tropical Science Center: Costa Rica.
- Huck, M. G. and H. M. Taylor. 1982. The rhizotron as a tool for root research. *Advances In Agronomy*, 35: 1-35.
- Informaciones agronomicas (2012). *Agronoticias punto de marchitez permanente, capacidad de campo, humedad aprovechable*. Recuperado de <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fagronoticias2012.blogspot.com%2F2016%2F08%2Fpunto-de-marchitez-permanente->

capacidad.html&psig=AOvVaw0gPNCVeAfhlbY63bBy1Iy7&ust=1704907523700000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBEQjRxqFwoTCKDx-83p0I

INTAGRI. (2017). Propiedades Físicas del Suelo y el Crecimiento de las Plantas. Serie Suelos. Núm. 29. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p. Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>

Journal Agriculture. (2020). Global Food Production : A 60 % Dependence on Rain-Fed Lands. Recuperado de <https://www.agriculturejournal.com/global-food-production-60-dependence-rain-fed-lands/>

Keller, J. (1983). *Manual de diseño de sistemas de riego por aspersión y goteo*. U.S.A. International Irrigation Center.

Lecaros, J. (2011). *El riego por goteo*. Arequipa: Instituto Rural Olmos.

Leon Ruiz, J. E., & Leon Teran, J. E. (2023). *Evapotranspiración de cultivos y Llisimetria*. Ecuador: La caracola. http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2023-06-13-222824-Evaporacio%CC%81n_de_los_cultivos.pdf

Loor Ponce , J. I., Jarre Cedeño, C. A., & Vega Ponce, E. C. (2013). *Bases técnicas para el riego presurizado* (Primera ed.). Dreams Magnet.

López, Y. (2017). *Relaciones hídricas en el continuo agua-suelo-planta-atmósfera*. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira - Facultad de Ciencias Agropecuarias. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/51905>

- López, A., Díaz, J., Watts, C., Rodríguez, J., Castellanos, A., Partida, L., & Velázquez, T. (2015). *Evapotranspiración y coeficientes de cultivo de Chile Bell en el Valle de Culiacán, México*. 33(3), 209-219. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57341186003.pdf>
- López, N. & Mendoza, J. (2016). Study of Unsaturated Soils by Coupled Numerical Analyses of Water Flow-Slope Stability, Groundwater - Contaminant and Resource Management. <https://www.intechopen.com/chapters/51278>
- Losada Villasante, A. (2009). Fundamentos hidráulicos. 4 ed. Madrid, España. Mundi-prensa.
- Lozano Rivas, W. A. (2018). *Suelos: Guia de practicas simplificadas en campo y laboratorio* (1 ed.). Universidad Piloto de Colombia.
- Mamani, I. (2017). *Evaluacion del comportamiento del cultivo de papa bajo condiciones de riego deficitario con tres laminas de agua en la comunidad Barco Belen municipio de Achacachi*. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/13342>
- Mamani, W. (2015). *Riego deficitario en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en el municipio de Achacachi La Paz* [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5835>
- Martinez Barrera, L. (1998). Chile: CROMOgraf Ltda. Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/28631/NR26416.pdf?sequence=1>
- Mendez Leal, P., & Meier Romero, S. (s.f.). *Fertilizacion del cultivo de papa*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Carillanca. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6856/NR41999.pdf?sequence=10&isAllowed=y>
- Mendoza, R. B., & Espinoza, A. (2017). *Guia tecnica para muestreo de suelos* (1 ed.). Universidad Nacional Agraria (UNA), y el programa de Agricultura, Suelo y Agua (ASA).

- Metcalfe, D. (2002). *Manual de campo: Calculo de dinamicas de raiz en ecosistemas tropicales*.
https://rainfor.org/wp-content/uploads/sites/129/2022/07/Roots_spanish1.pdf
- Meza, V. (2012). Suelos Parcialmente Saturados, De La Investigación a La Cátedra Universitaria. *Boletín de Ciencias de La Tierra*, (31), 23–38. Retrieved from <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/31251/433> 62
- MIDAGRI. (2022). *En el Día Nacional, el Perú lidera la producción de papa en América Latina. El peruano*. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/612374-midagri-en-el-dia-nacional-el-peru-lidera-la-produccion-de-papa-en-america-latina>
- MIDAGRI. (2021). Produccion de Papa en en Peru. *El Comercio*.
- MIDAGRI. (2020). Déficit hídrico (infografía). *Repositorio Institucional - ANA*.
<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4664>
- Moratiel Yugueros, R. (2017). *Riego en cultivos: fundamentos y manejo*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Mota Ramos, M., & Alves de Oliveira, R. (2009). *manejo de irrigação: Quando e Quanto irrigar*. Brasil: Centro de Producciones Tecnicas.
- Monge Redondos M. A. (2018). *Diseño Agronomico e Hidraulico de Riegos Agricolas a Presion*. Madrid. *Agricola Española S.A.*
- Olalla Mañas, F. M., Lopez Fuster, P., & Calera Belmonte, A. (2005). *Agua y Agronomia*. Mexico. Mundi-prensa.
- Parsons, M. David B. (2010). *Manuales para educacion agropecuaria* (2^a ed.). Trillas.
- Peña, R. F. (2019). *Riego deficitario por goteo a niveles de humedad del suelo en la papa (Solanum spp.) variedad Victoria, Riobamba*, European Scientific Journal June.
URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n18p238>

- Perez, W., & Forbes, G. (2011). *Guia de identificacion de plagas que afectan a la papa en la zona andina*. Peru: Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Pizarro, C. F. (1996). *Riegos Localizados de Alta Frecuencia (RLAF)*. Goteo, microaspersion, exudacion. Bilbao, España. (3ª ed.). Mundi-Prensa. <https://doi.org/Madrid-Barcelona-Mexico>
- Pino, M. T. (2016). Efectos de estres hidrico y de altas temperaturas en el cultivo de papa. *Boletin INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias*. Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6486/NR40462.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
- Ramirez, V., Camacho T., J., y Delgado, N. (2014). *Estudio de la humedad aprovechable del suelo y su relacio con algunos atributos fisicos en un inceptisol. XI Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingenieria Agricola* <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4149.4564>
- Rojas, R. (2016). *Las Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera En Planificación, Diseño y Manejo de Proyectos de Aguas y Tierras*. <http://www.webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/rojas.r/RASPA.PDF>
- Román Cortez & Guillermo H. (2002). *Guía técnica cultivo de papa*. Recuperado de <http://istphuancane.pe.tripod.com/docs/agrop/papa.pdf>
- SENAMHI (2022). *Datos hidrometeorológicos en Cusco*. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cusco&p=estaciones>
- SENAMHI (2013). *Manual de observaciones fenologicas*. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>
- Segerer, C y Villodas, R. (2006). Hidrología “Las precipitaciones” Argentina.

- Simpfendorfer, E. (2006). Efecto del riego en el cultivo de papa. *Especial del riego y drenaje. INIA* (34): 35-38. <https://biblioteca.inia.cl/>
- Staff S. S. (1999). *Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 436. www.nrcs.usda.gov*
- Suarez Aguilar, Z. E., Sepulveda Delgado, O., Patarroyo Mesa, M., Canario Camargo, L. C., & Gonzales Gutierrez, N. R. (2022). *Analisis historico de las necesidades de agua del cultivo de la papa en la region central de Bocaya* (1 ed.). UPTC (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia). Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/elibrodemo/231865>
- Thompson L., Iroeh, F. (2002). Los suelos y su fertilidad. Editorial Reverté S.A. Barcelona. P. 79 – 82.
- Vásquez, A.; Vásquez, I.; Vásquez, C. y Cañamero, M. (2017). Fundamentos de la Ingeniería de riegos. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Villalobos Martin, F. J., & Fereres Castiel, E. (2017). *Fitotecnia: Principios de agronomía para una agricultura sostenible*. España: Ediciones Mundi - Prensa.
- Villalobos, F. J., Mateos, L., Orgaz, F., & Fereres, E. (2009). *Fitotecnia: Bases y tecnologías de la producción agrícola* (2 ed.). Ediciones Mundi- Prensa.
- Zapata Sierra, A. J. (2020). *Manual práctico de sistemas de riego*. Madrid. Mundi-Prensa.
- Zuñiga, S., Morales, C., & Estrada, M. (2017). Cultivo de la papa y sus condiciones climáticas. *Gestión Ingenio Y Sociedad* 2(2), 140-152. <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/60>

ANEXOS

Anexo A. Panel fotográfico

Figura 50

Limpieza de canal de conducción de agua.



Figura 51

Cabezal de control utilizado en la presente investigación.



Figura 52

Instalación riego por goteo.



Figura 53

Hoyos para colocar las cajas rizotron.



Figura 54

Enmarcado de la pantalla transparente de las cajas rizotron.



Anexo B. Instrumentos de medición

Figura 55

Higrómetro.



Figura 56

Anemómetro digital.



Figura 57

Pluviómetro (para medir la precipitación bruta en mm).



Figura 58

Tanque clase A



Anexo C. Actividades en el cultivo de papa

Figura 59

Medición de profundidad radicular.



Figura 60

Medición de humedad del suelo con el sensor ML3 ThetaProbe.



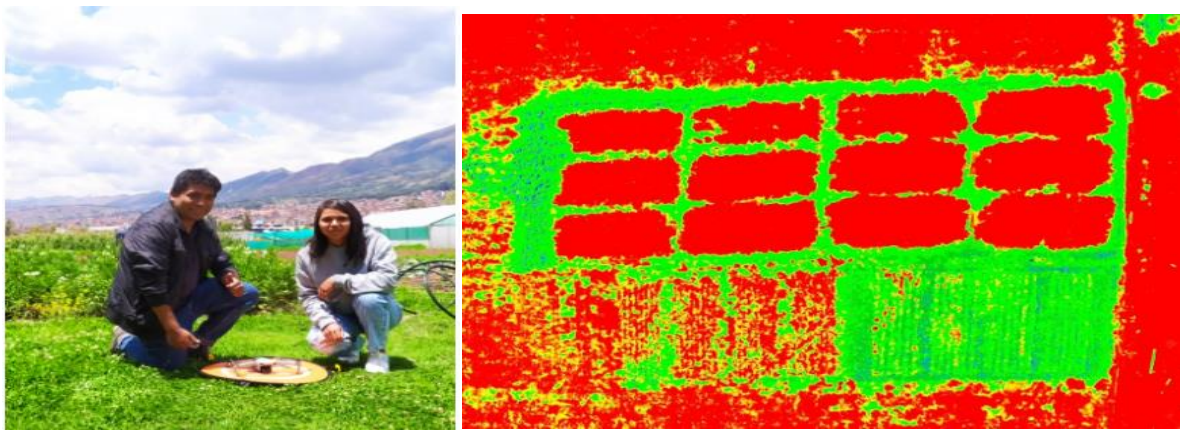
Figura 58

Parcela en estudio.



Figura 62

Uso del Dron, Lado derecho: Imagen multiespectral de la parcela en estudio.



Anexo D. Actividades en laboratorio

Figura 63

Uso de la Olla Richards.



Figura 64

Materiales utilizados para el cálculo de la densidad aparente.



Anexo E. Datos obtenidos en laboratorio

Tabla 51

Data obtenida a través de la olla Richards para el análisis de los parámetros hídricos.

Nº anillo	Tratamiento	Potencial (bar)	Peso húmedo (gr)	Peso seco (gr)
1	T1	0	46.7	32.4

N° anillo	Tratamiento	Potencial (bar)	Peso húmedo (gr)	Peso seco (gr)
2	T1	0	50.2	34.2
3	T1	0	50.2	34.7
4	T1	0	50.6	34.8
5	T2	0	52.4	36.9
6	T2	0	55.2	37.6
7	T2	0	52.4	35.7
8	T2	0	53.2	35.7
9	T3	0	53.8	36.6
10	T3	0	52.8	36
11	T3	0	53.2	36.3
12	T3	0	52.8	36.0
13	T1	0.1	43.3	35.9
14	T1	0.1	38.2	35.0
15	T1	0.1	38.8	32.5
16	T1	0.3	38.7	33.6
17	T1	0.3	40.4	34.6
18	T1	0.3	38.3	33.2
19	T1	0.3	38.0	32.7
20	T1	0.5	39.8	34.1
21	T1	0.5	38.0	33.1
22	T1	0.5	40.0	34.9
23	T1	1.0	36.2	31.2
24	T1	1.0	40.4	34.7
25	T1	1.0	40.4	34.6
26	T2	0.1	39.6	31.8
27	T2	0.1	40.2	32.5
28	T2	0.1	41.2	33.3
29	T2	0.3	40.6	34.5
30	T2	0.3	40.8	34.1
31	T2	0.3	40.4	34.3
32	T2	0.3	40.4	34.4
33	T2	0.5	37.4	31.7
34	T2	0.5	38.9	33.5
35	T2	0.5	38.6	32.5
36	T2	1.0	38.5	33.5
37	T2	1.0	37.2	32.4
38	T2	1.0	37.8	32.6
39	T3	0.1	41.6	33.9

Nº anillo	Tratamiento	Potencial (bar)	Peso húmedo (gr)	Peso seco (gr)
40	T3	0.1	38.6	31.9
41	T3	0.1	42.0	35.1
42	T3	0.3	36.3	31.0
43	T3	0.3	34.7	30.2
44	T3	0.3	38.1	33.4
45	T3	0.3	37.6	33.0
46	T3	0.5	39.8	33.8
47	T3	0.5	41.4	35.2
48	T3	0.5	38.00	31.6
49	T3	1.0	37.5	32.5
50	T3	1.0	37.0	32.1
51	T3	1.0	37.7	32.6
52	T1	3.0	35.8	32.0
53	T1	3.0	33.6	29.9
54	T1	3.0	37.3	33.0
55	T1	3.0	37.4	33.5
56	T2	3.0	37.3	33.3
57	T2	3.0	39.7	35.1
58	T2	3.0	37.8	33.5
59	T2	3.0	35.2	31.3
60	T3	3.0	40.5	35.8
61	T3	3.0	36.1	32.4
62	T3	3.0	33.6	30.2
63	T3	3.0	35.5	31.8
64	T1	5.0	34.5	32.4
65	T1	5.0	32.4	30.7
66	T2	5.0	33.1	31.1
67	T2	5.0	34.4	31.8
68	T3	5.0	35.6	33.6
69	T3	5.0	37.7	34.6
70	T1	7.0	34.8	31.3
71	T1	7.0	34.7	31.1
72	T2	7.0	40.1	35.5
73	T2	7.0	37.8	33.4
74	T3	7.0	40.4	35.8
75	T3	7.0	37.8	33.8
76	T1	7.0	38.7	34.3
77	T1	7.0	35.7	31.9

Nº anillo	Tratamiento	Potencial (bar)	Peso húmedo (gr)	Peso seco (gr)
78	T2	10.0	38.0	33.4
79	T2	10.0	38.7	33.7
80	T3	10.0	39.7	35.6
81	T3	10.0	40.3	35.7
82	T1	10.0	37.6	33.2
83	T1	10.0	41.4	36.5
84	T2	15.0	38.3	35.4
85	T2	15.0	38.7	35.7
86	T2	15.0	39.5	35.5
87	T2	15.0	39.6	35.7
88	T3	15.0	31.9	29.2
89	T3	15.0	35.0	32.2
90	T3	15.0	37.8	34.7
91	T3	15.0	35.6	32.7
92	T1	15.0	35.1	32.3
93	T1	15.0	37.0	34.0
94	T1	15.0	37.7	34.7
95	T1	15.0	36.9	34.0

Anexo F. Resultados

Cálculo de la cantidad de fertilizante existente en el suelo en N-P2O5-K2O

Datos del análisis del suelo

Materia orgánica: 1.93 %

Fosforo: 17.30 ppm

Potasio: 133.80 ppm

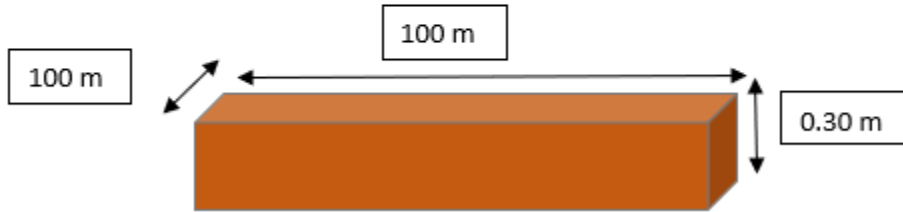
Densidad aparente: 1.45 g/cm³

Hallaremos el Nitrógeno total a partir de la Materia Orgánica al 5%:

$$N_t = M.O * 0.05$$

$$N_t = 1.93 * 0.05$$

$$N_t = 0.0965\%$$



Volumen del suelo:

$$V_s = 100m \times 100m \times 0.30m$$

$$V_s = 3000 m^3$$

Masa de suelo:

$$M_s = V_s \times D_a$$

$$M_s = 3000 m^3/ha \times 1.45 t/m^3$$

$$M_s = 4350 t/ha$$

Hallaremos el Nitrógeno asimilable en el suelo:

100 kg de suelo \longrightarrow 0.0965 kg de Nitrógeno

4350000 kg de suelo \longrightarrow X

$$X = \frac{4350000 \text{ kg de suelo} \times 0.0965 \text{ kg de Nitrógeno}}{100 \text{ kg de suelo}}$$

$$X = 4197.75 \text{ kg de Nitrógeno}$$

- Porcentaje de mineralización de nitrógeno CRU (2%)

4197.75 kg de Nitrógeno \longrightarrow 100%

X \longrightarrow 2%

$$X = \frac{2 \% \times 4197.75 \text{ kg de Nitrógeno}}{100 \%}$$

$$X = 83.955 \text{ kg de Nitrógeno}$$

- Nitrógeno Asimilable (80 %)

$$83.955 \text{ kg de Nitrógeno} \longrightarrow 100\%$$

$$X \longrightarrow 80\%$$

$$X = \frac{83.955 \text{ kg de Nitrógeno} \times 80\%}{100 \%}$$

$$X = 67.16 \text{ kg de Nitrógeno}$$

Hallaremos el Fósforo asimilable en el suelo:

$$1000000 \text{ kg del suelo} \longrightarrow 17.3 \text{ kg de Fósforo}$$

$$4350000 \text{ kg de suelo} \longrightarrow X$$

$$X = \frac{4350000 \text{ kg de suelo} \times 17.3 \text{ kg de Fósforo}}{1000000 \text{ kg de suelo}}$$

$$X = 75.255 \text{ kg de Fosforo}$$

- CRU (15%)

$$75.255 \text{ kg de Fósforo} \longrightarrow 100\%$$

$$X \longrightarrow 15\%$$

$$X = \frac{15\% \times 75.255 \text{ kg de Fósforo}}{100 \%}$$

$$X = 11.28 \text{ kg de Fósforo}$$

Hallaremos el Potasio asimilable en el suelo:

$$1000000 \text{ kg de suelo} \longrightarrow 133.8 \text{ kg de Potasio}$$

4350000 kg de suelo \longrightarrow X

$$X = \frac{4350000 \text{ kg de suelo} \times 133.8 \text{ kg de Potasio}}{1000000 \text{ kg de suelo}}$$

$$X = 582.03 \text{ kg de Potasio}$$

- CRU (50%)

582.03 kg de Potasio \longrightarrow 100%

X \longrightarrow 50%

$$X = \frac{50\% \times 582.03 \text{ kg de Potasio}}{100\%}$$

$$X = 291.01 \text{ kg de Potasio}$$

Tabla de los nuevos niveles de nutrientes:

	Nivel	Contenido de suelo	Nuevo valor
Nitrógeno kg/ha	160	67.16	92.84
Fósforo kg/ha	140	11.28	128.72
Potasio kg/ha	120	291.01	-----

Nivel 160-140-120 de NPK

- **Fertilizante Urea con 46 kg de Nitrógeno para el nivel 160 a requerir:**

100 kg de Urea \longrightarrow 46 kg de Nitrógeno

X \longrightarrow 92.84 kg de Nitrógeno

$$X = \frac{92.84 \text{ kg de Nitrógeno} \times 100 \text{ kg de Urea}}{46 \text{ kg de Nitrógeno}}$$

$$X = 201.826 \text{ kg de Urea}$$

$$10000 \text{ m}^2 \longrightarrow 201.826 \text{ kg de Urea}$$

$$216 \text{ m}^2 \longrightarrow X$$

$$X = \frac{216 \text{ m}^2 \times 201.826 \text{ kg de Urea}}{10000 \text{ m}^2}$$

$$X = 4.359 \text{ kg de Urea}$$

- **Fertilizante Superfosfato triple con 46 kg de P_2O_5 para el nivel 120 a requerir es:**

$$100 \text{ kg de Fosfato monoamónico} \longrightarrow 46 \text{ kg de } P_2O_5$$

$$X \longrightarrow 128.72 \text{ kg de } P_2O_5$$

$$X = \frac{100 \text{ kg de Fosfato monoamónico} \times 128.72 \text{ kg de } P_2O_5}{46 \text{ kg de } P_2O_5}$$

$$X = 279.826 \text{ kg de Fosfato monoamónico}$$

$$10000 \text{ m}^2 \longrightarrow 279.826 \text{ kg de Fosfato monoamónico}$$

$$216 \text{ m}^2 \longrightarrow X$$

$$X = \frac{216 \text{ m}^2 \times 279.826 \text{ kg de Fosfato monoamónico}}{10000 \text{ m}^2}$$

$$X = 6.04 \text{ kg de Fosfato monoamónico}$$

- En el caso del potasio no es necesario incorporar ya que el suelo ya posee esa cantidad.


Figura 65

Cálculo de coeficiente de uniformidad.

Posicion de la lateral	Primer emisor				Emisor 1/3				Emisor 2/3				Ultimo emisor				Q	Q25	CU (Q25/Q)
Lateral inicial	168	166	162	153	167	169	172	160	162	159	172	157	150	157	164	157	162.1875	154.25	0.95105973
1/3 lateral	152	150	155	149	155	165	167	159	160	158	150	156	153	157	149	151	155.375	149.5	0.96218825
2/3 lateral	163	166	160	157	167	162	158	155	165	154	164	158	153	159	150	149	158.75	151.5	0.95433071
Ultimo lateral	180	164	154	151	160	160	150	151	180	158	160	162	146	149	150	150	157.8125	148.75	0.94257426
																	CU	0.95254	

Figura 66

Análisis de agua.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
 Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS
 Nº0207-22-LAQ

SOLICITANTE: VANESSA VERA HUAMAN

MUESTRA : AGUA

FUENTE : RIACHUELO HUANACAURE, GRANJA KAYRA UNSAAC

DISTRITO : SAN JERONIMO

PROVINCIA : CUSCO

REGION : CUSCO

FECHA : C/02/07/2022


RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

=====

pH	7.80
C.E. mmhos/cm	1.05
Dureza ppm CaCO ₃	507.00
Calcio ppm	158.08
Magnesio ppm	23.92
Sodio ppm	40.70
Potasio ppm	6.50
Cloruros ppm	67.90
Sulfatos ppm	278.10
Bicarbonatos ppm	251.60
Carbonatos ppm	0
Hierro ppm	0.16
Boro ppm	0.047
Sales Solubles Totales ppm	871.52

=====

ANALISIS DEL AGUA, JEAN RODIER, 9ª EDICION.
 Cusco, 15 de Julio 2022



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestación de Servicios Analíticos

Melquides Herrera Arbilica
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO
 DE ANALISIS QUÍMICO

Figura 67

Análisis de suelo.



SOLICITANTE : VANESSA VERA HUAMAN
 PREDIO : K'AYRA-POTRERO C-2
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 1196-04S -2022
 LUGAR : CUZCO
 FECHA DE RECEP. : 02/07/2022

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACION CON MICRONUTRIENTES DISPONIBLES
MUESTRA : POTRERO C-02 KAYRA - UNSAAC

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	28.67	%		
Limo	38.08	%		
Arcilla	33.25	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARCILLOSO			
Carbonato de Calcio Total	3.49	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	3.50	dS / m	MES - 004	Electrométrico
Densidad Aparente	1.26	g / cm ³	MES - 027	Gravimétrico
pH (1/1) a Temp 25 °C	7.66		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	17.30	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	1.93	%	MES - 007	Walkley y Black
Potasio Disponible	133.80	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	19.45	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.06	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.60	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.34	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	2.81	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	21.45	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Micronutrientes Disponibles				Extractante: DTPA
Cobre	2.22	ppm.	MES - 018	FAAS
Zinc	0.81	ppm.	MES - 019	FAAS
Manganeso	22.60	ppm.	MES - 020	FAAS
Hierro	14.13	ppm.	MES - 021	FAAS
Boro	0.21	ppm.	MES - 022	Extractante: CaCl ₂ ·2H ₂ O Colorimétrico

DONDE:

E.S : Estado de Saturación.
 (1/1) : Relación Mese del Suelo / Volumen del Agua.
 P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
 C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.

% : Mese / Mese.
 ppm : mg / Kg.
 MES : Metodo Propio del Laboratorio.
 FAAS : Espectrometria de Absorción Atómica por Línea.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo G. Medición de la Humedad del suelo

Tabla 52

Características técnicas del sensor utilizado para la presente investigación.

Esquema de monitoreo de la humedad del suelo	
Variable objetivo	Cantidad volumétrica de humedad del suelo (cm^3/cm^3) a 30 cm de profundidad.
Periodicidad de evaluación	Diaria.
Dispositivo material para medir	Volumen de cálculo del sensor de capacitancia ThetaProbe ML3(60-30 mm de diámetro).
Hora de medición	Aproximadamente a las 7:00 de la mañana.
Protocolos de recolección de data	Observaciones de las condiciones de precipitación y registro en libreta de notas.

Nota. Terminología basada en Grujiter et al. (2006).

Tabla 53

Propiedades técnicas del sensor ThetaProbe.

Propiedades técnicas	
Capacidad de medición	60 a 30 mm de diámetro
Requerimiento de poder	5 a 14 V aproximadamente 18 mA por 1 segundo
Señal emitida	0 a 1.0 V correspondiente a 0 a 0.6 cm^3/cm^3
Rango de medición	Completamente preciso entre 0 a 0.5 cm^3/cm^3
Rango de temperatura	Exactitud completa entre 0 a 40°C.
Rango de salinidad	50 a 500 m Sm^{-1} Los errores por salinidad menores a 0.035 cm^3/cm^3 desde 0.05 a 0.4 cm^3/cm^3
Precisión	0.01 cm^3/cm^3 (con calibración específica)
Variable de medición	Contenido volumétrico de humedad del suelo.

Nota. Basada en Delta-T devices Ltd. (2017). *ML3 ThetaProbe soil moisture sensor: User manual (versión 2.1)*. Delta-T Devices Ltd. <https://www.delta-t.co.uk>

Anexo H. Planilla de riego.

Figura 68

100 % de lámina de reposición de agua.

PLANILLAS DE CALCULO - MANEJO DE AGUA PARA RIEGO - 2022-2023																
Provincia :	Cusco					Profundidad radicular (cm):		9	25	40	43	45	47			
						Ln para llegar a CC:		19.48	54.12	86.59	93.09	97.42	101.75			
	Distrito :	San Jeronimo					Ln (mínimo en suelo):		12.66	35.18	56.29	60.51	63.32	66.14		
							Factor de secamiento		0.35			Area del terreno (ha)			472 m2	
Comunidad C.:	K'ayra					Eficiencia (%):		0.95			Cultivo		Papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.)			
Sector :	Potrero C-2					Fecha:		24 de agosto del 2022			Responsable-Tecnico		Vanessa Vera Huaman			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			13		14	15	
FECHA	DDS	V (m/s)	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm)	Reposición de agua de riego			Consumo de agua		Tempo de riego minutos		
									Pe	Nec. Netas (mm)	Nec. Totales (mm)	C.C.	Descenso tolerable			
24/08/2022	22	0.00	64.10	0.75	4.36	3.27	0.50	1.64	0.00	0.00	0.00	19.48	17.85			
25/08/2022	23	2.00	60.00	0.70	4.80	3.36	0.51	1.71	0.00	0.00	0.00	17.85	16.14			
26/08/2022	24	0.70	64.00	0.75	2.62	1.97	0.52	1.03	0.00	0.00	0.00	16.14	15.11			
27/08/2022	25	1.30	69.00	0.75	5.86	4.40	0.53	2.32	0.00	4.38	4.61	19.48	17.17	55.32		
28/08/2022	26	2.00	67.00	0.70	2.79	1.95	0.54	1.06	0.00	0.00	0.00	17.17	16.11			
29/08/2022	27	4.00	67.00	0.70	3.23	2.26	0.55	1.25	0.00	0.00	0.00	16.11	14.86			
30/08/2022	28	4.00	67.00	0.70	3.64	2.55	0.57	1.45	0.00	4.63	4.87	19.48	18.04	58.43		
31/08/2022	29	1.30	72.00	0.85	3.00	2.55	0.58	1.48	0.00	0.00	0.00	18.04	16.55			
01/09/2022	30	1.30	75.00	0.85	2.86	2.43	0.59	1.45	0.00	0.00	0.00	16.55	15.11			
02/09/2022	31	2.00	77.00	0.75	1.76	1.32	0.61	0.80	0.00	4.37	4.60	19.48	18.68	55.26		
03/09/2022	32	2.70	66.00	0.70	3.20	2.24	0.62	1.39	0.00	0.00	0.00	18.68	17.29			
04/09/2022	33	0.00	64.00	0.75	4.02	3.02	0.64	1.92	0.00	0.00	0.00	17.29	15.37			
05/09/2022	34	1.30	69.00	0.75	5.32	3.99	0.65	2.59	0.00	4.11	4.33	19.48	16.89	51.94		
06/09/2022	35	1.30	69.00	0.75	2.76	2.07	0.66	1.37	0.00	0.00	0.00	16.89	15.52			
07/09/2022	36	0.70	65.00	0.75	9.98	7.49	0.68	5.06	0.00	3.96	4.17	19.48	14.42	50.03		
08/09/2022	37	0.00	67.00	0.75	3.68	2.76	0.69	1.90	0.00	5.06	5.33	19.48	17.58	63.92		
09/09/2022	38	1.30	64.00	0.75	4.38	3.29	0.70	2.31	0.00	0.00	0.00	17.58	15.27			
10/09/2022	39	0.70	65.00	0.75	3.62	2.72	0.72	1.95	0.00	4.21	4.43	19.48	17.54	4.43		
11/09/2022	40	2.00	75.00	0.75	5.96	4.47	0.73	3.26	0.00	0.00	0.00	17.54	14.27			
12/09/2022	41	4.70	68.00	0.70	4.20	2.94	0.74	2.19	0.00	5.21	5.48	54.12	51.93	65.81		
13/09/2022	42	0.70	74.00	0.70	3.94	2.76	0.76	2.09	0.00	0.00	0.00	51.93	49.85			
14/09/2022	43	2.00	70.00	0.75	5.04	3.78	0.77	2.91	0.00	0.00	0.00	49.85	46.93			
15/09/2022	44	0.00	81.00	0.85	1.42	1.21	0.78	0.95	4.73	0.00	0.00	51.66	50.72			
16/09/2022	45	1.30	77.00	0.85	4.62	3.93	0.80	3.13	0.00	0.00	0.00	50.72	47.58			
17/09/2022	46	0.70	70.00	0.85	5.32	4.52	0.81	3.67	0.00	0.00	0.00	47.58	43.91			
18/09/2022	47	0.70	67.00	0.75	3.68	2.76	0.83	2.28	0.00	0.00	0.00	43.91	41.64			
19/09/2022	48	1.30	65.00	0.75	5.64	4.23	0.84	3.55	0.00	12.49	13.14	54.12	50.57	157.71		
20/09/2022	49	3.30	66.00	0.70	3.86	2.70	0.85	2.30	0.00	0.00	0.00	50.57	48.27			
21/09/2022	50	6.70	64.00	0.60	4.40	2.64	0.87	2.29	0.00	0.00	0.00	48.27	45.99			
22/09/2022	51	0.00	72.00	0.85	6.66	5.66	0.88	4.98	0.00	0.00	0.00	45.99	41.01			
23/09/2022	52	1.30	68.60	0.75	4.76	3.57	0.89	3.19	3.75	0.00	0.00	44.76	41.57			
24/09/2022	53	2.00	84.00	0.75	1.76	1.32	0.91	1.20	4.35	0.00	0.00	45.92	44.73			
25/09/2022	54	2.00	64.00	0.70	2.92	2.04	0.92	1.88	0.00	9.39	9.89	54.12	52.24	118.67		
26/09/2022	55	6.70	69.00	0.60	6.40	3.84	0.93	3.58	0.00	0.00	0.00	52.24	48.66			
27/09/2022	56	2.00	63.00	0.70	3.70	2.59	0.95	2.45	0.00	0.00	0.00	48.66	46.20			
28/09/2022	57	2.00	65.00	0.70	4.40	3.08	0.96	2.96	0.00	7.92	8.33	54.12	51.16	100.00		
29/09/2022	58	0.00	67.00	0.75	3.80	2.85	0.97	2.78	0.00	0.00	0.00	51.16	48.39			
30/09/2022	59	6.70	68.00	0.60	4.62	2.77	0.99	2.74	0.00	0.00	0.00	48.39	45.65			
01/10/2022	60	1.30	69.00	0.75	3.60	2.70	1.00	2.70	0.00	8.47	8.92	54.12	51.42	107.00		
02/10/2022	61	1.30	72.00	0.85	4.32	3.67	1.01	3.73	0.00	0.00	0.00	51.42	47.69			
03/10/2022	62	2.00	69.00	0.70	3.10	2.17	1.03	2.23	0.00	0.00	0.00	47.69	45.46			
04/10/2022	63	0.00	77.00	0.85	2.46	2.09	1.04	2.18	0.00	8.66	9.12	54.12	51.94	109.38		
05/10/2022	64	2.00	67.00	0.70	5.06	3.54	1.06	3.74	0.00	0.00	0.00	51.94	48.21			
06/10/2022	65	1.30	72.00	0.85	5.18	4.40	1.07	4.71	0.00	0.00	0.00	48.21	43.50			
07/10/2022	66	2.70	65.00	0.70	4.52	3.16	1.08	3.42	0.00	10.62	11.18	54.12	50.70	134.16		
08/10/2022	67	4.00	72.00	0.75	4.62	3.47	1.10	3.80	0.00	0.00	0.00	50.70	46.90			
09/10/2022	68	4.70	67.00	0.70	3.86	2.70	1.11	3.00	0.00	0.00	0.00	46.90	43.90			
10/10/2022	69	2.70	62.00	0.70	5.42	3.79	1.12	4.26	0.00	10.22	10.76	54.12	49.86	129.08		
11/10/2022	70	2.70	66.00	0.70	4.34	3.04	1.14	3.45	0.00	0.00	0.00	49.86	46.41			
12/10/2022	71	5.30	62.00	0.60	7.90	4.74	1.15	5.45	0.00	0.00	0.00	46.41	40.96			
13/10/2022	72	4.70	61.00	0.70	4.82	3.37	1.15	3.88	0.00	13.16	13.86	86.59	82.71	166.28		
14/10/2022	73	4.70	72.00	0.75	4.72	3.54	1.15	4.07	0.00	0.00	0.00	82.71	78.64			
15/10/2022	74	4.00	63.70	0.70	3.54	2.48	1.15	2.85	0.00	0.00	0.00	78.64	75.79			
16/10/2022	75	3.30	60.10	0.70	2.96	2.07	1.15	2.38	0.00	0.00	0.00	75.79	73.41			
17/10/2022	76	3.30	68.00	0.70	2.50	1.75	1.15	2.01	0.00	0.00	0.00	73.41	71.40			

18/10/2022	77	2.00	70.00	0.75	3.60	2.70	1.15	3.11	0.00	15.20	16.00	86.59	83.49	191.95
19/10/2022	78	5.30	68.00	0.60	6.32	3.79	1.15	4.36	0.00	0.00	0.00	83.49	79.13	
20/10/2022	79	2.00	68.00	0.70	5.14	3.60	1.15	4.14	0.00	0.00	0.00	79.13	74.99	
21/10/2022	80	5.00	67.00	0.60	5.07	3.04	1.15	3.50	0.00	0.00	0.00	74.99	71.49	
22/10/2022	81	1.30	65.00	0.75	4.11	3.08	1.15	3.54	0.00	15.10	15.90	86.59	83.05	190.76
23/10/2022	82	0.00	69.00	0.75	5.70	4.28	1.15	4.92	0.00	0.00	0.00	83.05	78.13	
24/10/2022	83	2.00	71.00	0.75	4.70	3.53	1.15	4.05	0.00	0.00	0.00	78.13	74.08	
25/10/2022	84	2.70	63.00	0.70	4.38	3.07	1.15	3.53	0.00	0.00	0.00	74.08	70.55	
26/10/2022	85	4.00	73.00	0.75	7.38	5.54	1.15	6.37	0.00	16.04	16.89	86.59	80.23	202.62
27/10/2022	86	3.30	68.00	0.70	2.06	1.44	1.15	1.66	0.00	0.00	0.00	80.23	78.57	
28/10/2022	87	1.30	64.00	0.75	2.38	1.79	1.15	2.05	0.00	0.00	0.00	78.57	76.52	
29/10/2022	88	2.00	69.00	0.70	5.16	3.61	1.15	4.15	0.00	0.00	0.00	76.52	72.36	
30/10/2022	89	0.70	66.00	0.75	5.78	4.34	1.15	4.99	0.00	14.23	14.98	93.09	88.10	179.75
31/10/2022	90	0.00	72.00	0.85	5.08	4.32	1.15	4.97	0.00	0.00	0.00	88.10	83.14	
01/11/2022	91	1.30	70.00	0.85	3.60	3.06	1.15	3.52	0.00	0.00	0.00	83.14	79.62	
02/11/2022	92	2.00	67.00	0.70	3.83	2.68	1.15	3.08	0.00	0.00	0.00	79.62	76.54	
03/11/2022	93	2.70	63.00	0.70	5.43	3.80	1.15	4.37	0.00	16.55	17.42	97.42	93.05	209.09
04/11/2022	94	0.70	61.10	0.75	5.70	4.28	1.15	4.92	0.00	0.00	0.00	93.05	88.13	
05/11/2022	95	0.00	62.00	0.75	4.58	3.44	1.15	3.95	0.00	0.00	0.00	88.13	84.18	
06/11/2022	96	1.30	63.20	0.75	4.02	3.02	1.15	3.47	0.00	0.00	0.00	84.18	80.71	
07/11/2022	97	4.70	60.00	0.70	5.06	3.54	1.15	4.07	0.00	0.00	0.00	80.71	76.64	
08/11/2022	98	2.00	61.00	0.70	4.16	2.91	1.15	3.35	0.00	0.00	0.00	76.64	73.29	
09/11/2022	99	2.00	57.00	0.70	3.82	2.67	1.15	3.08	0.00	24.13	25.40	97.42	94.34	304.76
10/11/2022	100	3.30	69.00	0.70	5.36	3.75	1.15	4.31	0.00	0.00	0.00	94.34	90.03	
11/11/2022	101	2.00	59.00	0.70	3.52	2.46	1.15	2.83	0.00	0.00	0.00	90.03	87.19	
12/11/2022	102	1.30	62.00	0.75	6.56	4.92	1.15	5.66	0.00	0.00	0.00	87.19	81.54	
13/11/2022	103	2.00	59.00	0.70	4.52	3.16	1.15	3.64	0.00	0.00	0.00	81.54	77.90	
14/11/2022	104	2.00	60.00	0.70	7.10	4.97	1.15	5.72	0.00	19.52	20.55	97.42	91.70	246.57
15/11/2022	105	1.30	63.00	0.75	7.56	5.67	1.15	6.52	0.00	0.00	0.00	91.70	85.18	
16/11/2022	106	3.70	79.50	0.75	4.86	3.65	1.15	4.19	0.00	0.00	0.00	85.18	80.99	
17/11/2022	107	2.00	57.00	0.70	1.40	0.98	1.15	1.13	0.00	0.00	0.00	80.99	79.86	
18/11/2022	108	2.00	64.00	0.70	2.84	1.99	1.15	2.29	0.00	17.55	18.48	97.42	95.13	221.74
19/11/2022	109	3.30	60.00	0.70	4.44	3.11	1.15	3.57	0.00	0.00	0.00	95.13	91.56	
20/11/2022	110	0.00	74.70	0.85	4.72	4.01	1.15	4.61	0.00	0.00	0.00	91.56	86.94	
21/11/2022	111	4.00	70.90	0.75	4.74	3.56	1.15	4.09	11.55	0.00	0.00	86.94	94.41	
22/11/2022	112	1.30	75.50	0.85	1.90	1.62	1.15	1.86	0.00	0.00	0.00	94.41	92.55	
23/11/2022	113	1.30	70.60	0.85	3.34	2.84	1.15	3.26	0.00	0.00	0.00	92.55	89.28	
24/11/2022	114	1.30	73.00	0.85	3.88	3.30	1.15	3.79	0.00	0.00	0.00	89.28	85.49	
25/11/2022	115	2.70	67.00	0.70	3.14	2.20	1.15	2.53	5.70	0.00	0.00	91.19	88.66	
26/11/2022	116	1.30	61.00	0.75	5.30	3.98	1.15	4.57	0.00	0.00	0.00	88.66	84.09	
27/11/2022	117	1.00	73.40	0.85	5.20	4.42	1.15	5.08	0.00	13.33	14.03	97.42	92.34	168.33
28/11/2022	118	1.30	63.00	0.75	4.02	3.02	1.15	3.47	0.00	0.00	0.00	92.34	88.87	
29/11/2022	119	1.30	69.00	0.75	5.32	3.99	1.15	4.59	0.00	0.00	0.00	88.87	84.28	
30/11/2022	120	1.30	60.00	0.75	4.16	3.12	1.15	3.59	0.00	0.00	0.00	84.28	80.69	
01/12/2022	121	2.00	72.40	0.75	3.70	2.78	1.14	3.15	0.00	16.73	17.61	97.42	94.26	211.29
02/12/2022	122	1.00	72.70	0.85	5.10	4.34	1.12	4.87	0.00	0.00	0.00	94.26	89.39	
03/12/2022	123	1.30	78.90	0.85	3.80	3.23	1.11	3.59	0.00	0.00	0.00	89.39	85.81	
04/12/2022	124	2.00	72.10	0.75	4.00	3.00	1.10	3.29	0.00	0.00	0.00	85.81	82.52	
05/12/2022	125	1.70	73.40	0.85	3.50	2.98	1.08	3.22	0.00	18.12	19.08	101.75	98.53	228.91
06/12/2022	126	1.30	71.00	0.85	2.00	1.70	1.07	1.82	8.03	0.00	0.00	106.56	104.74	
07/12/2022	127	1.70	72.00	0.85	1.50	1.28	1.06	1.35	0.00	0.00	0.00	104.74	103.39	
08/12/2022	128	3.00	79.00	0.75	2.00	1.50	1.04	1.57	0.00	0.00	0.00	103.39	101.82	
09/12/2022	129	1.70	71.10	0.85	1.50	1.28	1.03	1.31	0.00	0.00	0.00	101.82	100.51	
10/12/2022	130	0.00	70.40	0.85	1.50	1.28	1.02	1.30	0.00	0.00	0.00	100.51	99.21	
11/12/2022	131	0.00	76.10	0.85	1.50	1.28	1.00	1.28	0.00	0.00	0.00	99.21	97.94	
12/12/2022	132	0.00	81.10	0.85	5.60	4.76	0.99	4.71	0.00	0.00	0.00	97.94	93.22	
13/12/2022	133	0.00	77.60	0.85	1.30	1.11	0.98	1.08	0.00	8.53	8.97	101.75	100.67	107.69
14/12/2022	134	0.70	82.80	0.85	1.50	1.28	0.96	1.23	0.00	0.00	0.00	100.67	99.44	
15/12/2022	135	1.30	80.50	0.85	1.60	1.36	0.95	1.29	0.00	0.00	0.00	99.44	98.15	
16/12/2022	136	2.70	73.50	0.75	1.00	0.75	0.94	0.70	0.00	0.00	0.00	98.15	97.45	
17/12/2022	137	1.30	69.40	0.75	0.00	0.00	0.92	0.00	4.43	0.00	0.00	101.88	101.88	
18/12/2022	138	2.00	73.80	0.75	1.00	0.75	0.91	0.68	0.00	0.00	0.00	101.88	101.19	
19/12/2022	139	2.70	71.40	0.75	3.70	2.78	0.90	2.49	0.00	0.00	0.00	101.19	98.71	
20/12/2022	140	2.30	66.50	0.70	2.60	1.82	0.88	1.61	0.00	0.00	0.00	98.71	97.10	
21/12/2022	141	1.30	71.30	0.85	3.50	2.98	0.87	2.59	0.00	0.00	0.00	97.10	94.51	
22/12/2022	142	2.50	70.30	0.75	2.20	1.65	0.86	1.41	0.00	7.24	7.62	101.75	100.33	91.44
23/12/2022	143	1.30	71.50	0.85	2.40	2.04	0.84	1.72	0.00	0.00	0.00	100.33	98.61	
24/12/2022	144	4.00	68.40	0.70	3.80	2.66	0.83	2.21	0.00	0.00	0.00	98.61	96.41	
25/12/2022	145	0.70	60.50	0.75	2.80	2.10	0.82	1.72	0.00	0.00	0.00	96.41	94.69	
26/12/2022	146	2.00	67.30	0.70	4.80	3.36	0.80	2.70	0.00	7.06	7.43	101.75	99.05	89.14
27/12/2022	147	2.00	70.30	0.75	4.30	3.23	0.79	2.55	0.00	0.00	0.00	99.05	96.50	
28/12/2022	148	1.30	77.20	0.85	3.90	3.32	0.78	2.57	0.00	0.00	0.00	96.50	93.93	
29/12/2022	149	2.30	67.10	0.70	3.00	2.10	0.76	1.60	0.00	7.82	8.23	101.75	100.14	98.80
30/12/2022	150	1.30	74.40	0.85	3.90	3.32	0.75	2.49	0.00	0.00	0.00	100.14	97.66	
								375.78	42.54	334.01	351.58			

Figura 69

75 % de lámina de reposición de agua.

PLANILLAS DE CALCULO - MANEJO DE AGUA PARA RIEGO - 2022															
Provincia :	Cusco		Profundidad radicular (cm)		9	25	40	43	45	47	Area del terreno (ha)				472 m2
			Ln para llegar a CC:	19.48	54.12	86.59	93.09	97.42	101.75						
Distrito :	San Jeronimo		Ln (mínimo en suelo):		12.66	35.18	56.29	60.51	63.32	66.14	Cultivo				Papa (Solanum tuberosum L.) Vanessa Vera Human
			Fecha:	24 de agosto del 2022											
Comunidad C. :	K'ayra		Factor de secamiento		0.35				Responsible-Tecnico						
			Porcentaje de Lamina:	75%											
Sector :	Potrero C-2		Eficiencia (%)		0.95				Cultivo						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	Reposición de agua de riego			Consumo de agua		Tiempo de riego minutos	
FECHA	DDS	V (m/s)	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm)	ETc (mm)75%	Pe	Nec. Netas (mm)	Nec. Totales (mm)	C.C.		Descenso tolerable
24/08/2023	22	0.00	64.10	0.75	4.36	3.27	0.50	1.64	1.23	0.00	0.00	0.00	19.48	18.26	
25/08/2022	23	2.00	60.00	0.70	4.80	3.36	0.51	1.71	1.29	0.00	0.00	0.00	18.26	16.97	
26/08/2022	24	0.70	64.00	0.75	2.62	1.97	0.52	1.03	0.77	0.00	0.00	0.00	16.97	16.20	
27/08/2022	25	1.30	69.00	0.75	5.86	4.40	0.53	2.32	1.74	0.00	0.00	0.00	16.20	14.46	
28/08/2022	26	2.00	67.00	0.70	2.79	1.95	0.54	1.06	0.79	0.00	5.02	5.28	19.48	18.69	63.42
29/08/2022	27	4.00	67.00	0.70	3.23	2.26	0.55	1.25	0.94	0.00	0.00	0.00	18.69	17.75	
30/08/2022	28	4.00	67.00	0.70	3.64	2.55	0.57	1.45	1.08	0.00	0.00	0.00	17.75	16.67	
31/08/2022	29	1.30	72.00	0.85	3.00	2.55	0.58	1.48	1.11	0.00	0.00	0.00	16.67	15.56	
01/09/2022	30	1.30	75.00	0.85	2.86	2.43	0.59	1.45	1.08	0.00	3.93	4.13	19.48	18.40	49.62
02/09/2022	31	2.00	77.00	0.75	1.76	1.32	0.61	0.80	0.60	0.00	0.00	0.00	18.40	17.80	
03/09/2022	32	2.70	66.00	0.70	3.20	2.24	0.62	1.39	1.04	0.00	0.00	0.00	17.80	16.75	
04/09/2022	33	0.00	64.00	0.75	4.02	3.02	0.64	1.92	1.44	0.00	0.00	0.00	16.75	15.32	
05/09/2022	34	1.30	69.00	0.75	5.32	3.99	0.65	2.59	1.94	0.00	4.17	4.39	19.48	17.54	52.65
06/09/2022	35	1.30	69.00	0.75	2.76	2.07	0.66	1.37	1.03	0.00	0.00	0.00	17.54	16.51	
07/09/2022	36	0.70	65.00	0.75	9.98	7.49	0.68	5.06	3.80	0.00	2.97	3.13	19.48	15.69	37.52
08/09/2022	37	0.00	67.00	0.75	3.68	2.76	0.69	1.90	1.43	0.00	0.00	0.00	15.69	14.26	
09/09/2022	38	1.30	64.00	0.75	4.38	3.29	0.70	2.31	1.73	0.00	5.22	5.50	19.48	17.75	65.97
10/09/2022	39	0.70	65.00	0.75	3.62	2.72	0.72	1.95	1.46	0.00	0.00	0.00	17.75	16.29	
11/09/2022	40	2.00	75.00	0.75	5.96	4.47	0.73	3.26	2.45	0.00	3.19	3.36	19.48	17.04	40.32
12/09/2022	41	4.70	68.00	0.70	4.20	2.94	0.74	2.19	1.64	0.00	0.00	0.00	17.04	15.40	
13/09/2022	42	0.70	74.00	0.70	3.94	2.76	0.76	2.09	1.57	0.00	4.09	4.30	54.12	52.55	51.64
14/09/2022	43	2.00	70.00	0.75	5.04	3.78	0.77	2.91	2.19	0.00	0.00	0.00	52.55	50.37	
15/09/2022	44	0.00	81.00	0.85	1.42	1.21	0.78	0.95	0.71	4.73	0.00	0.00	55.10	54.39	
16/09/2022	45	1.30	77.00	0.85	4.62	3.93	0.80	3.13	2.35	0.00	0.00	0.00	54.39	52.04	
17/09/2022	46	0.70	70.00	0.85	5.32	4.52	0.81	3.67	2.75	0.00	0.00	0.00	52.04	49.29	
18/09/2022	47	0.70	67.00	0.75	3.68	2.76	0.83	2.28	1.71	0.00	0.00	0.00	49.29	47.58	
19/09/2022	48	1.30	65.00	0.75	5.64	4.23	0.84	3.55	2.66	0.00	9.20	9.69	54.12	51.46	116.24
20/09/2022	49	3.30	66.00	0.70	3.86	2.70	0.85	2.30	1.73	0.00	0.00	0.00	51.46	49.73	
21/09/2022	50	6.70	64.00	0.60	4.40	2.64	0.87	2.29	1.71	0.00	0.00	0.00	49.73	48.02	
22/09/2022	51	0.00	72.00	0.85	6.66	5.66	0.88	4.98	3.73	0.00	6.10	6.42	54.12	50.39	77.06
23/09/2022	52	1.30	68.60	0.75	4.76	3.57	0.89	3.19	2.39	3.75	0.00	0.00	54.14	51.75	
24/09/2022	53	2.00	84.00	0.75	1.76	1.32	0.91	1.20	0.90	4.35	0.00	0.00	56.10	55.20	
25/09/2022	54	2.00	64.00	0.70	2.92	2.04	0.92	1.88	1.41	0.00	0.00	0.00	55.20	53.79	
26/09/2022	55	6.70	69.00	0.60	6.40	3.84	0.93	3.58	2.69	0.00	0.00	0.00	53.79	51.10	
27/09/2022	56	2.00	63.00	0.70	3.70	2.59	0.95	2.45	1.84	0.00	0.00	0.00	51.10	49.26	
28/09/2022	57	2.00	65.00	0.70	4.40	3.08	0.96	2.96	2.22	0.00	0.00	0.00	49.26	47.05	
29/09/2022	58	0.00	67.00	0.75	3.80	2.85	0.97	2.78	2.08	0.00	7.08	7.45	54.12	52.04	89.38
30/09/2022	59	6.70	68.00	0.60	4.62	2.77	0.99	2.74	2.05	0.00	0.00	0.00	52.04	49.99	
01/10/2022	60	1.30	69.00	0.75	3.60	2.70	1.00	2.70	2.03	0.00	0.00	0.00	49.99	47.96	
02/10/2022	61	1.30	72.00	0.85	4.32	3.67	1.01	3.73	2.79	0.00	6.16	6.49	54.12	51.33	77.84
03/10/2022	62	2.00	69.00	0.70	3.10	2.17	1.03	2.23	1.67	0.00	0.00	0.00	51.33	49.65	
04/10/2022	63	0.00	77.00	0.85	2.46	2.09	1.04	2.18	1.63	0.00	0.00	0.00	49.65	48.02	
05/10/2022	64	2.00	67.00	0.70	5.06	3.54	1.06	3.74	2.80	0.00	6.10	6.42	54.12	51.32	77.07
06/10/2022	65	1.30	72.00	0.85	5.18	4.40	1.07	4.71	3.53	0.00	0.00	0.00	51.32	47.79	
07/10/2022	66	2.70	65.00	0.70	4.52	3.16	1.08	3.42	2.57	0.00	6.10	6.42	54.12	51.55	77.07
08/10/2022	67	4.00	72.00	0.75	4.62	3.47	1.10	3.80	2.85	0.00	0.00	0.00	51.55	48.71	
09/10/2022	68	4.70	67.00	0.70	3.86	2.70	1.11	3.00	2.25	0.00	0.00	0.00	48.71	46.46	
10/10/2022	69	2.70	62.00	0.70	5.42	3.79	1.12	4.26	3.20	0.00	7.66	8.07	54.12	50.93	96.81
11/10/2022	70	2.70	66.00	0.70	4.34	3.04	1.14	3.45	2.59	0.00	0.00	0.00	50.93	48.34	
12/10/2022	71	5.30	62.00	0.60	7.90	4.74	1.15	5.45	4.09	0.00	0.00	0.00	48.34	44.25	
13/10/2022	72	4.70	61.00	0.70	4.82	3.37	1.15	3.88	2.91	0.00	9.87	10.39	86.59	83.68	124.71
14/10/2022	73	4.70	72.00	0.75	4.72	3.54	1.15	4.07	3.05	0.00	0.00	0.00	83.68	80.63	
15/10/2022	74	4.00	63.70	0.70	3.54	2.48	1.15	2.85	2.14	0.00	0.00	0.00	80.63	78.49	
16/10/2022	75	3.30	60.10	0.70	2.96	2.07	1.15	2.38	1.79	0.00	0.00	0.00	78.49	76.71	

Figura 70

50 % de lámina de reposición de agua.

PLANILLAS DE CALCULO - MANEJO DE AGUA PARA RIEGO - 2022															
Provincia :	Cusco						9	25	40	43	45	47			
	Ln para llegar a CC:						19.48	54.12	86.59	93.09	97.42	101.75			
Distrito :	San Jeronimo						12.66	35.18	56.29	60.51	63.32	66.14			
	Fecha:						24 de agosto del 2022			Area del terreno (ha)		472 m2			
Comunidad C. :	K'ayra						Factor de secamiento		0.35		Cultivo		Papa (Solanum tuberosum L.)		
	Sector: Potrero C-2						Eficiencia (%)		0.95		Responsible-Tecnico		Vanessa Vera Human		
Sector:		Potrero C-2		Porcentaje de Lamina:		50%									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
FECHA	DDS	V (m/s)	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm)	ETc (mm)50%	Reposición de agua de riego			Consumo de agua		Tiempo de riego
										Pe	Nec. Netas (mm)	Nec. Totales (mm)	C.C.	Descenso tolerable	
24/08/2023	22	0.00	64.10	0.75	4.36	3.27	0.50	1.64	0.82	0.00	0.00	0.00	19.48	18.67	
25/08/2022	23	2.00	60.00	0.70	4.80	3.36	0.51	1.71	0.86	0.00	0.00	0.00	18.67	17.81	
26/08/2022	24	0.70	64.00	0.75	2.62	1.97	0.52	1.03	0.51	0.00	0.00	0.00	17.81	17.29	
27/08/2022	25	1.30	69.00	0.75	5.86	4.40	0.53	2.32	1.16	0.00	0.00	0.00	17.29	16.14	
28/08/2022	26	2.00	67.00	0.70	2.79	1.95	0.54	1.06	0.53	0.00	3.35	3.52	19.48	18.96	
29/08/2022	27	4.00	67.00	0.70	3.23	2.26	0.55	1.25	0.63	0.00	0.00	0.00	18.96	18.33	
30/08/2022	28	4.00	67.00	0.70	3.64	2.55	0.57	1.45	0.72	0.00	0.00	0.00	18.33	17.61	
31/08/2022	29	1.30	72.00	0.85	3.00	2.55	0.58	1.48	0.74	0.00	0.00	0.00	17.61	16.86	
01/09/2022	30	1.30	75.00	0.85	2.86	2.43	0.59	1.45	0.72	0.00	2.62	2.76	19.48	18.76	
02/09/2022	31	2.00	77.00	0.75	1.76	1.32	0.61	0.80	0.40	0.00	0.00	0.00	18.76	18.36	
03/09/2022	32	2.70	66.00	0.70	3.20	2.24	0.62	1.39	0.70	0.00	0.00	0.00	18.36	17.66	
04/09/2022	33	0.00	64.00	0.75	4.02	3.02	0.64	1.92	0.96	0.00	0.00	0.00	17.66	16.70	
05/09/2022	34	1.30	69.00	0.75	5.32	3.99	0.65	2.59	1.29	0.00	2.78	2.93	19.48	18.19	
06/09/2022	35	1.30	69.00	0.75	2.76	2.07	0.66	1.37	0.69	0.00	0.00	0.00	18.19	17.50	
07/09/2022	36	0.70	65.00	0.75	9.98	7.49	0.68	5.06	2.53	0.00	0.00	0.00	17.50	14.97	
08/09/2022	37	0.00	67.00	0.75	3.68	2.76	0.69	1.90	0.95	0.00	4.51	4.75	19.48	18.53	
09/09/2022	38	1.30	64.00	0.75	4.38	3.29	0.70	2.31	1.15	0.00	0.00	0.00	18.53	17.38	
10/09/2022	39	0.70	65.00	0.75	3.62	2.72	0.72	1.95	0.97	0.00	0.00	0.00	17.38	16.40	
11/09/2022	40	2.00	75.00	0.75	5.96	4.47	0.73	3.26	1.63	0.00	3.08	3.24	19.48	17.85	
12/09/2022	41	4.70	68.00	0.70	4.20	2.94	0.74	2.19	1.09	0.00	0.00	0.00	17.85	16.76	
13/09/2022	42	0.70	74.00	0.70	3.94	2.76	0.76	2.09	1.04	0.00	0.00	0.00	16.76	15.71	
14/09/2022	43	2.00	70.00	0.75	5.04	3.78	0.77	2.91	1.46	0.00	0.00	0.00	15.71	14.26	
15/09/2022	44	0.00	81.00	0.85	1.42	1.21	0.78	0.95	0.47	4.73	0.00	0.00	18.99	18.51	
16/09/2022	45	1.30	77.00	0.85	4.62	3.93	0.80	3.13	1.57	0.00	0.00	0.00	18.51	16.95	
17/09/2022	46	0.70	70.00	0.85	5.32	4.52	0.81	3.67	1.83	0.00	2.54	2.67	54.12	52.29	
18/09/2022	47	0.70	67.00	0.75	3.68	2.76	0.83	2.28	1.14	0.00	0.00	0.00	52.29	51.15	
19/09/2022	48	1.30	65.00	0.75	5.64	4.23	0.84	3.55	1.77	0.00	0.00	0.00	51.15	49.37	
20/09/2022	49	3.30	66.00	0.70	3.86	2.70	0.85	2.30	1.15	0.00	0.00	0.00	49.37	48.22	
21/09/2022	50	6.70	64.00	0.60	4.40	2.64	0.87	2.29	1.14	0.00	0.00	0.00	48.22	47.08	
22/09/2022	51	0.00	72.00	0.85	6.66	5.66	0.88	4.98	2.49	0.00	0.00	0.00	47.08	44.59	
23/09/2022	52	1.30	68.60	0.75	4.76	3.57	0.89	3.19	1.59	3.75	0.00	0.00	48.34	46.75	
24/09/2022	53	2.00	84.00	0.75	1.76	1.32	0.91	1.20	0.60	4.35	0.00	0.00	51.10	50.50	
25/09/2022	54	2.00	64.00	0.70	2.92	2.04	0.92	1.88	0.94	0.00	0.00	0.00	50.50	49.56	
26/09/2022	55	6.70	69.00	0.60	6.40	3.84	0.93	3.58	1.79	0.00	4.62	4.86	54.12	52.33	
27/09/2022	56	2.00	63.00	0.70	3.70	2.59	0.95	2.45	1.23	0.00	0.00	0.00	52.33	51.10	
28/09/2022	57	2.00	65.00	0.70	4.40	3.08	0.96	2.96	1.48	0.00	0.00	0.00	51.10	49.62	
29/09/2022	58	0.00	67.00	0.75	3.80	2.85	0.97	2.78	1.39	0.00	0.00	0.00	49.62	48.24	
30/09/2022	59	6.70	68.00	0.60	4.62	2.77	0.99	2.74	1.37	0.00	5.89	6.19	54.12	52.75	
01/10/2022	60	1.30	69.00	0.75	3.60	2.70	1.00	2.70	1.35	0.00	0.00	0.00	52.75	51.40	
02/10/2022	61	1.30	72.00	0.85	4.32	3.67	1.01	3.73	1.86	0.00	0.00	0.00	51.40	49.54	
03/10/2022	62	2.00	69.00	0.70	3.10	2.17	1.03	2.23	1.12	0.00	0.00	0.00	49.54	48.42	
04/10/2022	63	0.00	77.00	0.85	2.46	2.09	1.04	2.18	1.09	0.00	5.70	6.00	54.12	53.03	
05/10/2022	64	2.00	67.00	0.70	5.06	3.54	1.06	3.74	1.87	0.00	0.00	0.00	53.03	51.16	
06/10/2022	65	1.30	72.00	0.85	5.18	4.40	1.07	4.71	2.35	0.00	0.00	0.00	51.16	48.81	
07/10/2022	66	2.70	65.00	0.70	4.52	3.16	1.08	3.42	1.71	0.00	0.00	0.00	48.81	47.10	
08/10/2022	67	4.00	72.00	0.75	4.62	3.47	1.10	3.80	1.90	0.00	7.02	7.39	54.12	52.22	
09/10/2022	68	4.70	67.00	0.70	3.86	2.70	1.11	3.00	1.50	0.00	0.00	0.00	52.22	50.72	
10/10/2022	69	2.70	62.00	0.70	5.42	3.79	1.12	4.26	2.13	0.00	0.00	0.00	50.72	48.59	
11/10/2022	70	2.70	66.00	0.70	4.34	3.04	1.14	3.45	1.73	0.00	0.00	0.00	48.59	46.87	
12/10/2022	71	5.30	62.00	0.60	7.90	4.74	1.15	5.45	2.73	0.00	7.25	7.64	54.12	51.40	
13/10/2022	72	4.70	61.00	0.70	4.82	3.37	1.15	3.88	1.94	0.00	0.00	0.00	51.40	49.46	
14/10/2022	73	4.70	72.00	0.75	4.72	3.54	1.15	4.07	2.04	0.00	0.00	0.00	49.46	47.42	
15/10/2022	74	4.00	63.70	0.70	3.54	2.48	1.15	2.85	1.42	0.00	6.70	7.05	86.59	85.17	
16/10/2022	75	3.30	60.10	0.70	2.96	2.07	1.15	2.38	1.19	0.00	0.00	0.00	85.17	83.98	
17/10/2022	76	3.30	68.00	0.70	2.50	1.75	1.15	2.01	1.01	0.00	0.00	0.00	83.98	82.97	

18/10/2022	77	2.00	70.00	0.75	3.60	2.70	1.15	3.11	1.55	0.00	0.00	0.00	82.97	81.42	
19/10/2022	78	5.30	68.00	0.60	6.32	3.79	1.15	4.36	2.18	0.00	0.00	0.00	81.42	79.24	
20/10/2022	79	2.00	68.00	0.70	5.14	3.60	1.15	4.14	2.07	0.00	0.00	0.00	79.24	77.17	
21/10/2022	80	5.00	67.00	0.60	5.07	3.04	1.15	3.50	1.75	0.00	9.42	9.92	86.59	84.84	119.04
22/10/2022	81	1.30	65.00	0.75	4.11	3.08	1.15	3.54	1.77	0.00	0.00	0.00	84.84	83.07	
23/10/2022	82	0.00	69.00	0.75	5.70	4.28	1.15	4.92	2.46	0.00	0.00	0.00	83.07	80.61	
24/10/2022	83	2.00	71.00	0.75	4.70	3.53	1.15	4.05	2.03	0.00	0.00	0.00	80.61	78.59	
25/10/2022	84	2.70	63.00	0.70	4.38	3.07	1.15	3.53	1.76	0.00	0.00	0.00	78.59	76.82	
26/10/2022	85	4.00	73.00	0.75	7.38	5.54	1.15	6.37	3.18	0.00	9.77	10.28	86.59	83.41	123.40
27/10/2022	86	3.30	68.00	0.70	2.06	1.44	1.15	1.66	0.83	0.00	0.00	0.00	83.41	82.58	
28/10/2022	87	1.30	64.00	0.75	2.38	1.79	1.15	2.05	1.03	0.00	0.00	0.00	82.58	81.56	
29/10/2022	88	2.00	69.00	0.70	5.16	3.61	1.15	4.15	2.08	0.00	0.00	0.00	81.56	79.48	
30/10/2022	89	0.70	66.00	0.75	5.78	4.34	1.15	4.99	2.49	0.00	0.00	0.00	79.48	76.99	
31/10/2022	90	0.00	72.00	0.85	5.08	4.32	1.15	4.97	2.48	0.00	9.61	10.11	93.09	90.61	121.36
01/11/2022	91	1.30	70.00	0.85	3.60	3.06	1.15	3.52	1.76	0.00	0.00	0.00	90.61	88.85	
02/11/2022	92	2.00	67.00	0.70	3.83	2.68	1.15	3.08	1.54	0.00	0.00	0.00	88.85	87.30	
03/11/2022	93	2.70	63.00	0.70	5.43	3.80	1.15	4.37	2.19	0.00	0.00	0.00	87.30	85.12	
04/11/2022	94	0.70	61.10	0.75	5.70	4.28	1.15	4.92	2.46	0.00	0.00	0.00	85.12	82.66	
05/11/2022	95	0.00	62.00	0.75	4.58	3.44	1.15	3.95	1.98	0.00	0.00	0.00	82.66	80.69	
06/11/2022	96	1.30	63.20	0.75	4.02	3.02	1.15	3.47	1.73	0.00	12.40	13.06	97.42	95.68	156.67
07/11/2022	97	4.70	60.00	0.70	5.06	3.54	1.15	4.07	2.04	0.00	0.00	0.00	95.68	93.65	
08/11/2022	98	2.00	61.00	0.70	4.16	2.91	1.15	3.35	1.67	0.00	0.00	0.00	93.65	91.97	
09/11/2022	99	2.00	57.00	0.70	3.82	2.67	1.15	3.08	1.54	0.00	0.00	0.00	91.97	90.44	
10/11/2022	100	3.30	69.00	0.70	5.36	3.75	1.15	4.31	2.16	0.00	0.00	0.00	90.44	88.28	
11/11/2022	101	2.00	59.00	0.70	3.52	2.46	1.15	2.83	1.42	0.00	0.00	0.00	88.28	86.86	
12/11/2022	102	1.30	62.00	0.75	6.56	4.92	1.15	5.66	2.83	0.00	11.56	12.17	97.42	94.59	146.02
13/11/2022	103	2.00	59.00	0.70	4.52	3.16	1.15	3.64	1.82	0.00	0.00	0.00	94.59	92.77	
14/11/2022	104	2.00	60.00	0.70	7.10	4.97	1.15	5.72	2.86	0.00	0.00	0.00	92.77	89.91	
15/11/2022	105	1.30	63.00	0.75	7.56	5.67	1.15	6.52	3.26	0.00	7.51	7.90	97.42	94.16	94.81
16/11/2022	106	3.70	79.50	0.75	4.86	3.65	1.15	4.19	2.10	0.00	0.00	0.00	94.16	92.06	
17/11/2022	107	2.00	57.00	0.70	1.40	0.98	1.15	1.13	0.56	0.00	0.00	0.00	92.06	91.50	
18/11/2022	108	2.00	64.00	0.70	2.84	1.99	1.15	2.29	1.14	0.00	0.00	0.00	91.50	90.36	
19/11/2022	109	3.30	60.00	0.70	4.44	3.11	1.15	3.57	1.79	0.00	0.00	0.00	90.36	88.57	
20/11/2022	110	0.00	74.70	0.85	4.72	4.01	1.15	4.61	2.31	0.00	0.00	0.00	88.57	86.26	
21/11/2022	111	4.00	70.90	0.75	4.74	3.56	1.15	4.09	2.04	11.55	11.16	11.74	97.42	95.37	140.93
22/11/2022	112	1.30	75.50	0.85	1.90	1.62	1.15	1.86	0.93	0.00	0.00	0.00	95.37	94.45	
23/11/2022	113	1.30	70.60	0.85	3.34	2.84	1.15	3.26	1.63	0.00	0.00	0.00	94.45	92.81	
24/11/2022	114	1.30	73.00	0.85	3.88	3.30	1.15	3.79	1.90	0.00	0.00	0.00	92.81	90.92	
25/11/2022	115	2.70	67.00	0.70	3.14	2.20	1.15	2.53	1.26	5.70	0.00	0.00	96.62	95.35	
26/11/2022	116	1.30	61.00	0.75	5.30	3.98	1.15	4.57	2.29	0.00	0.00	0.00	95.35	93.07	
27/11/2022	117	1.00	73.40	0.85	5.20	4.42	1.15	5.08	2.54	0.00	0.00	0.00	93.07	90.53	
28/11/2022	118	1.30	63.00	0.75	4.02	3.02	1.15	3.47	1.73	0.00	0.00	0.00	90.53	88.79	
29/11/2022	119	1.30	69.00	0.75	5.32	3.99	1.15	4.59	2.29	0.00	0.00	0.00	88.79	86.50	
30/11/2022	120	1.30	60.00	0.75	4.16	3.12	1.15	3.59	1.79	0.00	0.00	0.00	86.50	84.84	
01/12/2022	121	2.00	72.40	0.75	3.70	2.78	1.14	3.15	1.58	0.00	0.00	0.00	84.84	83.07	
02/12/2022	122	1.00	72.70	0.85	5.10	4.34	1.12	4.87	2.43	0.00	0.00	0.00	83.07	81.42	
03/12/2022	123	1.30	78.90	0.85	3.80	3.23	1.11	3.59	1.79	0.00	0.00	0.00	81.42	79.24	
04/12/2022	124	2.00	72.10	0.75	4.00	3.00	1.10	3.29	1.65	0.00	0.00	0.00	79.24	77.17	
05/12/2022	125	1.70	73.40	0.85	3.50	2.98	1.08	3.22	1.61	0.00	0.00	0.00	77.17	75.00	
06/12/2022	126	1.30	71.00	0.85	2.00	1.70	1.07	1.82	0.91	8.03	0.00	0.00	75.00	72.83	
07/12/2022	127	1.70	72.00	0.85	1.50	1.28	1.06	1.35	0.67	0.00	0.00	0.00	72.83	70.66	
08/12/2022	128	3.00	79.00	0.75	2.00	1.50	1.04	1.57	0.78	0.00	0.00	0.00	70.66	68.49	
09/12/2022	129	1.70	71.10	0.85	1.50	1.28	1.03	1.31	0.66	0.00	0.00	0.00	68.49	66.32	
10/12/2022	130	0.00	70.40	0.85	1.50	1.28	1.02	1.30	0.65	0.00	0.00	0.00	66.32	64.15	
11/12/2022	131	0.00	76.10	0.85	1.50	1.28	1.00	1.28	0.64	0.00	0.00	0.00	64.15	61.98	
12/12/2022	132	0.00	81.10	0.85	5.60	4.76	0.99	4.71	2.36	0.00	0.00	0.00	61.98	59.81	
13/12/2022	133	0.00	77.60	0.85	1.30	1.11	0.98	1.08	0.54	0.00	0.00	0.00	59.81	57.64	
14/12/2022	134	0.70	82.80	0.85	1.50	1.28	0.96	1.23	0.61	0.00	0.00	0.00	57.64	55.47	
15/12/2022	135	1.30	80.50	0.85	1.60	1.36	0.95	1.29	0.65	0.00	0.00	0.00	55.47	53.30	
16/12/2022	136	2.70	73.50	0.75	1.00	0.75	0.94	0.70	0.35	0.00	0.00	0.00	53.30	51.13	
17/12/2022	137	1.30	69.40	0.75	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00	4.43	0.00	0.00	51.13	48.96	
18/12/2022	138	2.00	73.80	0.75	1.00	0.75	0.91	0.68	0.34	0.00	0.00	0.00	48.96	46.79	
19/12/2022	139	2.70	71.40	0.75	3.70	2.78	0.90	2.49	1.24	0.00	0.00	0.00	46.79	44.62	
20/12/2022	140	2.30	66.50	0.70	2.60	1.82	0.88	1.61	0.80	0.00	8.80	9.26	101.75	100.94	111.13
21/12/2022	141	1.30	71.30	0.85	3.50	2.98	0.87	2.59	1.29	0.00	0.00	0.00	100.94	99.65	
22/12/2022	142	2.50	70.30	0.75	2.20	1.65	0.86	1.41	0.71	0.00	0.00	0.00	99.65	98.94	
23/12/2022	143	1.30	71.50	0.85	2.40	2.04	0.84	1.72	0.86	0.00	0.00	0.00	98.94	98.08	
24/12/2022	144	4.00	68.40	0.70	3.80	2.66	0.83	2.21	1.10	0.00	0.00	0.00	98.08	96.98	
25/12/2022	145	0.70	60.50	0.75	2.80	2.10	0.82	1.72	0.86	0.00	0.00	0.00	96.98	96.12	
26/12/2022	146	2.00	67.30	0.70	4.80	3.36	0.80	2.70	1.35	0.00	0.00	0.00	96.12	94.77	
27/12/2022	147	2.00	70.30	0.75	4.30	3.23	0.79	2.55	1.27	0.00	0.00	0.00	94.77	93.50	
28/12/2022	148	1.30	77.20	0.85	3.90	3.32	0.78	2.57	1.29	0.00	0.00	0.00	93.50	92.21	
29/12/2022	149	2.30	67.10	0.70	3.00	2.10	0.76	1.60	0.80	0.00	0.00	0.00	92.21	91.41	
30/12/2022	150	1.30	74.40	0.85	3.90	3.32	0.75	2.49	1.24	0.00	10.34	10.88	101.75	100.50	130.59
									188.71	42.54	146.62	154.33			

Anexo I. Evaluación de medición de humedad en el experimento

Tabla 54

Data de la medición de humedad del suelo con el sensor “ML3 ThetaProbe”.

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
25/08/2022	I	T 1	0.30	0.33	0.33	0.34	0.34	0.33
25/08/2022	I	T 2	0.28	0.26	0.26	0.25	0.25	0.26
25/08/2022	I	T 3	0.20	0.23	0.23	0.21	0.24	0.22
25/08/2022	II	T 1	0.34	0.35	0.34	0.34	0.33	0.30
25/08/2022	II	T 2	0.29	0.28	0.27	0.27	0.28	0.27
25/08/2022	II	T 3	0.22	0.24	0.25	0.23	0.24	0.23
25/08/2022	III	T 1	0.30	0.31	0.33	0.33	0.33	0.34
25/08/2022	III	T 2	0.24	0.26	0.27	0.26	0.26	0.27
25/08/2022	III	T 3	0.23	0.22	0.22	0.23	0.22	0.22
25/08/2022	IV	T 1	0.33	0.34	0.34	0.34	0.32	0.32
25/08/2022	IV	T 2	0.26	0.28	0.27	0.26	0.27	0.27
25/08/2022	IV	T 3	0.23	0.24	0.23	0.23	0.24	0.24
27/08/2022	I	T 1	0.30	0.33	0.33	0.34	0.34	0.30
27/08/2022	I	T 2	0.27	0.29	0.29	0.29	0.28	0.30
27/08/2022	I	T 3	0.25	0.23	0.22	0.21	0.25	0.23
27/08/2022	II	T 1	0.30	0.32	0.33	0.32	0.30	0.32
27/08/2022	II	T 2	0.27	0.28	0.29	0.30	0.28	0.27
27/08/2022	II	T 3	0.23	0.22	0.21	0.24	0.25	0.22
27/08/2022	III	T 1	0.30	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30
27/08/2022	III	T 2	0.26	0.25	0.27	0.28	0.26	0.27
27/08/2022	III	T 3	0.21	0.22	0.22	0.21	0.20	0.21
27/08/2022	IV	T 1	0.30	0.32	0.33	0.32	0.31	0.31

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
27/08/2022	IV	T 2	0.29	0.25	0.27	0.27	0.28	0.27
27/08/2022	IV	T 3	0.21	0.22	0.22	0.20	0.21	0.22
29/08/2022	I	T 1	0.33	0.30	0.32	0.30	0.29	0.30
29/08/2022	I	T 2	0.28	0.28	0.27	0.26	0.27	0.27
29/08/2022	I	T 3	0.24	0.24	0.24	0.25	0.23	0.24
29/08/2022	II	T 1	0.30	0.30	0.29	0.31	0.32	0.30
29/08/2022	II	T 2	0.28	0.25	0.27	0.25	0.27	0.28
29/08/2022	II	T 3	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.24
29/08/2022	III	T 1	0.30	0.30	0.30	0.31	0.30	0.31
29/08/2022	III	T 2	0.27	0.27	0.28	0.27	0.28	0.27
29/08/2022	III	T 3	0.22	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20
29/08/2022	IV	T 1	0.32	0.30	0.30	0.31	0.29	0.28
29/08/2022	IV	T 2	0.26	0.27	0.25	0.27	0.26	0.25
29/08/2022	IV	T 3	0.20	0.20	0.21	0.20	0.22	0.22
31/08/2022	I	T 1	0.29	0.30	0.27	0.30	0.29	0.30
31/08/2022	I	T 2	0.27	0.26	0.27	0.26	0.28	0.26
31/08/2022	I	T 3	0.22	0.22	0.20	0.21	0.20	0.21
31/08/2022	II	T 1	0.30	0.33	0.31	0.30	0.32	0.35
31/08/2022	II	T 2	0.27	0.28	0.22	0.23	0.26	0.27
31/08/2022	II	T 3	0.20	0.21	0.20	0.21	0.20	0.20
31/08/2022	III	T 1	0.32	0.32	0.33	0.30	0.30	0.31
31/08/2022	III	T 2	0.27	0.27	0.26	0.26	0.29	0.25
31/08/2022	III	T 3	0.21	0.22	0.21	0.23	0.22	0.21
31/08/2022	IV	T 1	0.30	0.29	0.28	0.30	0.29	0.28
31/08/2022	IV	T 2	0.28	0.45	0.26	0.27	0.27	0.25
31/08/2022	IV	T 3	0.20	0.21	0.20	0.23	0.21	0.22
01/09/2022	I	T 1	0.30	0.30	0.32	0.34	0.35	0.30
01/09/2022	I	T 2	0.29	0.27	0.26	0.28	0.27	0.26

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
01/09/2022	I	T 3	0.21	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20
01/09/2022	II	T 1	0.30	0.29	0.30	0.25	0.27	0.29
01/09/2022	II	T 2	0.26	0.24	0.22	0.27	0.24	0.23
01/09/2022	II	T 3	0.20	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20
01/09/2022	III	T 1	0.30	0.30	0.32	0.31	0.20	0.30
01/09/2022	III	T 2	0.29	0.27	0.26	0.23	0.25	0.24
01/09/2022	III	T 3	0.22	0.20	0.20	0.23	0.22	0.21
01/09/2022	IV	T 1	0.30	0.29	0.26	0.27	0.23	0.27
01/09/2022	IV	T 2	0.22	0.26	0.27	0.24	0.24	0.25
01/09/2022	IV	T 3	0.21	0.21	0.22	0.20	0.20	0.21
03/09/2022	I	T 1	0.30	0.28	0.30	0.30	0.29	0.30
03/09/2022	I	T 2	0.28	0.26	0.27	0.26	0.25	0.27
03/09/2022	I	T 3	0.25	0.26	0.24	0.26	0.24	0.24
03/09/2022	II	T 1	0.30	0.29	0.30	0.30	0.31	0.27
03/09/2022	II	T 2	0.26	0.22	0.24	0.24	0.24	0.24
03/09/2022	II	T 3	0.22	0.21	0.21	0.20	0.21	0.21
03/09/2022	III	T 1	0.30	0.28	0.29	0.30	0.30	0.33
03/09/2022	III	T 2	0.28	0.27	0.27	0.28	0.29	0.28
03/09/2022	III	T 3	0.22	0.21	0.21	0.21	0.20	0.21
03/09/2022	IV	T 1	0.29	0.30	0.29	0.30	0.30	0.30
03/09/2022	IV	T 2	0.27	0.26	0.28	0.27	0.26	0.27
03/09/2022	IV	T 3	0.22	0.23	0.21	0.21	0.21	0.20
05/09/2022	I	T 1	0.32	0.31	0.33	0.33	0.30	0.29
05/09/2022	I	T 2	0.29	0.27	0.25	0.26	0.25	0.24
05/09/2022	I	T 3	0.20	0.20	0.20	0.22	0.21	0.21
05/09/2022	II	T 1	0.28	0.29	0.30	0.30	0.29	0.29
05/09/2022	II	T 2	0.26	0.23	0.25	0.26	0.24	0.25
05/09/2022	II	T 3	0.22	0.21	0.20	0.20	0.23	0.21

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
05/09/2022	III	T 1	0.30	0.29	0.30	0.29	0.30	0.29
05/09/2022	III	T 2	0.25	0.26	0.24	0.24	0.27	0.26
05/09/2022	III	T 3	0.21	0.21	0.20	0.22	0.22	0.23
05/09/2022	IV	T 1	0.30	0.29	0.30	0.29	0.30	0.30
05/09/2022	IV	T 2	0.29	0.27	0.27	0.26	0.27	0.26
05/09/2022	IV	T 3	0.21	0.23	0.22	0.21	0.21	0.21
07/09/2022	I	T 1	0.29	0.29	0.29	0.30	0.34	0.33
07/09/2022	I	T 2	0.27	0.26	0.27	0.28	0.26	0.27
07/09/2022	I	T 3	0.23	0.23	0.23	0.24	0.24	0.23
07/09/2022	II	T 1	0.29	0.30	0.31	0.30	0.32	0.32
07/09/2022	II	T 2	0.28	0.27	0.28	0.28	0.27	0.26
07/09/2022	II	T 3	0.23	0.25	0.27	0.25	0.25	0.24
07/09/2022	III	T 1	0.32	0.31	0.32	0.32	0.31	0.33
07/09/2022	III	T 2	0.28	0.27	0.26	0.25	0.26	0.27
07/09/2022	III	T 3	0.22	0.22	0.23	0.23	0.21	0.23
07/09/2022	IV	T 1	0.30	0.32	0.33	0.31	0.31	0.33
07/09/2022	IV	T 2	0.27	0.27	0.05	0.27	0.27	0.26
07/09/2022	IV	T 3	0.24	0.23	0.22	0.24	0.23	0.21
10/09/2022	I	T 1	0.33	0.34	0.34	0.32	0.33	0.30
10/09/2022	I	T 2	0.28	0.28	0.27	0.26	0.27	0.28
10/09/2022	I	T 3	0.22	0.23	0.23	0.25	0.25	0.26
10/09/2022	II	T 1	0.30	0.34	0.33	0.34	0.32	0.32
10/09/2022	II	T 2	0.28	0.27	0.26	0.26	0.24	0.26
10/09/2022	II	T 3	0.25	0.25	0.23	0.23	0.24	0.22
10/09/2022	III	T 1	0.30	0.30	0.32	0.33	0.32	0.30
10/09/2022	III	T 2	0.23	0.29	0.27	0.28	0.23	0.26
10/09/2022	III	T 3	0.20	0.21	0.22	0.22	0.21	0.21
10/09/2022	IV	T 1	0.30	0.32	0.31	0.33	0.33	0.30

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
10/09/2022	IV	T 2	0.27	0.25	0.26	0.26	0.27	0.27
10/09/2022	IV	T 3	0.20	0.22	0.23	0.20	0.21	0.22
12/09/2022	I	T 1	0.33	0.35	0.34	0.34	0.33	0.31
12/09/2022	I	T 2	0.29	0.30	0.28	0.28	0.27	0.28
12/09/2022	I	T 3	0.22	0.24	0.25	0.24	0.25	0.26
12/09/2022	II	T 1	0.33	0.32	0.30	0.29	0.29	0.30
12/09/2022	II	T 2	0.28	0.28	0.27	0.27	0.26	0.25
12/09/2022	II	T 3	0.22	0.20	0.23	0.20	0.20	0.20
12/09/2022	III	T 1	0.33	0.33	0.34	0.34	0.34	0.30
12/09/2022	III	T 2	0.28	0.26	0.27	0.25	0.24	0.25
12/09/2022	III	T 3	0.21	0.21	0.21	0.21	0.23	0.20
12/09/2022	IV	T 1	0.30	0.29	0.32	0.32	0.31	0.32
12/09/2022	IV	T 2	0.29	0.26	0.26	0.27	0.27	0.25
12/09/2022	IV	T 3	0.22	0.22	0.22	0.24	0.23	0.24
16/09/2022	I	T 1	0.30	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33
16/09/2022	I	T 2	0.30	0.29	0.28	0.28	0.29	0.26
16/09/2022	I	T 3	0.22	0.22	0.20	0.21	0.20	0.21
16/09/2022	II	T 1	0.30	0.29	0.32	0.30	0.30	0.29
16/09/2022	II	T 2	0.26	0.21	0.22	0.26	0.28	0.25
16/09/2022	II	T 3	0.21	0.21	0.21	0.20	0.24	0.22
16/09/2022	III	T 1	0.30	0.30	0.30	0.32	0.31	0.31
16/09/2022	III	T 2	0.29	0.25	0.27	0.28	0.28	0.28
16/09/2022	III	T 3	0.22	0.21	0.21	0.19	0.20	0.21
16/09/2022	IV	T 1	0.29	0.32	0.31	0.30	0.29	0.29
16/09/2022	IV	T 2	0.25	0.26	0.27	0.26	0.25	0.26
16/09/2022	IV	T 3	0.21	0.21	0.20	0.21	0.22	0.21
17/09/2022	I	T 1	0.29	0.86	0.30	0.32	0.30	0.30
17/09/2022	I	T 2	0.26	0.25	0.22	0.23	0.24	0.22

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
17/09/2022	I	T 3	0.20	0.22	0.21	0.22	0.20	0.20
17/09/2022	II	T 1	0.29	0.26	0.26	0.25	0.29	0.27
17/09/2022	II	T 2	0.25	0.23	0.21	0.22	0.23	0.24
17/09/2022	II	T 3	0.21	0.20	0.19	0.20	0.20	0.20
17/09/2022	III	T 1	0.29	0.26	0.28	0.29	0.28	0.30
17/09/2022	III	T 2	0.27	0.23	0.25	0.22	0.21	0.22
17/09/2022	III	T 3	0.20	0.16	0.20	0.20	0.20	0.21
17/09/2022	IV	T 1	0.30	0.27	0.28	0.29	0.28	0.29
17/09/2022	IV	T 2	0.25	0.26	0.21	0.24	0.24	0.23
17/09/2022	IV	T 3	0.22	0.23	0.21	0.21	0.21	0.22
18/09/2022	I	T 1	0.30	0.29	0.30	0.31	0.29	0.28
18/09/2022	I	T 2	0.24	0.26	0.25	0.26	0.26	0.27
18/09/2022	I	T 3	0.21	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21
18/09/2022	II	T 1	0.29	0.30	0.31	0.29	0.29	0.28
18/09/2022	II	T 2	0.24	0.22	0.24	0.23	0.26	0.22
18/09/2022	II	T 3	0.21	0.20	0.19	0.21	0.21	0.20
18/09/2022	III	T 1	0.27	0.28	0.29	0.27	0.28	0.30
18/09/2022	III	T 2	0.25	0.27	0.25	0.27	0.26	0.25
18/09/2022	III	T 3	0.22	0.23	0.21	0.20	0.21	0.22
18/09/2022	IV	T 1	0.30	0.29	0.28	0.28	0.29	0.30
18/09/2022	IV	T 2	0.25	0.25	0.23	0.22	0.24	0.22
18/09/2022	IV	T 3	0.21	0.20	0.18	0.19	0.19	0.20
19/09/2022	I	T 1	0.31	0.32	0.32	0.30	0.31	0.30
19/09/2022	I	T 2	0.28	0.26	0.29	0.28	0.29	0.26
19/09/2022	I	T 3	0.26	0.22	0.23	0.23	0.20	0.21
19/09/2022	II	T 1	0.30	0.30	0.31	0.30	0.30	0.30
19/09/2022	II	T 2	0.28	0.28	0.27	0.29	0.30	0.27
19/09/2022	II	T 3	0.25	0.22	0.23	0.20	0.21	0.22

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
19/09/2022	III	T 1	0.32	0.33	0.32	0.30	0.31	0.32
19/09/2022	III	T 2	0.26	0.21	0.25	0.23	0.25	0.23
19/09/2022	III	T 3	0.22	0.21	0.21	0.21	0.20	0.23
19/09/2022	IV	T 1	0.30	0.27	0.25	0.26	0.27	0.28
19/09/2022	IV	T 2	0.24	0.23	0.22	0.25	0.26	0.23
19/09/2022	IV	T 3	0.21	0.16	0.22	0.21	0.20	0.20
20/09/2022	I	T 1	0.31	0.33	0.30	0.31	0.30	0.29
20/09/2022	I	T 2	0.26	0.21	0.23	0.24	0.233	0.24
20/09/2022	I	T 3	0.21	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22
20/09/2022	II	T 1	0.31	0.30	0.29	0.29	0.28	0.30
20/09/2022	II	T 2	0.22	0.21	0.25	0.26	0.26	0.27
20/09/2022	II	T 3	0.20	0.21	0.20	0.20	0.20	0.21
20/09/2022	III	T 1	0.32	0.33	0.32	0.31	0.31	0.29
20/09/2022	III	T 2	0.26	0.25	0.26	0.27	0.23	0.25
20/09/2022	III	T 3	0.22	0.22	0.23	0.22	0.20	0.21
20/09/2022	IV	T 1	0.29	0.30	0.99	0.30	0.32	0.32
20/09/2022	IV	T 2	0.28	0.27	0.28	0.25	0.27	0.25
20/09/2022	IV	T 3	0.21	0.22	0.20	0.21	0.22	0.20
26/09/2022	I	T 1	0.29	0.27	0.29	0.29	0.30	0.32
26/09/2022	I	T 2	0.28	0.26	0.26	0.25	0.27	0.26
26/09/2022	I	T 3	0.21	0.22	0.21	0.21	0.22	0.22
26/09/2022	II	T 1	0.32	0.30	0.32	0.29	0.29	0.27
26/09/2022	II	T 2	0.25	0.22	0.21	0.20	0.21	0.23
26/09/2022	II	T 3	0.20	0.20	0.19	0.17	0.19	0.20
26/09/2022	III	T 1	0.30	0.32	0.31	0.30	0.30	0.28
26/09/2022	III	T 2	0.27	0.26	0.25	0.26	0.25	0.22
26/09/2022	III	T 3	0.22	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22
26/09/2022	IV	T 1	0.30	0.29	0.29	0.27	0.28	0.28

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
26/09/2022	IV	T 2	0.25	0.23	0.22	0.23	0.23	0.20
26/09/2022	IV	T 3	0.19	0.20	0.20	0.21	0.20	0.20
03/10/2022	I	T 1	0.30	0.30	0.30	0.29	0.32	0.31
03/10/2022	I	T 2	0.28	0.26	0.27	0.26	0.27	0.25
03/10/2022	I	T 3	0.26	0.22	0.21	0.23	0.21	0.21
03/10/2022	II	T 1	0.32	0.33	0.32	0.33	0.31	0.31
03/10/2022	II	T 2	0.29	0.24	0.27	0.24	0.26	0.27
03/10/2022	II	T 3	0.21	0.22	0.23	0.22	0.23	0.21
03/10/2022	III	T 1	0.30	0.32	0.33	0.31	0.30	0.29
03/10/2022	III	T 2	0.25	0.23	0.23	0.27	0.24	0.25
03/10/2022	III	T 3	0.21	0.21	0.21	0.22	0.21	0.20
03/10/2022	IV	T 1	0.32	0.30	0.31	0.29	0.28	0.30
03/10/2022	IV	T 2	0.26	0.28	0.28	0.28	0.26	0.27
03/10/2022	IV	T 3	0.20	0.20	0.19	0.20	0.21	0.21
08/10/2022	I	T 1	0.30	0.32	0.32	0.33	0.31	0.29
08/10/2022	I	T 2	0.26	0.27	0.26	0.27	0.29	0.27
08/10/2022	I	T 3	0.21	0.22	0.22	0.20	0.20	0.21
08/10/2022	II	T 1	0.30	0.30	0.32	0.31	0.30	0.29
08/10/2022	II	T 2	0.26	0.28	0.27	0.27	0.27	0.25
08/10/2022	II	T 3	0.24	0.22	0.23	0.21	0.21	0.21
08/10/2022	III	T 1	0.30	0.31	0.30	0.33	0.27	0.26
08/10/2022	III	T 2	0.29	0.28	0.29	0.29	0.27	0.24
08/10/2022	III	T 3	0.26	0.24	0.22	0.21	0.22	0.23
08/10/2022	IV	T 1	0.28	0.30	0.29	0.28	0.29	0.27
08/10/2022	IV	T 2	0.23	0.22	0.24	0.24	0.21	0.23
08/10/2022	IV	T 3	0.20	0.21	0.20	0.20	0.21	0.20
10/10/2022	I	T 1	0.30	0.29	0.29	0.29	0.30	0.30
10/10/2022	I	T 2	0.29	0.28	0.27	0.28	0.26	0.24

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
10/10/2022	I	T 3	0.20	0.20	0.22	0.21	0.22	0.21
10/10/2022	II	T 1	0.32	0.31	0.32	0.30	0.28	0.29
10/10/2022	II	T 2	0.27	0.28	0.28	0.27	0.28	0.26
10/10/2022	II	T 3	0.21	0.21	0.20	0.23	0.22	0.23
10/10/2022	III	T 1	0.30	0.29	0.28	0.30	0.28	0.27
10/10/2022	III	T 2	0.26	0.26	0.26	0.27	0.24	0.27
10/10/2022	III	T 3	0.20	0.20	0.19	0.20	0.20	0.21
10/10/2022	IV	T 1	0.30	0.26	0.32	0.29	0.30	0.30
10/10/2022	IV	T 2	0.27	0.27	0.26	0.29	0.28	0.27
10/10/2022	IV	T 3	0.23	0.25	0.22	0.21	0.23	0.24
17/10/2022	I	T 1	0.28	0.30	0.32	0.30	0.29	0.30
17/10/2022	I	T 2	0.26	0.20	0.23	0.21	0.27	0.24
17/10/2022	I	T 3	0.20	0.20	0.19	0.19	0.20	0.19
17/10/2022	II	T 1	0.33	0.32	0.31	0.35	0.34	0.32
17/10/2022	II	T 2	0.24	0.27	0.26	0.26	0.27	0.21
17/10/2022	II	T 3	0.21	0.20	0.20	0.23	0.21	0.20
17/10/2022	III	T 1	0.30	0.29	0.30	0.29	0.30	0.30
17/10/2022	III	T 2	0.28	0.21	0.26	0.27	0.25	0.27
17/10/2022	III	T 3	0.21	0.20	0.21	0.24	0.20	0.22
17/10/2022	IV	T 1	0.32	0.26	0.27	0.29	0.30	0.30
17/10/2022	IV	T 2	0.30	0.24	0.27	0.25	0.28	0.27
17/10/2022	IV	T 3	0.21	0.22	0.24	0.23	0.21	0.22
18/10/2022	I	T 1	0.32	0.30	0.27	0.28	0.29	0.30
18/10/2022	I	T 2	0.30	0.26	0.24	0.27	0.25	0.27
18/10/2022	I	T 3	0.20	0.21	0.27	0.21	0.22	0.24
18/10/2022	II	T 1	0.30	0.28	0.27	0.32	0.31	0.32
18/10/2022	II	T 2	0.21	0.23	0.21	0.23	0.24	0.23
18/10/2022	II	T 3	0.20	0.19	0.18	0.90	0.20	0.21

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
18/10/2022	III	T 1	0.30	0.32	0.30	0.31	0.32	0.31
18/10/2022	III	T 2	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25
18/10/2022	III	T 3	0.23	0.24	0.25	0.24	0.26	0.25
18/10/2022	IV	T 1	0.24	0.29	0.27	0.29	0.28	0.28
18/10/2022	IV	T 2	0.24	0.23	0.23	0.23	0.25	0.27
18/10/2022	IV	T 3	0.21	0.20	0.19	0.20	0.20	0.21
19/10/2022	I	T 1	0.32	0.31	0.33	0.31	0.30	0.29
19/10/2022	I	T 2	0.28	0.26	0.27	0.25	0.29	0.27
19/10/2022	I	T 3	0.21	0.20	0.19	0.19	0.21	0.20
19/10/2022	II	T 1	0.29	0.29	0.29	0.28	0.29	0.28
19/10/2022	II	T 2	0.21	0.24	0.22	0.23	0.22	0.22
19/10/2022	II	T 3	236.00	0.21	0.21	0.22	0.21	0.22
19/10/2022	III	T 1	0.29	0.32	0.31	0.32	0.35	0.32
19/10/2022	III	T 2	0.21	0.25	0.24	0.22	0.21	0.21
19/10/2022	III	T 3	0.20	0.19	0.12	0.20	0.21	0.21
19/10/2022	IV	T 1	0.30	0.27	0.29	0.28	0.30	0.29
19/10/2022	IV	T 2	0.23	0.21	0.21	0.21	0.21	0.22
19/10/2022	IV	T 3	0.20	0.20	0.20	0.19	0.21	0.21
20/10/2022	I	T 1	0.32	0.30	0.30	0.32	0.33	0.31
20/10/2022	I	T 2	0.25	0.26	0.25	0.26	0.27	0.21
20/10/2022	I	T 3	0.20	0.23	0.22	0.22	0.21	0.22
20/10/2022	II	T 1	0.30	0.32	0.31	0.31	0.30	0.29
20/10/2022	II	T 2	0.24	0.26	0.27	0.24	0.22	0.23
20/10/2022	II	T 3	0.21	0.21	0.23	0.20	0.22	0.22
20/10/2022	III	T 1	0.30	0.32	0.32	0.31	0.33	0.34
20/10/2022	III	T 2	0.30	0.26	0.29	0.27	0.25	0.27
20/10/2022	III	T 3	0.21	0.21	0.20	0.24	0.24	0.22
20/10/2022	IV	T 1	0.29	0.30	0.27	0.30	0.27	0.29

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
20/10/2022	IV	T 2	0.21	0.20	0.20	0.21	0.20	0.21
20/10/2022	IV	T 3	0.21	0.20	0.20	0.19	0.22	0.21
21/10/2022	I	T 1	0.30	0.33	0.33	0.35	0.32	0.30
21/10/2022	I	T 2	0.26	0.27	0.26	0.25	0.25	0.28
21/10/2022	I	T 3	0.21	0.21	0.23	0.23	0.22	0.22
21/10/2022	II	T 1	0.30	0.32	0.31	0.31	0.33	0.31
21/10/2022	II	T 2	0.29	0.29	0.27	0.28	0.29	0.25
21/10/2022	II	T 3	0.20	0.21	0.20	0.21	0.21	0.20
21/10/2022	III	T 1	0.35	0.32	0.32	0.30	0.29	0.30
21/10/2022	III	T 2	0.28	0.26	0.30	0.25	0.25	0.27
21/10/2022	III	T 3	0.21	0.21	0.20	0.21	0.21	0.22
21/10/2022	IV	T 1	0.30	0.32	0.32	0.31	0.32	0.29
21/10/2022	IV	T 2	0.25	0.28	0.29	0.26	0.25	0.26
21/10/2022	IV	T 3	0.21	0.22	0.22	0.22	0.21	0.22
22/10/2022	I	T 1	0.30	0.29	0.30	0.29	0.30	0.30
22/10/2022	I	T 2	0.28	0.23	0.25	0.21	0.26	0.25
22/10/2022	I	T 3	0.26	0.21	0.22	0.20	0.20	0.20
22/10/2022	II	T 1	0.27	0.29	0.29	0.26	0.28	0.30
22/10/2022	II	T 2	0.22	0.26	0.25	0.27	0.25	0.24
22/10/2022	II	T 3	0.21	0.21	0.21	0.20	0.21	0.21
22/10/2022	III	T 1	0.29	0.28	0.78	0.29	0.29	0.28
22/10/2022	III	T 2	0.24	0.26	0.26	0.25	0.26	0.27
22/10/2022	III	T 3	0.21	0.23	0.22	0.21	0.22	0.22
22/10/2022	IV	T 1	0.30	0.32	0.32	0.29	0.30	0.30
22/10/2022	IV	T 2	0.22	0.29	0.29	0.25	0.24	0.27
22/10/2022	IV	T 3	0.21	0.22	0.23	0.22	0.22	0.22
23/10/2022	I	T 1	0.33	0.33	0.33	0.30	0.30	0.27
23/10/2022	I	T 2	0.25	0.26	0.25	0.27	0.28	0.25

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
23/10/2022	I	T 3	0.22	0.22	0.22	0.25	0.22	0.22
23/10/2022	II	T 1	0.30	0.33	0.32	0.29	0.29	0.29
23/10/2022	II	T 2	0.28	0.25	0.27	0.26	0.29	0.28
23/10/2022	II	T 3	0.22	0.21	0.21	0.22	0.23	0.24
23/10/2022	III	T 1	0.32	0.32	0.31	0.35	0.33	0.30
23/10/2022	III	T 2	0.25	0.26	0.25	0.28	0.26	0.27
23/10/2022	III	T 3	0.24	0.22	0.22	0.22	0.24	0.21
23/10/2022	IV	T 1	0.30	0.31	0.26	0.32	0.32	0.30
23/10/2022	IV	T 2	0.27	0.29	0.29	0.28	0.27	0.29
23/10/2022	IV	T 3	0.22	0.21	0.22	0.21	0.22	0.20
24/10/2022	I	T 1	0.19	0.19	0.18	0.24	0.28	0.17
24/10/2022	I	T 2	0.23	0.19	0.25	0.19	0.25	0.18
24/10/2022	I	T 3	0.20	0.11	0.26	0.21	0.20	0.21
24/10/2022	II	T 1	0.15	0.13	0.23	0.24	0.23	0.18
24/10/2022	II	T 2	0.22	0.15	0.21	0.18	0.23	0.18
24/10/2022	II	T 3	0.20	0.21	0.29	0.21	0.22	0.21
24/10/2022	III	T 1	0.21	0.27	0.22	0.17	0.27	0.19
24/10/2022	III	T 2	0.13	0.21	0.23	0.11	0.14	0.22
24/10/2022	III	T 3	0.17	0.20	0.28	0.21	0.16	0.26
24/10/2022	IV	T 1	0.28	0.24	0.21	0.30	0.25	0.22
24/10/2022	IV	T 2	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.26
24/10/2022	IV	T 3	0.20	0.18	0.18	0.21	0.20	0.20
31/10/2022	I	T 1	0.30	0.32	0.28	0.34	0.31	0.30
31/10/2022	I	T 2	0.27	0.25	0.23	0.24	0.29	0.29
31/10/2022	I	T 3	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23
31/10/2022	II	T 1	0.35	0.36	0.30	0.31	0.33	0.35
31/10/2022	II	T 2	0.28	0.22	0.28	0.27	0.26	0.26
31/10/2022	II	T 3	0.16	0.21	0.22	0.26	0.16	0.27

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
31/10/2022	III	T 1	0.34	0.34	0.30	0.37	0.34	0.37
31/10/2022	III	T 2	0.26	0.25	0.27	0.29	0.20	0.22
31/10/2022	III	T 3	0.20	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22
31/10/2022	IV	T 1	0.37	0.32	0.33	0.30	0.29	0.34
31/10/2022	IV	T 2	0.28	0.29	0.27	0.27	0.29	0.29
31/10/2022	IV	T 3	0.27	0.22	0.26	0.24	0.27	0.22
02/11/2022	I	T 1	0.27	0.17	0.35	0.36	0.30	0.29
02/11/2022	I	T 2	0.25	0.26	0.22	0.27	0.20	0.29
02/11/2022	I	T 3	0.22	0.22	0.21	0.22	0.22	0.20
02/11/2022	II	T 1	0.26	0.33	0.28	0.29	0.25	0.33
02/11/2022	II	T 2	0.20	0.22	0.23	0.23	0.21	0.29
02/11/2022	II	T 3	0.18	0.22	0.22	0.26	0.22	0.23
02/11/2022	III	T 1	0.28	0.37	0.30	0.39	0.34	0.32
02/11/2022	III	T 2	0.28	0.20	0.27	0.26	0.21	0.26
02/11/2022	III	T 3	0.25	0.23	0.23	0.22	0.20	0.22
02/11/2022	IV	T 1	0.28	0.31	0.27	0.31	0.33	0.32
02/11/2022	IV	T 2	0.21	0.29	0.34	0.27	0.24	0.21
02/11/2022	IV	T 3	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.22
03/11/2022	I	T 1	0.36	0.30	0.32	0.33	0.30	0.34
03/11/2022	I	T 2	0.26	0.26	0.26	0.27	0.25	0.29
03/11/2022	I	T 3	0.23	0.22	0.23	0.22	0.22	0.21
03/11/2022	II	T 1	0.33	0.35	0.30	0.30	0.36	0.32
03/11/2022	II	T 2	0.24	0.23	0.22	0.22	0.22	0.30
03/11/2022	II	T 3	0.15	0.21	0.17	0.22	0.24	0.23
03/11/2022	III	T 1	0.25	0.33	0.28	0.33	0.37	0.36
03/11/2022	III	T 2	0.25	0.23	0.24	0.26	0.28	0.22
03/11/2022	III	T 3	0.25	0.25	0.24	0.23	0.26	0.16
03/11/2022	IV	T 1	0.30	0.28	0.30	0.32	0.24	0.34

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
03/11/2022	IV	T 2	0.29	0.28	0.30	0.28	0.28	0.29
03/11/2022	IV	T 3	0.22	0.26	0.24	0.28	0.27	0.27
04/11/2022	I	T 1	0.33	0.30	0.35	0.36	0.30	0.31
04/11/2022	I	T 2	0.28	0.27	0.27	0.22	0.27	0.22
04/11/2022	I	T 3	0.27	0.23	0.30	0.20	0.21	0.27
04/11/2022	II	T 1	0.22	0.33	0.27	0.33	0.35	0.30
04/11/2022	II	T 2	0.24	0.26	0.25	0.24	0.28	0.23
04/11/2022	II	T 3	0.23	0.22	0.29	0.27	0.22	0.24
04/11/2022	III	T 1	0.31	0.33	0.27	0.35	0.29	0.27
04/11/2022	III	T 2	0.29	0.26	0.23	0.27	0.25	0.25
04/11/2022	III	T 3	0.24	0.21	0.23	0.23	0.23	0.22
04/11/2022	IV	T 1	0.32	0.31	0.36	0.33	0.30	0.25
04/11/2022	IV	T 2	0.27	0.29	0.26	0.29	0.28	0.25
04/11/2022	IV	T 3	0.23	0.22	0.22	0.26	0.25	0.25
05/11/2022	I	T 1	0.29	0.29	0.28	0.36	0.27	0.28
05/11/2022	I	T 2	0.29	0.29	0.27	0.28	0.27	0.29
05/11/2022	I	T 3	0.21	0.23	0.23	0.23	0.23	0.27
05/11/2022	II	T 1	0.32	0.32	0.35	0.33	0.34	0.29
05/11/2022	II	T 2	0.27	0.26	0.26	0.23	0.24	0.27
05/11/2022	II	T 3	0.20	0.22	0.23	0.23	0.23	0.27
05/11/2022	III	T 1	0.33	0.34	0.35	0.35	0.32	0.35
05/11/2022	III	T 2	0.27	0.29	0.28	0.30	0.27	0.27
05/11/2022	III	T 3	0.24	0.25	0.28	0.29	0.22	0.23
05/11/2022	IV	T 1	0.31	0.31	0.33	0.32	0.30	0.31
05/11/2022	IV	T 2	0.29	0.27	0.30	0.29	0.25	0.28
05/11/2022	IV	T 3	0.23	0.24	0.27	0.23	0.24	0.24
06/11/2022	I	T 1	0.29	0.32	0.28	0.33	0.29	0.30
06/11/2022	I	T 2	0.27	0.27	0.26	0.23	0.26	0.29

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
06/11/2022	I	T 3	0.26	0.22	0.23	0.22	0.26	0.27
06/11/2022	II	T 1	0.36	0.31	0.30	0.32	0.27	0.30
06/11/2022	II	T 2	0.25	0.26	0.29	0.28	0.27	0.27
06/11/2022	II	T 3	0.22	0.22	0.21	0.22	0.23	0.27
06/11/2022	III	T 1	0.30	0.34	0.34	0.38	0.33	0.36
06/11/2022	III	T 2	0.27	0.28	0.26	0.29	0.28	0.27
06/11/2022	III	T 3	0.26	0.27	0.24	0.25	0.26	0.27
06/11/2022	IV	T 1	0.34	0.29	0.30	0.34	0.28	0.32
06/11/2022	IV	T 2	0.28	0.29	0.28	0.24	0.26	0.28
06/11/2022	IV	T 3	0.25	0.24	0.24	0.27	0.24	0.24
07/11/2022	I	T 1	0.29	0.34	0.33	0.34	0.34	0.36
07/11/2022	I	T 2	0.23	0.29	0.29	0.26	0.24	0.27
07/11/2022	I	T 3	0.20	0.26	0.24	0.22	0.22	0.26
07/11/2022	II	T 1	0.34	0.30	0.32	0.33	0.31	0.32
07/11/2022	II	T 2	0.29	0.29	0.27	0.22	0.25	0.23
07/11/2022	II	T 3	0.21	0.22	0.24	0.23	0.23	0.24
07/11/2022	III	T 1	0.29	0.30	0.36	0.33	0.30	0.38
07/11/2022	III	T 2	0.28	0.27	0.30	0.27	0.28	0.28
07/11/2022	III	T 3	0.20	0.22	0.26	0.26	0.27	0.26
07/11/2022	IV	T 1	0.30	0.35	0.33	0.34	0.33	0.30
07/11/2022	IV	T 2	0.30	0.28	0.29	0.29	0.29	0.30
07/11/2022	IV	T 3	0.26	0.27	0.28	0.26	0.28	0.22
08/11/2022	I	T 1	0.31	0.30	0.29	0.34	0.31	0.32
08/11/2022	I	T 2	0.28	0.28	0.30	0.25	0.26	0.28
08/11/2022	I	T 3	0.25	0.25	0.22	0.23	0.22	0.22
08/11/2022	II	T 1	0.35	0.29	0.35	0.31	0.32	0.26
08/11/2022	II	T 2	0.23	0.27	0.29	0.25	0.26	0.27
08/11/2022	II	T 3	0.22	0.16	0.19	0.20	0.21	0.22

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
08/11/2022	III	T 1	0.30	0.31	0.28	0.28	0.34	0.32
08/11/2022	III	T 2	0.24	0.27	0.29	0.27	0.25	0.26
08/11/2022	III	T 3	0.24	0.26	0.25	0.26	0.25	0.25
08/11/2022	IV	T 1	0.32	0.31	0.32	0.31	0.38	0.31
08/11/2022	IV	T 2	0.28	0.25	0.25	0.24	0.28	0.26
08/11/2022	IV	T 3	0.22	0.24	0.22	0.24	0.21	0.22
09/11/2022	I	T 1	0.31	0.31	0.28	0.34	0.36	0.35
09/11/2022	I	T 2	0.28	0.27	0.27	0.29	0.30	0.26
09/11/2022	I	T 3	0.25	0.26	0.26	0.24	0.23	0.23
09/11/2022	II	T 1	0.34	0.30	0.30	0.32	0.29	0.29
09/11/2022	II	T 2	0.22	0.23	0.26	0.25	0.24	0.27
09/11/2022	II	T 3	0.18	0.16	0.20	0.21	0.20	0.20
09/11/2022	III	T 1	0.28	0.29	0.30	0.32	0.32	0.30
09/11/2022	III	T 2	0.28	0.28	0.26	0.27	0.28	0.25
09/11/2022	III	T 3	0.25	0.22	0.22	0.22	0.23	0.25
09/11/2022	IV	T 1	0.29	0.34	0.26	0.28	0.29	0.30
09/11/2022	IV	T 2	0.22	0.24	0.24	0.28	0.28	0.29
09/11/2022	IV	T 3	0.20	0.22	0.20	0.21	0.24	0.23
10/11/2022	I	T 1	0.28	0.29	0.35	0.37	0.35	0.37
10/11/2022	I	T 2	0.27	0.24	0.29	0.27	0.29	0.26
10/11/2022	I	T 3	0.19	0.26	0.22	0.21	0.22	0.26
10/11/2022	II	T 1	0.33	0.32	0.28	0.27	0.29	0.28
10/11/2022	II	T 2	0.27	0.27	0.24	0.25	0.26	0.24
10/11/2022	II	T 3	0.18	0.15	0.21	0.22	0.22	0.25
10/11/2022	III	T 1	0.30	0.30	0.34	0.31	0.31	0.31
10/11/2022	III	T 2	0.24	0.26	0.27	0.29	0.28	0.28
10/11/2022	III	T 3	0.17	0.18	0.22	0.23	0.24	0.35
10/11/2022	IV	T 1	0.26	0.32	0.26	0.31	0.23	0.28

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
10/11/2022	IV	T 2	0.21	0.24	0.27	0.26	0.28	0.30
10/11/2022	IV	T 3	0.16	0.22	0.22	0.22	0.24	0.26
11/11/2022	I	T 1	0.31	0.34	0.33	0.33	0.34	0.29
11/11/2022	I	T 2	0.30	0.26	0.26	0.25	0.25	0.24
11/11/2022	I	T 3	0.25	0.27	0.23	0.29	0.24	0.23
11/11/2022	II	T 1	0.32	0.31	0.31	0.34	0.28	0.37
11/11/2022	II	T 2	0.30	0.27	0.27	0.24	0.27	0.28
11/11/2022	II	T 3	0.20	0.20	0.25	0.16	0.18	0.25
11/11/2022	III	T 1	0.32	0.30	0.29	0.29	0.34	0.30
11/11/2022	III	T 2	0.29	0.28	0.24	0.25	0.24	0.28
11/11/2022	III	T 3	0.18	0.24	0.24	0.24	0.23	0.18
11/11/2022	IV	T 1	0.35	0.31	0.30	0.34	0.31	0.29
11/11/2022	IV	T 2	0.25	0.23	0.22	0.22	0.25	0.25
11/11/2022	IV	T 3	0.22	0.22	0.26	0.22	0.23	0.26
12/11/2022	I	T 1	0.25	0.33	0.31	0.35	0.29	0.35
12/11/2022	I	T 2	0.21	0.23	0.26	0.28	0.29	0.23
12/11/2022	I	T 3	0.16	0.22	0.23	0.27	0.27	0.24
12/11/2022	II	T 1	0.29	0.33	0.27	0.28	0.33	0.31
12/11/2022	II	T 2	0.27	0.27	0.22	0.24	0.23	0.23
12/11/2022	II	T 3	0.27	0.21	0.23	0.23	0.21	0.22
12/11/2022	III	T 1	0.31	0.29	0.29	0.37	0.33	0.28
12/11/2022	III	T 2	0.28	0.26	0.27	0.21	0.26	0.28
12/11/2022	III	T 3	0.20	0.22	0.21	0.24	0.24	0.23
12/11/2022	IV	T 1	0.29	0.32	0.27	0.28	0.26	0.25
12/11/2022	IV	T 2	0.26	0.23	0.29	0.24	0.26	0.24
12/11/2022	IV	T 3	0.22	0.23	0.24	0.24	0.23	0.21
14/11/2022	I	T 1	0.34	0.23	0.28	0.33	0.27	0.30
14/11/2022	I	T 2	0.18	0.20	0.22	0.26	0.28	0.28

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
14/11/2022	I	T 3	0.17	117.00	0.20	0.21	0.24	0.23
14/11/2022	II	T 1	0.21	0.27	0.24	0.25	0.23	0.21
14/11/2022	II	T 2	0.20	0.19	0.26	0.26	0.25	0.23
14/11/2022	II	T 3	0.18	0.15	0.22	0.22	0.23	0.19
14/11/2022	III	T 1	0.30	0.30	0.31	0.34	0.31	0.28
14/11/2022	III	T 2	0.24	0.26	0.28	0.24	0.28	0.23
14/11/2022	III	T 3	0.22	0.18	0.27	0.23	0.24	0.23
14/11/2022	IV	T 1	0.31	0.27	0.31	0.23	0.30	0.30
14/11/2022	IV	T 2	0.26	0.23	0.27	0.24	0.23	0.24
14/11/2022	IV	T 3	0.20	0.21	0.23	0.22	0.23	0.24
16/11/2022	I	T 1	0.32	0.29	0.27	0.28	0.28	0.26
16/11/2022	I	T 2	0.23	0.24	0.25	0.24	0.26	0.27
16/11/2022	I	T 3	0.19	0.21	0.21	0.21	0.23	0.24
16/11/2022	II	T 1	0.25	0.17	0.29	0.26	0.22	0.23
16/11/2022	II	T 2	0.20	0.14	0.16	0.21	0.23	0.21
16/11/2022	II	T 3	0.19	0.18	0.16	0.18	0.13	0.21
16/11/2022	III	T 1	0.31	0.30	0.34	0.31	0.30	0.25
16/11/2022	III	T 2	0.23	0.18	0.27	0.25	0.24	0.28
16/11/2022	III	T 3	0.16	0.17	0.21	0.21	0.22	0.22
16/11/2022	IV	T 1	0.13	0.22	0.27	0.22	0.26	0.31
16/11/2022	IV	T 2	0.19	0.19	0.28	0.29	0.27	0.29
16/11/2022	IV	T 3	0.13	0.26	0.27	0.28	0.27	0.27
17/11/2022	I	T 1	0.32	0.28	0.22	0.27	0.26	0.26
17/11/2022	I	T 2	0.28	0.21	0.22	0.29	0.23	0.27
17/11/2022	I	T 3	0.20	0.20	0.25	0.23	0.24	0.25
17/11/2022	II	T 1	0.19	0.27	0.22	0.26	0.26	0.29
17/11/2022	II	T 2	0.19	0.18	0.17	0.23	0.26	0.26
17/11/2022	II	T 3	0.17	0.20	0.22	0.23	0.24	0.20

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
17/11/2022	III	T 1	0.28	0.26	0.31	0.28	0.29	0.28
17/11/2022	III	T 2	0.22	0.22	0.23	0.25	0.23	0.22
17/11/2022	III	T 3	0.17	0.20	0.22	0.23	0.24	0.23
17/11/2022	IV	T 1	0.31	0.25	0.30	0.26	0.28	0.33
17/11/2022	IV	T 2	0.25	0.23	0.22	0.23	0.27	0.23
17/11/2022	IV	T 3	0.17	0.23	0.21	0.21	0.22	0.23
18/11/2022	I	T 1	0.25	0.25	0.29	0.26	0.26	0.27
18/11/2022	I	T 2	0.23	0.25	0.23	0.24	0.23	0.25
18/11/2022	I	T 3	0.21	0.18	0.13	0.23	0.23	0.22
18/11/2022	II	T 1	0.30	0.22	0.25	0.27	0.27	0.28
18/11/2022	II	T 2	0.18	0.21	0.16	0.17	0.22	0.20
18/11/2022	II	T 3	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.14
18/11/2022	III	T 1	0.26	0.27	0.33	0.27	0.35	0.35
18/11/2022	III	T 2	0.21	0.19	0.21	0.25	0.21	0.23
18/11/2022	III	T 3	0.15	0.23	0.18	0.19	0.23	0.22
18/11/2022	IV	T 1	0.29	0.29	0.27	0.24	0.32	0.29
18/11/2022	IV	T 2	0.24	0.23	0.26	0.25	0.22	0.23
18/11/2022	IV	T 3	0.20	0.23	0.23	0.24	0.22	0.23
19/11/2022	I	T 1	0.33	0.26	0.25	0.31	0.25	0.30
19/11/2022	I	T 2	0.19	0.23	0.14	0.30	0.20	0.22
19/11/2022	I	T 3	0.13	0.17	0.22	0.14	0.22	0.22
19/11/2022	II	T 1	0.21	0.22	0.24	0.22	0.23	0.27
19/11/2022	II	T 2	0.16	0.21	0.22	0.23	0.22	0.25
19/11/2022	II	T 3	0.16	0.15	0.19	0.23	0.21	0.24
19/11/2022	III	T 1	0.28	0.25	0.24	0.29	0.26	0.28
19/11/2022	III	T 2	0.22	0.20	0.23	0.16	0.20	0.17
19/11/2022	III	T 3	0.15	0.16	0.19	0.22	0.18	0.22
19/11/2022	IV	T 1	0.21	0.29	0.24	0.24	0.23	0.25

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
19/11/2022	IV	T 2	0.16	0.16	0.25	0.28	0.24	0.26
19/11/2022	IV	T 3	0.13	0.16	0.19	0.15	0.20	0.20
20/11/2022	I	T 1	0.27	0.23	0.26	0.30	0.33	0.22
20/11/2022	I	T 2	0.22	0.23	0.22	0.24	0.23	0.29
20/11/2022	I	T 3	0.17	0.19	0.22	0.16	0.21	0.22
20/11/2022	II	T 1	0.27	0.30	0.27	0.30	0.30	0.30
20/11/2022	II	T 2	0.16	0.16	0.22	0.20	0.22	0.22
20/11/2022	II	T 3	0.12	0.14	0.22	0.21	0.13	0.20
20/11/2022	III	T 1	0.20	0.24	0.30	0.31	0.33	0.23
20/11/2022	III	T 2	0.20	0.23	0.22	0.21	0.18	0.18
20/11/2022	III	T 3	0.19	0.19	0.17	0.22	0.15	0.16
20/11/2022	IV	T 1	0.20	0.25	0.25	0.24	0.25	0.29
20/11/2022	IV	T 2	0.20	0.24	0.25	0.27	0.24	0.23
20/11/2022	IV	T 3	0.15	0.19	0.21	0.22	0.23	0.24
21/11/2022	I	T 1	0.25	0.20	0.26	0.22	0.27	0.26
21/11/2022	I	T 2	0.19	0.19	0.21	0.25	0.26	0.27
21/11/2022	I	T 3	0.18	0.15	0.20	0.20	0.22	0.20
21/11/2022	II	T 1	0.19	0.22	0.21	0.24	0.25	0.27
21/11/2022	II	T 2	0.17	0.14	0.25	0.19	0.17	0.27
21/11/2022	II	T 3	0.12	0.13	0.15	0.23	0.22	0.19
21/11/2022	III	T 1	0.26	0.25	0.27	0.29	0.32	0.22
21/11/2022	III	T 2	0.20	0.21	0.21	0.22	0.26	0.29
21/11/2022	III	T 3	0.16	0.15	0.21	0.21	0.22	0.26
21/11/2022	IV	T 1	0.20	0.21	0.20	0.26	0.28	0.25
21/11/2022	IV	T 2	0.19	0.18	0.27	0.27	0.29	0.27
21/11/2022	IV	T 3	0.12	0.17	0.17	0.21	0.23	0.23
22/11/2022	I	T 1	0.34	0.33	0.39	0.35	0.36	0.35
22/11/2022	I	T 2	0.35	0.37	0.36	0.29	0.37	0.37

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
22/11/2022	I	T 3	0.30	0.34	0.35	0.36	0.36	0.36
22/11/2022	II	T 1	0.37	0.38	0.33	0.32	0.35	0.32
22/11/2022	II	T 2	0.31	0.35	0.35	0.35	0.34	0.39
22/11/2022	II	T 3	0.36	0.39	0.36	0.38	0.36	0.36
22/11/2022	III	T 1	0.38	0.38	0.39	0.39	0.39	0.39
22/11/2022	III	T 2	0.36	0.31	0.34	0.37	0.35	0.37
22/11/2022	III	T 3	0.38	0.38	0.39	0.39	0.39	0.39
22/11/2022	IV	T 1	0.32	0.38	0.37	0.30	0.39	0.38
22/11/2022	IV	T 2	0.36	0.34	0.38	0.35	0.33	0.38
22/11/2022	IV	T 3	0.30	0.31	0.36	0.39	0.36	0.34
23/11/2022	I	T 1	0.28	0.31	0.31	0.35	0.37	0.30
23/11/2022	I	T 2	0.25	0.33	0.31	0.29	0.35	0.35
23/11/2022	I	T 3	0.31	0.27	0.28	0.33	0.34	0.37
23/11/2022	II	T 1	0.28	0.27	0.34	0.28	0.31	0.31
23/11/2022	II	T 2	0.24	0.35	0.35	0.35	0.29	0.26
23/11/2022	II	T 3	0.30	0.31	0.27	0.25	0.24	0.25
23/11/2022	III	T 1	0.32	0.29	0.31	0.37	0.37	0.30
23/11/2022	III	T 2	0.31	0.24	0.30	0.32	0.27	0.27
23/11/2022	III	T 3	0.28	0.27	0.35	0.35	0.30	0.34
23/11/2022	IV	T 1	0.24	0.32	0.30	0.37	0.35	0.33
23/11/2022	IV	T 2	0.29	0.35	0.29	0.32	0.37	0.38
23/11/2022	IV	T 3	0.27	0.28	0.34	0.31	0.32	0.37
24/11/2022	I	T 1	0.26	0.24	0.25	0.33	0.27	0.37
24/11/2022	I	T 2	0.25	0.30	0.29	0.29	0.25	0.26
24/11/2022	I	T 3	0.24	0.24	0.22	0.26	0.27	0.24
24/11/2022	II	T 1	0.24	0.26	0.31	0.26	0.24	0.29
24/11/2022	II	T 2	0.21	0.24	0.25	0.25	0.28	0.26
24/11/2022	II	T 3	0.21	0.26	0.25	0.20	0.22	0.23

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
24/11/2022	III	T 1	0.25	0.31	0.33	0.26	0.26	0.29
24/11/2022	III	T 2	0.21	0.24	0.27	0.20	0.24	0.23
24/11/2022	III	T 3	0.21	0.22	0.22	0.24	0.22	0.25
24/11/2022	IV	T 1	0.28	0.27	0.31	0.31	0.28	0.28
24/11/2022	IV	T 2	0.27	0.24	0.24	0.24	0.28	0.28
24/11/2022	IV	T 3	0.26	0.20	0.24	0.27	0.25	0.23
25/11/2022	I	T 1	0.31	0.26	0.27	0.29	0.31	0.27
25/11/2022	I	T 2	0.25	0.24	0.27	0.27	0.26	0.28
25/11/2022	I	T 3	0.21	0.20	0.22	0.22	0.24	0.25
25/11/2022	II	T 1	0.28	0.25	0.29	0.28	0.27	0.27
25/11/2022	II	T 2	0.26	0.25	0.24	0.24	0.27	0.23
25/11/2022	II	T 3	0.21	0.25	0.24	0.21	0.22	0.23
25/11/2022	III	T 1	0.34	0.33	0.33	0.28	0.27	0.26
25/11/2022	III	T 2	0.25	0.28	0.28	0.27	0.23	0.23
25/11/2022	III	T 3	0.24	0.24	0.22	0.20	0.26	0.23
25/11/2022	IV	T 1	0.29	0.29	0.26	0.32	0.27	0.31
25/11/2022	IV	T 2	0.25	0.25	0.26	0.25	0.24	0.27
25/11/2022	IV	T 3	0.24	0.22	0.23	0.26	0.28	0.24
26/11/2022	I	T 1	0.28	0.26	0.26	0.30	0.34	0.26
26/11/2022	I	T 2	0.26	0.27	0.26	0.29	0.23	0.29
26/11/2022	I	T 3	0.22	0.24	0.27	0.23	0.22	0.21
26/11/2022	II	T 1	0.23	0.25	0.27	0.27	0.27	0.24
26/11/2022	II	T 2	0.22	0.23	0.27	0.25	0.26	0.26
26/11/2022	II	T 3	0.19	0.21	0.22	0.22	0.24	0.27
26/11/2022	III	T 1	0.30	0.27	0.32	0.32	0.31	0.36
26/11/2022	III	T 2	0.28	0.26	0.25	0.25	0.28	0.25
26/11/2022	III	T 3	0.23	0.26	0.24	0.22	0.24	0.24
26/11/2022	IV	T 1	0.26	0.24	0.33	0.26	0.29	0.29

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
26/11/2022	IV	T 2	0.24	0.26	0.28	0.29	0.26	0.29
26/11/2022	IV	T 3	0.22	0.24	0.25	0.28	0.24	0.23
27/11/2022	I	T 1	0.28	0.24	0.30	0.28	0.34	0.27
27/11/2022	I	T 2	0.24	0.24	0.26	0.27	0.21	0.25
27/11/2022	I	T 3	0.23	0.24	0.22	0.25	0.22	0.21
27/11/2022	II	T 1	0.23	0.27	0.26	0.26	0.24	0.21
27/11/2022	II	T 2	0.23	0.22	0.23	0.20	0.22	0.18
27/11/2022	II	T 3	0.23	0.23	0.23	0.20	0.22	0.18
27/11/2022	III	T 1	0.27	0.26	0.26	0.25	0.29	0.26
27/11/2022	III	T 2	0.27	0.26	0.26	0.24	0.24	0.22
27/11/2022	III	T 3	0.24	0.22	0.25	0.22	0.22	0.20
27/11/2022	IV	T 1	0.26	0.30	0.26	0.20	0.26	0.26
27/11/2022	IV	T 2	0.25	0.25	0.26	0.25	0.21	0.24
27/11/2022	IV	T 3	0.20	0.23	0.22	0.23	0.24	0.25
28/11/2022	I	T 1	0.28	0.25	0.28	0.26	0.22	0.25
28/11/2022	I	T 2	0.27	0.26	0.27	0.24	0.22	0.27
28/11/2022	I	T 3	0.21	0.21	0.24	0.29	0.23	0.20
28/11/2022	II	T 1	0.23	0.25	0.23	0.24	0.26	0.24
28/11/2022	II	T 2	0.22	0.23	0.23	0.18	0.23	0.24
28/11/2022	II	T 3	0.21	0.21	0.23	0.18	0.22	0.26
28/11/2022	III	T 1	0.25	0.28	0.22	0.26	0.30	0.20
28/11/2022	III	T 2	0.23	0.26	0.23	0.23	0.23	0.23
28/11/2022	III	T 3	0.22	0.22	0.23	0.25	0.23	0.24
28/11/2022	IV	T 1	0.28	0.27	0.25	0.25	0.28	0.26
28/11/2022	IV	T 2	0.25	0.26	0.29	0.25	0.24	0.26
28/11/2022	IV	T 3	0.25	0.25	0.27	0.24	0.24	0.24
29/11/2022	I	T 1	0.27	0.25	0.26	0.27	0.23	0.23
29/11/2022	I	T 2	0.27	0.23	0.23	0.29	0.23	0.22

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
29/11/2022	I	T 3	0.23	0.20	0.23	0.22	0.22	0.21
29/11/2022	II	T 1	0.22	0.23	0.26	0.22	0.22	0.22
29/11/2022	II	T 2	0.22	0.24	0.23	0.22	0.21	0.21
29/11/2022	II	T 3	0.21	0.19	0.20	0.23	0.20	0.20
29/11/2022	III	T 1	0.28	0.27	0.30	0.29	0.24	0.28
29/11/2022	III	T 2	0.27	0.27	0.22	0.23	0.23	0.25
29/11/2022	III	T 3	0.25	0.25	0.23	0.24	0.22	0.25
29/11/2022	IV	T 1	0.25	0.23	0.28	0.24	0.26	0.28
29/11/2022	IV	T 2	0.21	0.22	0.24	0.23	0.23	0.21
29/11/2022	IV	T 3	0.20	0.20	0.22	0.23	0.24	0.20
30/11/2022	I	T 1	0.29	0.27	0.24	0.27	0.24	0.25
30/11/2022	I	T 2	0.24	0.24	0.23	0.24	0.23	0.22
30/11/2022	I	T 3	0.23	0.23	0.23	0.22	0.20	0.22
30/11/2022	II	T 1	0.30	0.24	0.24	0.25	0.25	0.24
30/11/2022	II	T 2	0.24	0.24	0.23	0.22	0.24	0.23
30/11/2022	II	T 3	0.20	0.20	0.21	0.21	0.23	0.21
30/11/2022	III	T 1	0.27	0.25	0.28	0.25	0.27	0.25
30/11/2022	III	T 2	0.26	0.23	0.26	0.25	0.21	0.23
30/11/2022	III	T 3	0.25	0.22	0.22	0.22	0.23	0.22
30/11/2022	IV	T 1	0.25	0.25	0.28	0.26	0.24	0.26
30/11/2022	IV	T 2	0.25	0.25	0.22	0.25	0.22	0.25
30/11/2022	IV	T 3	0.23	0.22	0.20	0.23	0.20	0.23
01/12/2022	I	T 1	0.27	0.29	0.28	0.24	0.28	0.23
01/12/2022	I	T 2	0.25	0.27	0.27	0.29	0.25	0.20
01/12/2022	I	T 3	0.23	0.21	0.26	0.25	0.23	0.19
01/12/2022	II	T 1	0.27	0.29	0.25	0.30	0.23	0.24
01/12/2022	II	T 2	0.24	0.27	0.23	0.25	0.26	0.24
01/12/2022	II	T 3	0.22	0.24	0.20	0.22	0.23	0.23

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
01/12/2022	III	T 1	0.31	0.29	0.30	0.26	0.30	0.28
01/12/2022	III	T 2	0.23	0.28	0.27	0.26	0.29	0.26
01/12/2022	III	T 3	0.20	0.28	0.20	0.26	0.22	0.24
01/12/2022	IV	T 1	0.27	0.27	0.30	0.27	0.30	0.30
01/12/2022	IV	T 2	0.26	0.26	0.25	0.22	0.25	0.26
01/12/2022	IV	T 3	0.25	0.26	0.24	0.22	0.24	0.21
02/12/2022	I	T 1	0.34	0.27	0.31	0.34	0.26	0.28
02/12/2022	I	T 2	0.25	0.23	0.23	0.27	0.24	0.27
02/12/2022	I	T 3	0.22	0.24	0.22	0.24	0.23	0.23
02/12/2022	II	T 1	0.24	0.26	0.24	0.28	0.28	0.22
02/12/2022	II	T 2	0.23	0.25	0.24	0.25	0.29	0.26
02/12/2022	II	T 3	0.21	0.19	0.25	0.22	0.22	0.26
02/12/2022	III	T 1	0.30	0.30	0.32	0.30	0.29	0.30
02/12/2022	III	T 2	0.29	0.28	0.22	0.28	0.24	0.27
02/12/2022	III	T 3	0.23	0.23	0.21	0.24	0.23	0.23
02/12/2022	IV	T 1	0.30	0.30	0.31	0.26	0.28	0.30
02/12/2022	IV	T 2	0.27	0.22	0.24	0.21	0.26	0.27
02/12/2022	IV	T 3	0.23	0.20	0.28	0.22	0.22	0.23
03/12/2022	I	T 1	0.23	0.27	0.26	0.31	0.27	0.27
03/12/2022	I	T 2	0.23	0.24	0.29	0.22	0.22	0.26
03/12/2022	I	T 3	0.22	0.23	0.21	0.24	0.23	0.23
03/12/2022	II	T 1	0.24	0.27	0.25	0.28	0.28	0.28
03/12/2022	II	T 2	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.25
03/12/2022	II	T 3	0.23	0.22	0.22	0.22	0.23	0.24
03/12/2022	III	T 1	0.30	0.32	0.26	0.29	0.28	0.28
03/12/2022	III	T 2	0.25	0.25	0.27	0.26	0.26	0.23
03/12/2022	III	T 3	0.24	0.23	0.24	0.23	0.23	0.29
03/12/2022	IV	T 1	0.32	0.34	0.27	0.29	0.30	0.30

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
03/12/2022	IV	T 2	0.26	0.24	0.25	0.25	0.29	0.23
03/12/2022	IV	T 3	0.23	0.23	0.21	0.22	0.22	0.26
04/12/2022	I	T 1	0.30	0.25	0.29	0.25	0.29	0.25
04/12/2022	I	T 2	0.24	0.23	0.23	0.24	0.25	0.23
04/12/2022	I	T 3	0.20	0.21	0.29	0.23	0.22	0.22
04/12/2022	II	T 1	0.26	0.29	0.31	0.22	0.25	0.28
04/12/2022	II	T 2	0.23	0.24	0.23	0.27	0.21	0.23
04/12/2022	II	T 3	0.20	0.22	0.21	0.22	0.25	0.24
04/12/2022	III	T 1	0.26	0.25	0.32	0.28	0.31	0.29
04/12/2022	III	T 2	0.25	0.24	0.25	0.26	0.27	0.23
04/12/2022	III	T 3	0.22	0.22	0.25	0.25	0.23	0.24
04/12/2022	IV	T 1	0.29	0.27	0.28	0.23	0.25	0.31
04/12/2022	IV	T 2	0.23	0.29	0.23	0.21	0.24	0.25
04/12/2022	IV	T 3	0.23	0.23	0.22	0.22	0.24	0.22
05/12/2022	I	T 1	0.28	0.25	0.27	0.37	0.34	0.26
05/12/2022	I	T 2	0.26	0.26	0.24	0.26	0.22	0.27
05/12/2022	I	T 3	0.25	0.21	0.23	0.23	0.22	0.23
05/12/2022	II	T 1	0.24	0.24	0.25	0.25	0.28	0.23
05/12/2022	II	T 2	0.22	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22
05/12/2022	II	T 3	0.22	0.23	0.22	0.24	0.20	0.23
05/12/2022	III	T 1	0.30	0.27	0.26	0.27	0.31	0.29
05/12/2022	III	T 2	0.29	0.27	0.27	0.26	0.27	0.28
05/12/2022	III	T 3	0.27	0.20	0.25	0.22	0.25	0.23
05/12/2022	IV	T 1	0.30	0.24	0.26	0.28	0.31	0.25
05/12/2022	IV	T 2	0.25	0.23	0.24	0.23	0.23	0.23
05/12/2022	IV	T 3	0.24	0.26	0.24	0.25	0.22	0.24
06/12/2022	I	T 1	0.23	0.24	0.26	0.30	0.24	0.26
06/12/2022	I	T 2	0.21	0.21	0.22	0.25	0.24	0.23

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
06/12/2022	I	T 3	0.18	0.21	0.21	0.22	0.23	0.24
06/12/2022	II	T 1	0.27	0.23	0.22	0.22	0.22	0.24
06/12/2022	II	T 2	0.23	0.23	0.22	0.26	0.23	0.24
06/12/2022	II	T 3	0.16	0.19	0.24	0.23	0.26	0.22
06/12/2022	III	T 1	0.30	0.28	0.30	0.29	0.35	0.32
06/12/2022	III	T 2	0.27	0.27	0.26	0.22	0.25	0.26
06/12/2022	III	T 3	0.19	0.20	0.22	0.24	0.22	0.21
06/12/2022	IV	T 1	0.26	0.28	0.27	0.26	0.28	0.28
06/12/2022	IV	T 2	0.25	0.23	0.27	0.26	0.23	0.26
06/12/2022	IV	T 3	0.22	0.24	0.24	0.26	0.23	0.27
07/12/2022	I	T 1	0.27	0.24	0.22	0.26	0.32	0.33
07/12/2022	I	T 2	0.29	0.22	0.23	0.24	0.26	0.27
07/12/2022	I	T 3	0.28	0.20	0.24	0.24	0.24	0.27
07/12/2022	II	T 1	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.27
07/12/2022	II	T 2	0.26	0.25	0.27	0.28	0.22	0.24
07/12/2022	II	T 3	0.25	0.23	0.23	0.22	0.23	0.21
07/12/2022	III	T 1	0.36	0.33	0.32	0.30	0.24	0.31
07/12/2022	III	T 2	0.27	0.29	0.28	0.24	0.29	0.22
07/12/2022	III	T 3	0.24	0.22	0.29	0.24	0.24	0.20
07/12/2022	IV	T 1	0.30	0.27	0.26	0.27	0.27	0.31
07/12/2022	IV	T 2	0.23	0.26	0.25	0.28	0.29	0.24
07/12/2022	IV	T 3	0.23	0.22	0.24	0.24	0.26	0.24
08/12/2022	I	T 1	0.32	0.36	0.32	0.30	0.29	0.36
08/12/2022	I	T 2	0.29	0.26	0.26	0.28	0.30	0.27
08/12/2022	I	T 3	0.22	0.23	0.25	0.24	0.25	0.22
08/12/2022	II	T 1	0.32	0.27	0.28	0.28	0.28	0.27
08/12/2022	II	T 2	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26	0.26
08/12/2022	II	T 3	0.27	0.27	0.27	0.26	0.25	0.25

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
08/12/2022	III	T 1	0.33	0.26	0.29	0.29	0.30	0.30
08/12/2022	III	T 2	0.24	0.26	0.27	0.28	0.28	0.27
08/12/2022	III	T 3	0.21	0.28	0.29	0.27	0.27	0.26
08/12/2022	IV	T 1	0.30	0.33	0.30	0.30	0.31	0.29
08/12/2022	IV	T 2	0.28	0.27	0.28	0.29	0.29	0.29
08/12/2022	IV	T 3	0.22	0.24	0.25	0.24	0.26	0.25
09/12/2022	I	T 1	0.32	0.23	0.38	0.34	0.34	0.26
09/12/2022	I	T 2	0.28	0.26	0.23	0.24	0.23	0.27
09/12/2022	I	T 3	0.21	0.21	0.24	0.21	0.25	0.24
09/12/2022	II	T 1	0.28	0.24	0.27	0.27	0.23	0.24
09/12/2022	II	T 2	0.24	0.21	0.22	0.27	0.25	0.25
09/12/2022	II	T 3	0.26	0.21	0.22	0.24	0.29	0.63
09/12/2022	III	T 1	0.30	0.34	0.27	0.34	0.32	0.30
09/12/2022	III	T 2	0.24	0.25	0.25	0.23	0.27	0.25
09/12/2022	III	T 3	0.21	0.28	0.22	0.24	0.26	0.27
09/12/2022	IV	T 1	0.29	0.25	0.29	0.28	0.28	0.28
09/12/2022	IV	T 2	0.28	0.24	0.27	0.25	0.25	0.26
09/12/2022	IV	T 3	0.23	0.28	0.25	0.26	0.22	0.25
11/12/2022	I	T 1	0.23	0.29	0.30	0.33	0.29	0.27
11/12/2022	I	T 2	0.23	0.24	0.29	0.25	0.24	0.23
11/12/2022	I	T 3	0.20	0.20	0.25	0.25	0.22	0.23
11/12/2022	II	T 1	0.28	0.27	0.29	0.30	0.30	0.24
11/12/2022	II	T 2	0.26	0.24	0.27	0.27	0.26	0.27
11/12/2022	II	T 3	0.25	0.22	0.24	0.21	0.25	0.27
11/12/2022	III	T 1	0.24	0.30	0.29	0.31	0.33	0.31
11/12/2022	III	T 2	0.26	0.29	0.29	0.23	0.27	0.25
11/12/2022	III	T 3	0.24	0.22	0.24	0.21	0.22	0.26
11/12/2022	IV	T 1	0.29	0.27	0.30	0.30	0.29	0.26

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
11/12/2022	IV	T 2	0.26	0.25	0.27	0.26	0.25	0.23
11/12/2022	IV	T 3	0.22	0.22	0.27	0.27	0.24	0.26
12/12/2022	I	T 1	0.25	0.23	0.26	0.27	0.30	0.22
12/12/2022	I	T 2	0.24	0.26	0.28	0.26	0.28	0.23
12/12/2022	I	T 3	0.21	0.24	0.22	0.22	0.24	0.26
12/12/2022	II	T 1	0.21	0.27	0.30	0.31	0.28	0.23
12/12/2022	II	T 2	0.24	0.23	0.23	0.25	0.27	0.25
12/12/2022	II	T 3	0.22	0.24	0.26	0.22	0.24	0.21
12/12/2022	III	T 1	0.31	0.31	0.32	0.30	0.30	0.32
12/12/2022	III	T 2	0.31	0.31	0.32	0.30	0.30	0.32
12/12/2022	III	T 3	0.29	0.28	0.29	0.28	0.23	0.27
12/12/2022	IV	T 1	0.26	0.25	0.29	0.25	0.24	0.21
12/12/2022	IV	T 2	0.28	0.27	0.27	0.24	0.26	0.25
12/12/2022	IV	T 3	0.27	0.29	0.28	0.27	0.23	0.22
14/12/2022	I	T 1	0.28	0.24	0.27	0.34	0.26	0.31
14/12/2022	I	T 2	0.27	0.29	0.28	0.26	0.27	245.00
14/12/2022	I	T 3	0.26	0.24	0.23	0.23	0.28	0.22
14/12/2022	II	T 1	0.29	0.25	0.26	0.29	0.26	0.21
14/12/2022	II	T 2	0.29	0.28	0.28	0.28	0.24	0.26
14/12/2022	II	T 3	0.25	0.23	0.22	0.22	0.23	0.21
14/12/2022	III	T 1	0.30	0.26	0.27	0.29	0.26	0.34
14/12/2022	III	T 2	0.27	0.25	0.28	0.29	0.27	0.23
14/12/2022	III	T 3	0.25	0.23	0.26	0.26	0.24	0.22
14/12/2022	IV	T 1	0.29	0.28	0.21	0.27	0.24	0.27
14/12/2022	IV	T 2	0.27	0.27	0.26	0.22	0.23	0.25
14/12/2022	IV	T 3	0.25	0.24	0.28	0.21	0.23	0.23
15/12/2022	I	T 1	0.30	0.29	0.29	0.38	0.31	0.25
15/12/2022	I	T 2	0.25	0.29	0.29	0.28	0.26	0.27

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
15/12/2022	I	T 3	0.22	0.25	0.25	0.26	0.26	0.27
15/12/2022	II	T 1	0.29	0.28	0.28	0.27	0.30	0.21
15/12/2022	II	T 2	0.23	0.23	0.28	0.28	0.22	0.25
15/12/2022	II	T 3	0.23	0.25	0.25	0.26	0.24	0.25
15/12/2022	III	T 1	0.25	0.29	0.32	0.28	0.30	0.29
15/12/2022	III	T 2	0.25	0.26	0.29	0.26	0.23	0.29
15/12/2022	III	T 3	0.25	0.20	0.20	0.22	0.23	0.22
15/12/2022	IV	T 1	0.29	0.26	0.25	0.28	0.22	0.22
15/12/2022	IV	T 2	0.28	0.27	0.25	0.23	0.26	0.25
15/12/2022	IV	T 3	0.24	0.25	0.25	0.26	0.26	0.23
16/12/2022	I	T 1	0.29	0.28	0.28	0.27	0.27	0.30
16/12/2022	I	T 2	0.26	0.27	0.26	0.24	0.28	0.22
16/12/2022	I	T 3	0.24	0.22	0.25	0.22	0.22	0.24
16/12/2022	II	T 1	0.27	0.24	0.28	0.33	0.27	0.30
16/12/2022	II	T 2	0.26	0.24	0.23	0.24	0.26	0.26
16/12/2022	II	T 3	0.22	0.20	0.25	0.27	0.28	0.26
16/12/2022	III	T 1	0.29	0.26	0.23	0.22	0.24	0.28
16/12/2022	III	T 2	0.25	0.25	0.27	0.26	0.27	0.27
16/12/2022	III	T 3	0.21	0.20	0.27	0.24	0.24	0.23
16/12/2022	IV	T 1	0.30	0.29	0.28	0.30	0.28	0.28
16/12/2022	IV	T 2	0.28	0.28	0.27	0.27	0.26	0.29
16/12/2022	IV	T 3	0.21	0.19	0.20	0.18	0.23	0.20
17/12/2022	I	T 1	0.29	0.25	0.30	0.37	0.32	0.28
17/12/2022	I	T 2	0.26	0.25	0.27	0.23	0.25	0.26
17/12/2022	I	T 3	0.23	0.20	0.24	0.21	0.20	0.22
17/12/2022	II	T 1	0.31	0.25	0.25	0.28	0.25	0.23
17/12/2022	II	T 2	0.28	0.24	0.24	0.24	0.27	0.23
17/12/2022	II	T 3	0.26	0.22	0.26	0.27	0.20	0.21

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
17/12/2022	III	T 1	0.31	0.25	0.25	0.29	0.26	0.30
17/12/2022	III	T 2	0.26	0.29	0.28	0.29	0.27	0.22
17/12/2022	III	T 3	0.25	0.27	0.28	0.22	0.25	0.29
17/12/2022	IV	T 1	0.29	0.30	0.28	0.27	0.23	0.24
17/12/2022	IV	T 2	0.26	0.27	0.28	0.22	0.25	0.28
17/12/2022	IV	T 3	0.26	0.26	0.27	0.26	0.25	0.22
18/12/2022	I	T 1	0.32	0.30	0.31	0.34	0.34	0.29
18/12/2022	I	T 2	0.27	0.25	0.25	0.25	0.28	0.28
18/12/2022	I	T 3	0.25	0.24	0.22	0.25	0.23	0.24
18/12/2022	II	T 1	0.31	0.31	0.30	0.30	0.31	0.34
18/12/2022	II	T 2	0.27	0.27	0.29	0.29	0.23	0.21
18/12/2022	II	T 3	0.25	0.26	0.29	0.23	0.24	0.22
18/12/2022	III	T 1	0.30	0.30	0.30	0.28	0.28	0.31
18/12/2022	III	T 2	0.29	0.28	0.28	0.26	0.24	0.26
18/12/2022	III	T 3	0.26	0.25	0.26	0.28	0.26	0.29
18/12/2022	IV	T 1	0.29	0.27	0.29	0.30	0.30	0.31
18/12/2022	IV	T 2	0.28	0.27	0.26	0.27	0.24	0.24
18/12/2022	IV	T 3	0.28	0.27	0.28	0.23	0.23	0.21
19/12/2022	I	T 1	0.30	0.28	0.30	0.32	0.33	0.27
19/12/2022	I	T 2	0.28	0.28	0.28	0.25	0.25	0.28
19/12/2022	I	T 3	0.25	0.21	0.28	0.23	0.25	0.24
19/12/2022	II	T 1	0.29	0.29	0.29	0.29	0.30	0.20
19/12/2022	II	T 2	0.27	0.27	0.29	0.27	0.25	0.25
19/12/2022	II	T 3	0.32	0.32	0.32	0.33	0.28	0.35
19/12/2022	III	T 1	0.29	0.29	0.28	0.25	0.23	0.26
19/12/2022	III	T 2	0.26	0.26	0.27	0.23	0.24	0.27
19/12/2022	III	T 3	0.29	0.29	0.30	0.30	0.27	0.28
19/12/2022	IV	T 1	0.29	0.29	0.30	0.30	0.30	0.28

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
19/12/2022	IV	T 2	0.28	0.27	0.29	0.24	0.28	0.28
19/12/2022	IV	T 3	0.27	0.27	0.27	0.26	0.23	0.27
20/12/2022	I	T 1	0.29	0.28	0.30	0.32	0.32	0.29
20/12/2022	I	T 2	0.29	0.28	0.28	0.27	0.24	0.28
20/12/2022	I	T 3	0.25	0.22	0.24	0.25	0.23	0.24
20/12/2022	II	T 1	0.29	0.28	0.29	0.29	0.24	0.23
20/12/2022	II	T 2	0.24	0.25	0.25	0.23	0.23	0.26
20/12/2022	II	T 3	0.23	0.23	0.24	0.23	0.27	0.23
20/12/2022	III	T 1	0.32	0.32	0.30	0.29	0.31	0.34
20/12/2022	III	T 2	0.27	0.28	0.27	0.22	0.23	0.22
20/12/2022	III	T 3	0.23	0.25	0.27	0.28	0.28	0.23
20/12/2022	IV	T 1	0.29	0.30	0.28	0.28	0.30	0.27
20/12/2022	IV	T 2	0.28	0.29	0.28	0.22	0.29	0.25
20/12/2022	IV	T 3	0.24	0.25	0.27	0.22	0.24	0.26
21/12/2022	I	T 1	0.28	0.31	0.30	0.33	0.27	0.29
21/12/2022	I	T 2	0.28	0.27	0.27	0.26	0.27	0.29
21/12/2022	I	T 3	0.26	0.26	0.26	0.24	0.22	0.22
21/12/2022	II	T 1	0.28	0.29	0.30	0.29	0.31	0.22
21/12/2022	II	T 2	0.28	0.25	0.27	0.26	0.26	0.27
21/12/2022	II	T 3	0.25	0.23	0.25	0.27	0.25	0.25
21/12/2022	III	T 1	0.32	0.30	0.31	0.29	0.30	0.32
21/12/2022	III	T 2	0.28	0.28	0.28	0.29	0.27	0.25
21/12/2022	III	T 3	0.26	0.28	0.26	0.23	0.28	0.26
21/12/2022	IV	T 1	0.29	0.29	0.30	0.33	0.29	0.26
21/12/2022	IV	T 2	0.28	0.28	0.25	0.23	0.29	0.23
21/12/2022	IV	T 3	0.22	0.24	0.26	0.26	0.25	0.24
22/12/2022	I	T 1	0.29	0.31	0.31	0.32	0.28	0.31
22/12/2022	I	T 2	0.27	0.26	0.28	0.25	0.29	0.24

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
22/12/2022	I	T 3	0.24	0.26	0.25	0.24	0.22	0.26
22/12/2022	II	T 1	0.30	0.29	0.28	0.31	0.27	0.30
22/12/2022	II	T 2	0.26	0.24	0.28	0.27	0.26	0.28
22/12/2022	II	T 3	0.22	0.24	0.22	0.27	0.26	0.28
22/12/2022	III	T 1	0.0.281	0.34	0.29	0.30	0.30	0.33
22/12/2022	III	T 2	0.28	0.28	0.27	0.25	0.25	0.24
22/12/2022	III	T 3	0.27	0.24	0.26	0.23	0.24	0.23
22/12/2022	IV	T 1	0.29	0.29	0.30	0.32	0.26	0.28
22/12/2022	IV	T 2	0.28	0.26	0.26	0.22	0.27	0.28
22/12/2022	IV	T 3	0.21	0.20	0.23	0.26	0.21	0.24
23/12/2022	I	T 1	0.31	0.28	0.28	0.30	0.27	0.34
23/12/2022	I	T 2	0.28	0.28	0.28	0.26	0.24	0.24
23/12/2022	I	T 3	0.26	0.27	0.27	0.22	0.22	0.25
23/12/2022	II	T 1	0.29	0.29	0.28	0.27	0.24	0.27
23/12/2022	II	T 2	0.25	0.27	0.27	0.26	0.24	0.25
23/12/2022	II	T 3	0.24	0.20	0.20	0.25	0.24	0.27
23/12/2022	III	T 1	0.34	0.32	0.31	0.32	0.24	0.35
23/12/2022	III	T 2	0.29	0.29	0.28	0.29	0.26	0.27
23/12/2022	III	T 3	0.25	0.24	0.24	0.25	0.27	0.26
23/12/2022	IV	T 1	0.28	0.28	0.28	0.26	0.34	0.25
23/12/2022	IV	T 2	0.27	0.28	0.28	0.28	0.23	0.26
23/12/2022	IV	T 3	0.23	0.24	0.22	0.24	0.23	0.25
24/12/2022	I	T 1	0.27	0.32	0.30	0.31	0.27	0.30
24/12/2022	I	T 2	0.25	0.27	0.26	0.22	0.24	0.27
24/12/2022	I	T 3	0.24	0.27	0.28	0.27	0.25	0.23
24/12/2022	II	T 1	0.30	0.27	0.29	0.31	0.28	0.23
24/12/2022	II	T 2	0.29	0.28	0.28	0.27	0.30	0.25
24/12/2022	II	T 3	0.26	0.22	0.26	0.23	0.28	0.24

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
24/12/2022	III	T 1	0.33	0.27	0.29	0.34	0.28	0.27
24/12/2022	III	T 2	0.33	0.27	0.27	0.34	0.28	0.27
24/12/2022	III	T 3	0.25	0.27	0.23	0.26	0.29	0.26
24/12/2022	IV	T 1	0.28	0.25	0.26	0.27	0.29	0.30
24/12/2022	IV	T 2	0.27	0.53	0.25	0.23	0.28	0.29
24/12/2022	IV	T 3	0.27	0.25	0.27	0.24	0.28	0.26
25/12/2022	I	T 1	0.32	0.25	0.28	0.29	0.28	0.33
25/12/2022	I	T 2	0.29	0.26	0.27	0.29	0.28	0.25
25/12/2022	I	T 3	0.28	0.21	0.25	0.29	0.22	0.23
25/12/2022	II	T 1	0.31	0.29	0.30	0.30	0.29	0.27
25/12/2022	II	T 2	0.25	0.28	0.29	0.28	0.26	0.28
25/12/2022	II	T 3	0.21	0.26	0.25	0.25	0.26	0.22
25/12/2022	III	T 1	0.27	0.27	0.27	0.28	0.33	0.33
25/12/2022	III	T 2	0.26	0.27	0.27	0.25	0.27	0.24
25/12/2022	III	T 3	0.26	0.26	0.25	0.28	0.26	0.27
25/12/2022	IV	T 1	0.27	0.25	0.28	0.33	0.31	0.28
25/12/2022	IV	T 2	0.26	0.26	0.26	0.25	0.26	0.27
25/12/2022	IV	T 3	0.25	0.25	0.26	0.27	0.26	0.27
26/12/2022	I	T 1	0.30	0.30	0.28	0.35	0.29	0.32
26/12/2022	I	T 2	0.24	0.28	0.28	0.28	0.29	0.29
26/12/2022	I	T 3	0.24	0.25	0.27	0.27	0.26	0.26
26/12/2022	II	T 1	0.33	0.27	0.35	0.36	0.27	0.25
26/12/2022	II	T 2	0.28	0.27	0.26	0.26	0.26	0.29
26/12/2022	II	T 3	0.27	0.21	0.26	0.24	0.25	0.22
26/12/2022	III	T 1	0.30	0.30	0.30	0.27	292.00	0.32
26/12/2022	III	T 2	0.26	0.25	0.28	0.27	0.27	0.28
26/12/2022	III	T 3	0.23	0.24	0.25	0.27	0.23	0.24
26/12/2022	IV	T 1	0.24	0.26	0.29	0.26	0.31	0.23

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
26/12/2022	IV	T 2	0.23	0.25	0.26	0.23	0.27	0.27
26/12/2022	IV	T 3	0.23	0.25	0.25	0.26	0.24	0.23
27/12/2022	I	T 1	0.29	0.29	0.24	0.34	0.29	0.24
27/12/2022	I	T 2	0.27	0.25	0.51	0.24	0.26	0.23
27/12/2022	I	T 3	0.23	0.21	0.24	0.23	0.23	0.25
27/12/2022	II	T 1	0.27	0.31	0.29	0.32	0.31	0.25
27/12/2022	II	T 2	0.26	0.25	0.27	0.27	0.28	0.23
27/12/2022	II	T 3	0.21	0.21	0.22	0.25	0.20	0.22
27/12/2022	III	T 1	0.27	0.30	0.28	0.25	0.28	0.34
27/12/2022	III	T 2	0.27	0.29	0.28	0.29	0.24	0.25
27/12/2022	III	T 3	0.25	0.26	0.27	0.28	0.25	0.25
27/12/2022	IV	T 1	0.30	0.27	0.28	0.30	0.26	0.25
27/12/2022	IV	T 2	0.24	0.27	0.25	0.21	0.23	0.29
27/12/2022	IV	T 3	0.22	0.25	0.24	0.23	0.23	0.25
28/12/2022	I	T 1	0.29	0.28	0.27	0.30	0.31	0.31
28/12/2022	I	T 2	0.27	0.26	0.25	0.25	0.24	0.23
28/12/2022	I	T 3	0.26	0.22	0.23	0.23	0.25	0.26
28/12/2022	II	T 1	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.26
28/12/2022	II	T 2	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26	0.28
28/12/2022	II	T 3	0.20	0.23	0.23	0.25	0.26	0.25
28/12/2022	III	T 1	0.30	0.29	0.29	0.28	0.25	0.32
28/12/2022	III	T 2	0.26	0.28	0.27	0.27	0.28	0.25
28/12/2022	III	T 3	0.26	0.25	0.25	0.26	0.66	0.22
28/12/2022	IV	T 1	0.28	0.26	0.27	0.30	0.32	0.30
28/12/2022	IV	T 2	0.25	0.26	0.26	0.28	0.27	0.24
28/12/2022	IV	T 3	0.21	0.20	0.24	0.24	0.25	0.24
29/12/2022	I	T 1	0.31	0.29	0.28	0.30	0.29	0.31
29/12/2022	I	T 2	0.25	0.25	0.27	0.28	0.25	0.25

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
29/12/2022	I	T 3	0.22	0.23	0.24	0.26	0.26	0.23
29/12/2022	II	T 1	0.26	0.29	0.28	0.31	0.33	0.26
29/12/2022	II	T 2	0.26	0.26	0.27	0.27	0.23	0.26
29/12/2022	II	T 3	0.21	0.25	0.25	0.23	0.24	0.25
29/12/2022	III	T 1	0.28	0.30	0.29	0.30	0.27	0.27
29/12/2022	III	T 2	0.27	0.29	0.26	0.26	0.27	0.26
29/12/2022	III	T 3	0.27	0.27	0.26	0.24	0.23	0.24
29/12/2022	IV	T 1	0.28	0.29	0.28	0.28	0.32	0.25
29/12/2022	IV	T 2	0.27	0.26	0.26	0.28	0.23	0.24
29/12/2022	IV	T 3	0.21	0.25	0.23	0.24	0.25	0.22
30/12/2022	I	T 1	0.31	0.27	0.29	0.34	0.26	0.29
30/12/2022	I	T 2	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28
30/12/2022	I	T 3	0.23	0.25	0.24	0.23	0.26	0.27
30/12/2022	II	T 1	0.30	0.29	0.29	0.24	0.25	0.25
30/12/2022	II	T 2	0.28	0.28	0.27	0.25	0.27	0.26
30/12/2022	II	T 3	0.23	0.26	0.25	0.24	0.21	0.25
30/12/2022	III	T 1	0.271	0.28	0.27	0.31	0.23	0.34
30/12/2022	III	T 2	0.27	0.29	0.28	0.23	0.29	0.28
30/12/2022	III	T 3	0.25	0.26	0.23	0.25	0.22	0.23
30/12/2022	IV	T 1	0.27	0.29	0.26	0.29	0.26	0.23
30/12/2022	IV	T 2	0.27	0.26	0.25	0.21	0.23	0.23
30/12/2022	IV	T 3	0.24	0.26	0.25	0.27	0.25	0.23
01/01/2023	I	T 1	0.29	0.26	0.29	0.33	0.30	0.29
01/01/2023	I	T 2	0.26	0.25	0.25	0.27	0.28	0.23
01/01/2023	I	T 3	0.22	0.26	0.25	0.27	0.27	0.27
01/01/2023	II	T 1	0.28	0.28	0.26	0.33	0.27	0.24
01/01/2023	II	T 2	0.27	0.27	0.26	0.25	0.27	0.24
01/01/2023	II	T 3	0.22	0.25	0.26	0.23	0.25	0.24

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
01/01/2023	III	T 1	0.28	0.31	0.30	0.26	0.28	0.35
01/01/2023	III	T 2	0.26	0.29	0.29	0.28	0.29	0.27
01/01/2023	III	T 3	0.25	0.25	0.28	0.24	0.22	0.25
01/01/2023	IV	T 1	0.26	0.28	0.29	0.26	0.31	0.26
01/01/2023	IV	T 2	0.26	0.29	0.28	0.26	278.00	0.23
01/01/2023	IV	T 3	0.26	0.25	0.27	0.28	0.24	0.23
02/01/2023	I	T 1	0.32	0.26	0.30	0.33	0.31	0.30
02/01/2023	I	T 2	0.27	0.28	0.27	0.26	0.28	0.28
02/01/2023	I	T 3	0.26	0.24	0.25	0.28	0.26	0.27
02/01/2023	II	T 1	0.29	0.27	0.27	0.03	0.30	0.24
02/01/2023	II	T 2	0.27	0.27	0.27	0.26	0.24	0.25
02/01/2023	II	T 3	0.22	0.26	0.26	0.25	0.28	0.26
02/01/2023	III	T 1	0.32	0.28	0.29	0.30	0.25	0.36
02/01/2023	III	T 2	0.29	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26
02/01/2023	III	T 3	0.24	0.25	0.25	0.23	0.22	0.26
02/01/2023	IV	T 1	0.29	0.29	0.28	0.29	0.29	0.27
02/01/2023	IV	T 2	0.27	0.26	0.25	0.22	0.21	0.23
02/01/2023	IV	T 3	0.25	0.25	0.27	0.28	0.21	0.20
03/01/2023	I	T 1	0.38	0.41	0.31	0.36	0.36	0.31
03/01/2023	I	T 2	0.25	0.27	0.26	0.24	0.27	0.27
03/01/2023	I	T 3	0.21	0.25	0.27	0.29	0.26	0.24
03/01/2023	II	T 1	0.34	0.38	0.27	0.39	0.36	0.36
03/01/2023	II	T 2	0.28	0.27	0.27	0.26	0.20	0.29
03/01/2023	II	T 3	0.24	0.22	0.23	0.25	0.20	0.25
03/01/2023	III	T 1	0.32	0.37	0.27	0.25	0.36	0.37
03/01/2023	III	T 2	0.27	0.27	0.26	0.25	0.26	0.23
03/01/2023	III	T 3	0.28	0.27	0.27	0.26	0.29	0.18
03/01/2023	IV	T 1	0.35	0.37	0.36	0.36	0.14	0.35

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
03/01/2023	IV	T 2	0.25	0.24	0.23	0.23	0.24	0.27
03/01/2023	IV	T 3	0.19	0.19	0.18	0.25	0.20	0.25
04/01/2023	I	T 1	0.31	0.34	0.33	0.31	0.39	0.30
04/01/2023	I	T 2	0.33	0.34	0.33	0.39	0.35	0.26
04/01/2023	I	T 3	0.32	0.28	0.28	0.23	0.22	0.22
04/01/2023	II	T 1	0.38	0.28	0.28	0.37	0.32	0.32
04/01/2023	II	T 2	0.29	0.29	0.28	0.34	0.42	0.35
04/01/2023	II	T 3	0.26	0.23	0.28	0.20	0.27	0.26
04/01/2023	III	T 1	0.33	0.30	0.29	0.45	0.37	0.39
04/01/2023	III	T 2	0.28	0.25	0.29	0.28	0.25	0.25
04/01/2023	III	T 3	0.25	0.23	0.23	0.26	0.24	0.23
04/01/2023	IV	T 1	0.30	0.32	0.30	0.36	0.32	0.37
04/01/2023	IV	T 2	0.35	0.33	0.22	0.29	0.24	0.27
04/01/2023	IV	T 3	0.26	0.24	0.22	0.28	0.23	0.21
05/01/2023	I	T 1	0.31	0.29	0.28	0.34	0.34	0.33
05/01/2023	I	T 2	0.20	0.24	0.23	0.25	0.22	0.25
05/01/2023	I	T 3	0.24	0.23	0.22	0.24	0.21	0.23
05/01/2023	II	T 1	0.26	0.31	0.30	0.26	0.35	0.28
05/01/2023	II	T 2	0.27	0.23	0.23	0.25	0.27	0.28
05/01/2023	II	T 3	0.20	0.22	0.20	0.25	0.22	0.27
05/01/2023	III	T 1	0.34	0.36	0.36	0.36	0.27	0.34
05/01/2023	III	T 2	0.22	0.25	0.24	0.23	0.25	0.25
05/01/2023	III	T 3	0.20	0.23	0.23	0.22	0.24	0.24
05/01/2023	IV	T 1	0.33	0.33	0.31	0.31	0.31	0.29
05/01/2023	IV	T 2	0.33	0.29	0.29	0.24	0.28	0.28
05/01/2023	IV	T 3	0.29	0.28	0.29	0.23	0.26	0.27
06/01/2023	I	T 1	0.32	0.32	0.35	0.36	0.34	0.31
06/01/2023	I	T 2	0.28	0.29	0.29	0.27	0.28	0.29

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
06/01/2023	I	T 3	0.25	0.22	0.26	0.23	0.26	0.27
06/01/2023	II	T 1	0.29	0.35	0.30	0.31	0.31	0.30
06/01/2023	II	T 2	0.29	0.25	0.26	0.28	0.26	0.26
06/01/2023	II	T 3	0.22	0.26	0.27	0.25	0.27	0.29
06/01/2023	III	T 1	0.33	0.35	0.34	0.34	0.32	0.37
06/01/2023	III	T 2	0.28	0.36	0.35	0.29	0.26	0.26
06/01/2023	III	T 3	0.24	0.24	0.22	0.25	0.24	0.22
06/01/2023	IV	T 1	0.32	0.31	0.30	0.33	0.34	0.28
06/01/2023	IV	T 2	0.29	0.26	0.27	0.28	0.27	0.23
06/01/2023	IV	T 3	0.22	0.29	0.29	0.28	0.28	0.22
07/01/2023	I	T 1	0.32	0.30	0.36	0.37	0.35	0.30
07/01/2023	I	T 2	0.27	0.26	0.28	0.29	0.29	0.28
07/01/2023	I	T 3	0.25	0.25	0.27	0.27	0.24	0.26
07/01/2023	II	T 1	0.32	0.25	0.32	0.33	0.28	0.33
07/01/2023	II	T 2	0.29	0.24	0.25	0.26	0.28	0.29
07/01/2023	II	T 3	0.26	0.23	0.24	0.30	0.23	0.24
07/01/2023	III	T 1	0.34	0.34	0.30	0.35	0.33	0.35
07/01/2023	III	T 2	0.26	0.24	0.26	0.26	0.28	0.24
07/01/2023	III	T 3	0.26	0.24	0.24	0.27	0.29	0.30
07/01/2023	IV	T 1	0.33	0.33	0.31	0.30	0.28	0.32
07/01/2023	IV	T 2	0.25	0.25	0.27	0.28	0.26	0.24
07/01/2023	IV	T 3	0.24	0.23	0.27	0.25	0.23	0.23
08/01/2023	I	T 1	0.29	0.33	0.32	0.35	0.34	0.31
08/01/2023	I	T 2	0.28	0.27	0.27	0.29	0.26	0.26
08/01/2023	I	T 3	0.24	0.25	0.26	0.22	0.24	0.23
08/01/2023	II	T 1	0.34	0.31	0.30	0.33	0.30	0.30
08/01/2023	II	T 2	0.27	0.26	0.28	0.29	0.27	0.29
08/01/2023	II	T 3	0.26	0.29	0.27	0.26	0.27	0.24

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
08/01/2023	III	T 1	0.34	0.36	0.35	0.31	0.32	0.34
08/01/2023	III	T 2	0.26	0.27	0.28	0.25	0.27	0.29
08/01/2023	III	T 3	0.25	0.25	0.25	0.28	0.28	0.22
08/01/2023	IV	T 1	0.31	0.31	0.31	0.30	0.31	0.30
08/01/2023	IV	T 2	0.27	0.25	0.29	0.28	0.27	0.24
08/01/2023	IV	T 3	0.24	0.28	0.28	0.25	0.23	0.27
09/01/2023	I	T 1	0.29	0.35	0.33	0.36	0.31	0.34
09/01/2023	I	T 2	0.24	0.29	0.27	0.28	0.29	0.29
09/01/2023	I	T 3	0.26	0.27	0.24	0.21	0.23	0.23
09/01/2023	II	T 1	0.22	0.32	0.30	0.33	0.22	0.26
09/01/2023	II	T 2	0.25	0.27	0.26	0.26	0.27	0.26
09/01/2023	II	T 3	0.24	0.26	0.26	0.23	0.25	0.25
09/01/2023	III	T 1	0.32	0.26	0.29	0.28	0.29	0.34
09/01/2023	III	T 2	0.28	0.28	0.26	0.30	0.29	0.28
09/01/2023	III	T 3	0.25	0.25	0.25	0.28	0.28	0.27
09/01/2023	IV	T 1	0.25	0.30	0.29	0.26	0.27	0.25
09/01/2023	IV	T 2	0.27	0.26	0.27	0.24	0.27	0.26
09/01/2023	IV	T 3	0.26	0.21	0.23	0.25	0.27	0.22
10/01/2023	I	T 1	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.31
10/01/2023	I	T 2	0.30	0.33	0.30	0.30	0.31	0.30
10/01/2023	I	T 3	0.28	0.30	0.30	0.29	0.30	0.30
10/01/2023	II	T 1	0.35	0.34	0.32	0.33	0.30	0.36
10/01/2023	II	T 2	0.34	0.30	0.30	0.31	0.31	0.33
10/01/2023	II	T 3	0.30	0.29	0.29	0.33	0.30	0.32
10/01/2023	III	T 1	0.31	0.35	0.26	0.34	0.31	0.38
10/01/2023	III	T 2	0.30	0.30	0.29	0.30	0.30	0.30
10/01/2023	III	T 3	0.30	0.29	0.30	0.30	0.29	0.30
10/01/2023	IV	T 1	0.31	0.32	0.30	0.37	0.34	0.32

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
10/01/2023	IV	T 2	0.30	0.30	0.29	0.30	0.30	0.32
10/01/2023	IV	T 3	0.29	0.30	0.25	0.29	0.30	0.32
12/01/2023	I	T 1	0.29	0.29	0.30	0.30	0.31	0.30
12/01/2023	I	T 2	0.27	0.25	0.27	0.27	0.28	0.25
12/01/2023	I	T 3	0.24	0.22	0.29	0.27	0.25	0.24
12/01/2023	II	T 1	0.28	0.30	0.29	0.35	0.27	0.31
12/01/2023	II	T 2	0.26	0.26	0.29	0.29	0.26	0.29
12/01/2023	II	T 3	0.27	0.23	0.24	0.23	0.26	0.28
12/01/2023	III	T 1	0.33	0.33	0.32	0.32	0.30	0.32
12/01/2023	III	T 2	0.28	0.29	0.29	0.28	0.29	0.28
12/01/2023	III	T 3	0.28	0.26	0.25	0.27	0.20	0.22
12/01/2023	IV	T 1	0.33	0.31	0.29	0.30	0.28	0.28
12/01/2023	IV	T 2	0.29	0.29	0.26	0.28	0.28	0.26
12/01/2023	IV	T 3	0.27	0.26	0.25	0.27	0.26	0.27
13/01/2023	I	T 1	0.29	0.27	0.29	0.28	0.30	0.35
13/01/2023	I	T 2	0.27	0.25	0.24	0.28	0.26	0.27
13/01/2023	I	T 3	0.26	0.26	0.26	0.23	0.27	0.25
13/01/2023	II	T 1	0.26	0.32	0.30	0.31	0.34	0.29
13/01/2023	II	T 2	0.27	0.29	0.27	0.25	0.25	0.26
13/01/2023	II	T 3	0.24	0.28	0.26	0.27	0.29	0.28
13/01/2023	III	T 1	0.31	0.32	0.29	0.27	0.34	0.32
13/01/2023	III	T 2	0.27	0.29	0.29	0.29	0.26	0.27
13/01/2023	III	T 3	0.24	0.27	0.26	0.25	0.26	0.24
13/01/2023	IV	T 1	0.32	0.25	0.27	0.31	0.30	0.31
13/01/2023	IV	T 2	0.27	0.28	0.29	0.25	0.29	0.26
13/01/2023	IV	T 3	0.22	0.25	0.26	0.23	0.28	0.21
14/01/2023	I	T 1	0.26	0.28	0.30	0.29	0.22	0.27
14/01/2023	I	T 2	0.26	0.29	0.28	0.27	0.28	0.27

FECHA	BLOQUE	TRATAMIENTO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
14/01/2023	I	T 3	0.23	0.27	0.26	0.28	0.27	0.25
14/01/2023	II	T 1	0.23	0.32	0.28	0.29	0.28	0.27
14/01/2023	II	T 2	0.27	0.28	0.27	0.27	0.29	0.26
14/01/2023	II	T 3	0.25	0.26	0.27	0.27	0.22	0.28
14/01/2023	III	T 1	0.30	0.27	0.28	0.29	0.28	0.33
14/01/2023	III	T 2	0.28	0.27	0.27	0.24	0.24	0.24
14/01/2023	III	T 3	0.27	0.25	0.24	0.23	0.27	0.23
14/01/2023	IV	T 1	0.29	0.24	0.26	0.32	0.27	0.27
14/01/2023	IV	T 2	0.28	0.27	0.29	0.24	0.27	0.25
14/01/2023	IV	T 3	0.28	0.24	0.26	0.28	0.27	0.22
15/01/2023	I	T 1	0.29	0.27	0.30	0.28	0.35	0.34
15/01/2023	I	T 2	0.28	0.28	0.28	0.25	0.29	0.28
15/01/2023	I	T 3	0.27	0.23	0.24	0.27	0.22	0.23
15/01/2023	II	T 1	0.28	0.32	0.30	0.26	0.30	0.31
15/01/2023	II	T 2	0.29	0.28	0.25	0.26	0.29	0.26
15/01/2023	II	T 3	0.27	0.27	0.26	0.28	0.25	0.25
15/01/2023	III	T 1	0.29	0.26	0.26	0.28	0.32	0.34
15/01/2023	III	T 2	0.27	0.26	0.27	0.27	0.29	0.27
15/01/2023	III	T 3	0.26	0.23	0.26	0.25	0.26	0.24
15/01/2023	IV	T 1	0.30	0.26	0.28	0.29	0.28	0.28
15/01/2023	IV	T 2	0.28	0.26	0.26	0.26	0.27	0.25
15/01/2023	IV	T 3	0.20	0.22	0.25	0.26	0.23	0.22

Anexo J. Datos de precipitación pluvial SENAMHI - 2022.

Estación: GRANJA K'AYRA					
Departamento:	Cusco	Provincia:	Cusco	Distrito:	San Jerónimo
Latitud:	13°33'24.29"	Longitud:	71°52'30.61"	Altitud:	3214 msnm.
Tipo:	MAP-Meteorológica	Código:	100044		

Datos de Precipitación Pluvial del 2022

Día/Mes/Año	Precipitación (mm)
25/08/2022	0.00
26/08/2022	0.00
27/08/2022	0.00
28/08/2022	0.00
29/08/2022	0.00
30/08/2022	0.00
31/08/2022	1.60
01/09/2022	0.00
02/09/2022	0.00
03/09/2022	0.00
04/09/2022	0.00
05/09/2022	0.00
06/09/2022	0.00
07/09/2022	0.00
08/09/2022	0.00
09/09/2022	0.00
10/09/2022	0.00
11/09/2022	0.00
12/09/2022	0.00
13/09/2022	0.00
14/09/2022	4.80
15/09/2022	6.30
16/09/2022	0.00
17/09/2022	0.00
18/09/2022	0.00
19/09/2022	0.00
20/09/2022	0.00
21/09/2022	0.00
22/09/2022	0.00
23/09/2022	5.00
24/09/2022	5.80
25/09/2022	0.00
26/09/2022	0.00

27/09/2022	0.00
28/09/2022	0.00
29/09/2022	0.00
30/09/2022	0.00
01/10/2022	0.00
02/10/2022	0.00
03/10/2022	0.00
04/10/2022	1.00
05/10/2022	0.00
06/10/2022	0.00
07/10/2022	0.00
08/10/2022	0.00
09/10/2022	0.00
10/10/2022	0.00
11/10/2022	0.00
12/10/2022	0.00
13/10/2022	0.00
14/10/2022	0.00
15/10/2022	0.00
16/10/2022	0.00
17/10/2022	0.00
18/10/2022	0.20
19/10/2022	0.00
20/10/2022	0.00
21/10/2022	0.00
22/10/2022	0.00
23/10/2022	0.00
24/10/2022	0.00
25/10/2022	0.00
26/10/2022	0.00
27/10/2022	0.00
28/10/2022	0.00
29/10/2022	0.00
30/10/2022	0.00
31/10/2022	0.00
01/11/2022	0.00
02/11/2022	0.00
03/11/2022	0.00
04/11/2022	0.00
05/11/2022	0.00
06/11/2022	0.00
07/11/2022	0.00
08/11/2022	0.00
09/11/2022	0.00
10/11/2022	0.00

11/11/2022	0.00
12/11/2022	0.00
13/11/2022	0.00
14/11/2022	0.00
15/11/2022	0.00
16/11/2022	0.00
17/11/2022	0.00
18/11/2022	0.00
19/11/2022	0.00
20/11/2022	2.00
21/11/2022	15.40
22/11/2022	0.00
23/11/2022	0.00
24/11/2022	0.00
25/11/2022	7.60
26/11/2022	0.00
27/11/2022	0.00
28/11/2022	2.50
29/11/2022	0.00
30/11/2022	0.00
01/12/2022	0.00
02/12/2022	1.10
03/12/2022	0.00
04/12/2022	0.00
05/12/2022	0.50
06/12/2022	10.70
07/12/2022	3.60
08/12/2022	0.00
09/12/2022	2.10
10/12/2022	0.00
11/12/2022	0.00
12/12/2022	0.00
13/12/2022	0.60
14/12/2022	0.00
15/12/2022	2.00
16/12/2022	3.70
17/12/2022	5.90
18/12/2022	S/D
19/12/2022	0.00
20/12/2022	S/D
21/12/2022	0.00
22/12/2022	2.50
23/12/2022	3.90
24/12/2022	0.00
25/12/2022	0.80

26/12/2022	S/D
27/12/2022	0.00
28/12/2022	1.00
29/12/2022	S/D
30/12/2022	2.30
31/12/2022	0.00

Nota. En la tabla se aprecia * S/D = Sin Datos. Fuente: SENAMHI (2022).