



UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO  
"Una nueva Universidad para el Desarrollo"

REPOSITORIO  
INSTITUCIONAL  
UNASAM



Dirección del  
Instituto de  
Investigación

**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN,  
PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM**

Conforme al Reglamento del Repositorio Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI.  
Resolución del Consejo Directivo de SUNEDUN° 033-2016-SUNEDU/CD

**1. Datos del Autor:**

Apellidos y Nombres: **NOLASCO JACINTO Brandon Bruce**

Código de alumno: **081.0304.342**

Teléfono: 996871937

Correo electrónico: **brucenolasco11j@gmail.com**

DNI o Extranjería: 46161490

**2. Modalidad de trabajo de investigación:**

- Trabajo de investigación                       Trabajo académico  
 Trabajo de suficiencia profesional             Tesis

**3. Título profesional o grado académico:**

- Bachiller                       Título                       Segunda especialidad  
 Licenciado                       Magister                       Doctor

**4. Título del trabajo de investigación:**

**EFFECTO DEL POLIMERO "LLUVIA SOLIDA" EN EL RENDIMIENTO DEL  
CULTIVO DE FRESA (*Fragaria x ananassa*), BAJO CONDICIONES DE  
INVERNADERO EN HUARAZ, 2017.**

**5. Facultad de: Ciencias Agrarias**

**6. Escuela, Carrera o Programa:** Ingeniería Agrícola

**7. Asesor:**

Apellidos y Nombres: **Ing. M. Sc. Luis Alberto Orbegoso Navarro**                      Teléfono: 939185560

Correo electrónico: **orbe5@hotmail.com**

DNI o Extranjería: 31664516

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: 

D.N.I.: 46161490

FECHA:

07 / 11 / 2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA**



**EFFECTO DEL POLIMERO “LLUVIA SOLIDA” EN EL RENDIMIENTO DEL  
CULTIVO DE FRESA (*Fragaria x ananassa*), BAJO CONDICIONES DE  
INVERNADERO EN HUARAZ, 2017.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

**Presentado Por:**

**NOLASCO JACINTO BRANDON BRUCE**

**Asesor:**

**DR. ING. LUIS ORBEGOSO NAVARRO**

**Huaraz – Ancash - Perú**

**2019**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

*"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"*

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ

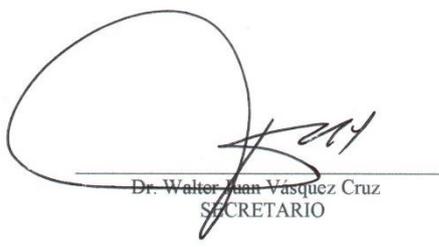


### ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

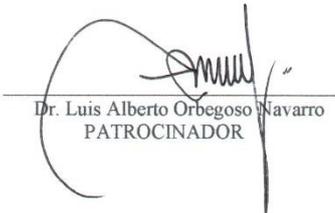
Los miembros del jurado, luego de evaluar la tesis denominada: **"EFECTO DEL POLIMERO "LLUVIA SOLIDA" EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria x ananassa*), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN HUARAZ, 2017"**, presentada por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola **BRANDON BRUCE NOLASCO JACINTO**, y sustentada el día 09 de Octubre del 2019, por Resolución Decanatural N°419-2019-UNASAM-FCA, la declaramos CONFORME.

Huaraz, 09 de Octubre del 2018

  
Dr. Teófanos Mejía Anaya  
PRESIDENTE

  
Dr. Walter Juan Vásquez Cruz  
SECRETARIO

  
Ing. Carlos Alfonso Laos Ossa  
VOCAL

  
Dr. Luis Alberto Orbegoso Navarro  
PATROCINADOR



UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO  
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado de Tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación de Tesis presentado por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola **BRANDON BRUCE NOLASCO JACINTO**, denominado: "EFECTO DEL POLIMERO "LLUVIA SOLIDA" EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRESA (*Fragaria x ananassa*), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN HUARAZ, 2017", Escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

..... *APROBADO* .....

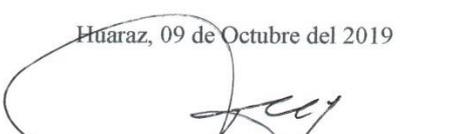
CON EL CALIFICATIVO (\*)

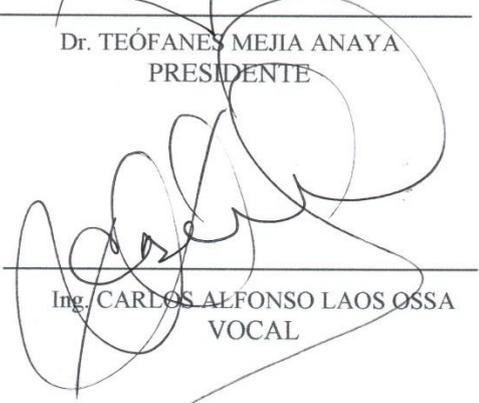
..... *QUINCE (15)* .....

En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERO AGRÍCOLA** de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

  
Dr. TEÓFANES MEJIA ANAYA  
PRESIDENTE

Huaraz, 09 de Octubre del 2019

  
Dr. WALTER JUAN VÁSQUEZ CRUZ  
SECRETARIO

  
Ing. CARLOS ALFONSO LAOS OSSA  
VOCAL

  
Dr. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO  
Patrocinador

(\*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: **APROBADO CON EXCELENCIA** (19 – 20), **APROBADO CON DISTINCIÓN** (17 – 18), **APROBADO** (14 -16), **DESAPROBADO** (00 – 13).

## **DEDICATORIA**

Con mucho cariño para mis padres: Jovita Jacinto Chauca y Leoncio Nolasco Dueñas, además de mis hermanos; quienes supieron guiarme por buen camino, por sus consejos, apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que soy es gracias a ellos.

## **AGRADECIMIENTO**

- Primeramente agradezco a mi alma mater la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera.
- A los diferentes docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola que me brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.
- Agradezco también a mi asesor de tesis el Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.
- A los miembros del jurado, Dr. Mejía Anaya Teófanos, Dr. Vasquez Cruz Walter J. e Ing. Laos Ossa Carlos A., por el apoyo y orientación para elaborar la presente tesis.
- A los jefes de área del Invernadero y Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias, quienes siempre supieron compartir sus conocimientos para el buen desarrollo de la presente tesis.
- También agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de la Universidad, ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

## LISTA DE CONTENIDOS

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN REPOSITORIO .....	I
PORTADA.....	II
ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS.....	III
ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
LISTA DE CONTENIDOS.....	VII
INDICE GENERAL.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	IX
INDICE DE FIGURAS.....	X
INDICE DE ANEXOS.....	XI
RESUMEN.....	XII

## INDICE

I.	INTRODUCCION.....	1
1.1.	Objetivos.....	2
1.1.1.	Objetivo General.....	2
1.1.2.	Objetivos Específicos.....	2
1.2.	Variables.....	2
1.2.1.	Variable Dependiente.....	2
1.2.2.	Variable Independiente.....	2
II.	REVISION BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1.	Antecedentes del Tema.....	3
2.1.1.	Antecedentes Internacionales.....	3
2.1.2.	Antecedentes Nacionales.....	5
2.2.	Revisión Bibliográfica.....	6
2.2.1.	Polímeros para la retención de agua en el suelo.....	6
2.2.2.	Cultivo de fresa.....	9
2.2.3.	Tensiómetro.....	16
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1.	Tipo y Diseño de la Investigación.....	18
3.1.1.	Tipo de la Investigación:.....	18
3.1.2.	Diseño de la investigación.....	18
3.2.	Descripción de las Características del Área experimental.....	18
3.2.1.	Ubicación del Área Experimental.....	18
3.2.2.	Descripción del Área Experimental.....	19
3.3.	Materiales, equipos y Programas de Computo Utilizados.....	19
3.4.	Procedimiento de Investigación.....	19
3.4.1.	Estudio de Suelo.....	19
3.4.2.	Preparación de Suelo y Poliacrilato de potasio “lluvia sólida”.....	20
3.4.3.	Trasplante.....	21
3.4.4.	Riego de Plantas.....	21
3.4.5.	Evapotranspiración de Cultivo.....	21
3.4.6.	Control de la Humedad en los sustratos y Determinación de la Lámina de Riego.....	21
3.4.7.	Fertilización.....	23
3.4.8.	Eliminación de estolones, hojas y poda de flores.....	23
3.4.9.	Controles Fitosanitarios.....	23
3.4.10.	Cosecha.....	24

3.5.	Diseño experimental y tratamientos.....	24
3.6.	Medición de datos .....	25
3.6.1.	Rendimiento total.....	25
IV.	RESULTADOS .....	26
4.1.	Análisis de Caracterización del Suelo.....	26
4.2.	Curvas de tensión de humedad del suelo. ....	26
4.3.	Evapotranspiración Potencial (ETo) del cultivo de fresa mediante Tanque Tipo “A”. ....	30
4.4.	Número de riegos y requerimiento hídrico del cultivo de fresa según tratamientos. ....	31
4.5.	Rendimiento del cultivo de fresa .....	32
4.6.	Análisis estadístico. ....	33
V.	DISCUSIONES.....	34
1.1.	Del rendimiento de la fresa variedad “Aroma” .....	34
1.2.	Del requerimiento hídrico de la fresa variedad “Aroma” .....	35
VI.	CONCLUSIONES .....	36
VII.	RECOMENDACIONES .....	38
VIII.	BIBLIOGRAFÍA .....	39
IX.	ANEXOS .....	43
IX.	PANEL FOTOGRÁFICO.....	69

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Principales países productores de fresa en el mundo, año 2007.....	10
TABLA 2. Kc inicial, medio y final para el cultivo de fresa .....	14
TABLA 3. Interpretación del tensiómetro.....	17
TABLA 4. Resumen de las propiedades del suelo .....	20
TABLA 5. Caracterización de la muestra de suelo.....	26
TABLA 6. Evapotranspiración Potencia ETo .....	30
TABLA 7. Evapotranspiración Real ETr.....	30
TABLA 8. Número de Riegos por tratamiento.....	31
TABLA 9. Producción del Cultivo de Fresa por tratamiento y repeticiones (kg/planta)...	32
TABLA 10. Análisis de Varianza para variable de producción de Fresa.....	33

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Caracterización de la muestra de suelo .....	20
FIGURA 2. Distribución de los tratamientos y repeticiones.....	25
FIGURA 3. Variación de la Tensión de humedad del suelo.....	28
FIGURA 4. Variación de la humedad del suelo.....	29
FIGURA 5. Requerimiento Volumétrico del cultivo de fresa (lt/planta).....	32

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Control de pesos de la cosecha.....	43
ANEXO 2. Lecturas diarias en el Tanque Evaporímetro Tipo A, del mes de Junio.....	44
ANEXO 3. Lecturas diarias en el Tanque Evaporímetro Tipo A, del mes de Julio.....	44
ANEXO 4. Lecturas diarias en el Tanque Evaporímetro Tipo A, del mes de Agosto.....	45
ANEXO 5. Lecturas diarias en el Tanque Evaporímetro Tipo A, del mes de Setiembre..	46
ANEXO 6. Lecturas diarias en el Tanque Evaporímetro Tipo A, del mes de Octubre....	47
ANEXO 7. Lecturas diarias en el Tanque Evaporímetro Tipo A, del mes de Noviembre.	48
ANEXO 8. Lecturas diarias en el Tanque Evaporímetro Tipo A, del mes de Diciembre..	49
ANEXO 9. Evapotranspiración de cultivo con Tanque evaporímetro Tipo “A” .....	49
ANEXO 10. Análisis de Caracterización de la muestra de suelo .....	54
ANEXO 11. Tensión de humedad del suelo en el tiempo para testigo y tratamientos....	55
ANEXO 12. Cuadros de Humedad Gravimétrica y Lámina de riego para Testigo T1...	56
ANEXO 13. Cuadros de Humedad Gravimétrica y Lámina de riego para Testigo T2...	60
ANEXO 14. Cuadros de Humedad Gravimétrica y Lámina de riego para Testigo T3...	62
ANEXO 15. Cuadros de Humedad Gravimétrica y Lámina de riego para Testigo T4...	64
ANEXO 16. Cuadros de Humedad Gravimétrica y Lámina de riego para Testigo T5....	66
ANEXO 17. Volúmenes de riego aplicado durante el estudio .....	68

## RESUMEN

La presente investigación ha tenido como objetivo principal determinar la incidencia de distintas dosis del polímero hidroabsorbente poliacrilato de potasio “*lluvia sólida*” en el rendimiento y requerimiento hídrico del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*) variedad “Aroma”, bajo condiciones de invernadero.

Se trabajó con un sustrato (tierra agrícola) del fundo de Cañasbamba que previo desinfección, fue colocado en bolsas de polietileno de 12” x 14”; se prepararon dosificaciones del polímero hidroabsorbente poliacrilato de potasio de 2, 3, 4 y 5 gr, las mismas que fueron colocadas en las bolsas a una profundidad aproximada de 15 cm; las fresas (*Fragaria x ananassa*) fueron sembradas en almácigo para luego ser trasplantadas en sus bolsas correspondientes. En general, los tratamientos han sido cinco, el primero sin polímero y los restantes con las dosificaciones ya indicadas líneas arriba: T1, T2, T3, T4 y T5.

Para aplicar los riegos, se tomó como criterio utilizar un tensiómetro de marca Irrometer de 15 cm y, cuando este marcara 40 cb, se hacían los cálculos y se restituía la lámina de riego en cada tratamiento. Esto ha permitido que en forma permanente se hagan los controles de humedad gravimétrica. Se utilizó un diseño estadístico bloques completamente al azar (BCA), cuyos resultados indican que si hay diferencias estadísticas entre tratamientos, es decir, que al menos uno de los tratamientos del polímero hidroabsorbente, tiene incidencia tanto en la frecuencia de riego como en el rendimiento del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*) variedad “Aroma”. En cuanto al requerimiento hídrico, los tratamientos T3, T4 y T5, son los que han utilizado menos agua: 7.65, 6.24 y 6.40 litros/planta, en comparación al tratamiento testigo T1, que no tiene polímero hidroabsorbente poliacrilato de potasio y que ha consumido 10.18 litros/planta. Esto también significa que los tratamientos T3, T4 y T5, han ahorrado un 24.85, 38.70 y 37.13% de agua con respecto al tratamiento testigo T1, y que las frecuencias de riego en promedio, han sido de 30, 41, 46, 50 y 53 días, respectivamente; lo que demuestra el efecto positivo del polímero hidroabsorbente. La producción del cultivar de fresa (*Fragaria x ananassa*) “Aroma”, ha sido de 8.75, 5.02, 11.16, 3.95 y 3.00 Tn/ha, para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, respectivamente; demostrándose que el tratamiento T3 con polímero “*lluvia sólida*” de 3 gr/planta, ha mejorado el rendimiento de la fresa (*Fragaria x ananassa*) variedad “aroma” en 28.6% con respecto al tratamiento testigo T0 (sin polímero), o lo que es su equivalente: ha pasado de 8.75 a 11.2 Tn/ha.

**Palabras Claves:** Fresa (*Fragaria x ananassa*), Polímero hiboabsorbente poliacrilato de potasio, Rendimiento y Requerimiento hídrico.

## SUMMARY

The present investigation has had as main objective to determine the incidence of different doses of the polymer potassium polyacrylate hydroabsorbent “*solid rain*” in the yield and water requirement of the strawberry crop (*Fragaria x ananassa*) “Aroma” variety, under greenhouse conditions.

It was worked with a substrate (agricultural land) from Cañasbamba estate that was previously disinfected was placed in 12”x 14” polyethylene bags; Dosages of the polymer potassium polyacrylate hydroabsorbent of 2, 3, 4 and 5 gr were prepared, which were placed in the bags at an approximate depth of 15 cm; the strawberries (*Fragaria x ananassa*) were sown in seedling and then transplanted into their corresponding bags. In general, the treatments have been five, the first without polymers and the residues with the doses and the lines indicated above: T1, T2, T3, T4 and T5.

To apply the irrigations, it is recommended as a criterion to use a 15 cm Irrrometer brand tensiometer, when it marked 40 cb, the calculations were performed and the irrigation sheet is restored in each treatment. This has allowed gravimetric humidity controls to be made permanently. Yes, a completely randomized statistical design (BCA), whose results indicate if there are statistical differences between treatments, that is, that at least one of the treatments of polymer hydroabsorbent has an impact on both the frequency of irrigation and the yield of the strawberry (*Fragaria x ananassa*) crop variety "Aroma". Regarding the water requirement, the treatments T3, T4 and T5, are those that have used less water: 4.19, 3.62 and 3.74 liters / plant, compared to the control treatment T1, which has no polymer potassium polyacrylate hydroabsorbent and has consumed 5.15 liters / plant. This also means that the treatments T3, T4 and T5, have saved 18.6, 30 and 27.4% of water with respect to the control treatment T1, and the irrigation frequencies on average, have been 30, 41, 46, 50 and 53 days, respectively; which demonstrates the positive effect of the hydroabsorbent polymer. The production of strawberry (*fragaria x ananassa*) cultivar “Aroma” has been 8.75, 5.02, 11.16, 3.95 and 3.00 Tn / ha, for treatments T1, T2, T3, T4 and T5, respectively; demonstrating that the T3 treatment with polymer “*solid rain*” of 3 gr / plant, has improved the yield of the strawberry variety “aroma” in 28.6% with respect to the control treatment T0 (without polymer), or what is its equivalent: passed from 8.75 to 11.2 tons / ha.

**Keywords:** Strawberry (*Fragaria x ananassa*), polymer potassium polyacrylate hydroabsorbent, yield and water requirement.

## I. INTRODUCCION

La fresa (*Fragaria x ananassa*) es una especie hortícola que se ha cultivado desde hace varios siglos en Europa y Estados Unidos de América, constituyéndose como una de las principales frutas de consumo de los países desarrollados.

En nuestro país, la producción de fresa va aumentando; según el MINAGRI, 2008, el Perú presenta condiciones favorables de clima y suelo para el cultivo de fresa; además indica que según la FAO el Perú ocupa el puesto 26 en de producción en el mundo durante el año 2007.

La fresa (*Fragaria x ananassa*), especialmente esta variedad “Aroma”, se viene sembrando con mucha regularidad, dado su sabor y por la cantidad de nutrientes que posee, especialmente es rica en vitamina “C”, azúcares y otras sustancias.

Mayormente este cultivo se siembra a campo abierto, pues se entiende que es un cultivo perenne que produce brotes nuevos cada año, sin embargo, se recomienda explotarla únicamente los primeros dos años de vida, ya que a mayor edad, la susceptibilidad a plagas aumenta y su rendimiento disminuye. Esto nos induce a pensar que quizá a nivel de invernadero el tiempo de vida pueda ser mayor, ya que hay condiciones internas que se pueden controlar, no teniendo reportes de esta condición a nivel del Callejón de Huaylas.

Por otro lado, los polímeros hidroabsorbente, especialmente el Poliacrilato de potasio, llega a ser un polímero que está siendo utilizado con mayor frecuencia en varios otros cultivos como el Maíz, en sus distintas variedades, así como a nivel de frutales, tanto a nivel del Perú: costa norte, central y en la sierra.

Es por ello, que se plantea esta investigación a nivel de invernadero, considerando que es más fácil manejar ciertas variables de control como el agua de riego, calidad del sustrato, presencia de plagas y enfermedades; de tal manera que se pudiera analizar mejor la incidencia del polímero hidroabsorbente, poliacrilato de potasio en el alargue de los riegos, significando esto que dicho polímero retiene agua y la pone a disposición de la planta cuando esta ya ha consumido la que ha podido retener el suelo.

La dosificación utilizada por planta, es otro ingrediente de evaluación, ya que no existe una receta fija como para decir: este cultivo hortícola utilizando bolsa plástica de 14”x 12” (altura x diámetro), debería aplicarse tantos gramos de polímero hidroabsorbente, esto no se da, por lo que representa un reto examinar el rendimiento del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*) bajo estas condiciones, así como también resulta muy inquietante, la forma cómo debe ser introducido en el suelo este producto hidroabsorbente. Para este trabajo, el polímero de poliacrilato de potasio, ha sido colocado como si fuera una franja a unos 15 cm de profundidad, medidos desde la superficie de la bolsa.

Los objetivos que se han planteado a nivel de la presente investigación, están orientados a determinar el rendimiento y requerimiento hídrico del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*) variedad “Aroma”, hechos que se han cumplido a cabalidad.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo General**

Determinar el efecto del polímero “lluvia sólida” en el rendimiento del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*) en condiciones de invernadero.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Establecer el efecto de cuatro (04) dosis de polímero de poliacrilato de potasio en el rendimiento del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*), variedad “Aroma”, bajo condiciones de invernadero.
- Determinar el requerimiento hídrico del cultivo de fresa según dosis del polímero hidroabsorbente, poliacrilato de potasio.
- Estimar la evapotranspiración del cultivo de fresa en el invernadero medido con tanque evaporímetro Tipo A.
- Graficar las curvas de Tensión de humedad del suelo durante el estudio por cada tratamiento, utilizando un tensiómetro de 15 cm de profundidad.

## **1.2. Variables**

### **1.2.1. Variable Dependiente**

Rendimiento del cultivo de Fresa

### **1.2.2. Variable Independiente**

Dosis del Poliacrilato de potasio

## II. REVISION BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Antecedentes del Tema

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

**Zapeta, C. (2012)**, obtuvo como resultado de su investigación en la utilización de diferentes dosis de polímero retenedor de humedad en almacigo de Rambután (*Nephelium lappaceum*); donde las variables evaluadas fueron diámetro de planta, longitud de raíz, número de hojas y altura de planta, lo siguiente: el mayor diámetro se logró al utilizar 2 y 3 g/planta de polímero con frecuencias de riego cada 14 y 21 días, junto con el uso de 3 g/planta de polímero a frecuencia de 7 días. En relación a la altura, los mejores tratamientos fueron utilizando 3 g/planta con frecuencias de riego cada 7, 14 y 21 días conjuntamente con dosis de 2 g/planta de hidrorretenedor cada 14 y 21 días.

**Gutiérrez et all. (2008)**, En su investigación Retención de humedad del suelo y su efecto en el rendimiento de la Acelga (*Beta vulgaris var cycla*), el objetivo fue evaluar el efecto del polímero acuastock en el rendimiento de la acelga utilizando cuatro suelos característicos de la comarca lagunera, arenoso (A), Arcilloso (R), y migajón arcilloso (MR1) y (MR2). Donde se aplicaron dosis de 2, 4 y 8 gr por Kg/suelo-poliacrilamida (PAM) y un testigo sin PAM; utilizó El diseño experimental factorial completo con diseño de tratamientos completamente al azar en A\*B con 3 repeticiones y cuatro niveles de dosis de PAM y cuatro niveles de suelos; los resultados indicaron que en un suelo arcilloso donde se obtuvieron los mejores resultados al agregar poliacrilamida (PAM) a 8 g/Kg suelo logrando un incremento en la producción con respecto a no agregar Polímero; incrementando número de hojas, peso fresco de hojas y área foliar.

**Tittonell, P. et al (2002).** Realizaron una investigación que consistió en la adición de un polímero superabsorbentes en el medio de crecimiento para la producción de plantines de pimiento (*Capsicum annuum L.*) en la cual se caracterizó el comportamiento del mismo a través de la tasa de crecimiento y características cualitativas de los plantines. La adición del polímero al sustrato permitió mejorar la precocidad, uniformidad y tamaño de plantines de pimiento, especialmente en las mezclas carentes de compost. En dichos tratamientos, la tasa de crecimiento aumentó en mayor medida como consecuencia de un mejor desarrollo foliar, ya que la tasa de asimilación no fue significativamente afectada en todos los casos. La relación vástago/raíz no fue favorablemente afectada por adición del polímero y dependió más del tipo de sustrato empleado. Mediante la adición del polímero empleado los parámetros de calidad del plantín mejoran, ya sea por una mayor retención hídrica, por una mayor capacidad de intercambio iónico, o por ambas razones.

**Alarcon, J. (2013),** en su trabajo de graduación denominado Evaluación del poliacrilato de potasio, en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), como practica de adaptación a la amenaza de sequía, parramos, Chimaltenango. Con el objetivo de evaluar el poliacrilato del cultivo de frijol en invernadero y campo. Se estableció una parcela directamente al suelo como testigo en donde se monitoreo la temperatura y la precipitación y en invernadero donde se monitoreo la temperatura y se sembraron los materiales de frijol en bolsas. En ambos ambientes se realizó una adecuada fertilización en base a su requerimiento nutricional, control de plagas y enfermedades, control de malezas, tutorado, preparación del terreno y suelo de las bolsas, el poliacrilato de potasio se incorporó de forma dirigida e hidratado, ubicado por debajo del suelo y de las posturas. Con el uso del poliacrilato de potasio en el cultivo de frijol se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa entre producir con y sin el poliacrilato de potasio, según el balance hídrico realizado con las variables de precipitación y temperatura monitoreados se determinó que en campo se reportó un déficit hídrico en el cultivo de frijol en el mes de junio y en el invernadero en los meses de junio, julio y septiembre, también se

determinó que el uso del poliacrilato de potasio en el cultivo de frijol en una cuerda de terreno resulta ser no rentable para los agricultores de Parramos.

**García, J. (2015)**, en su Tesis Doctoral, Hacia el riego de precisión en el cultivo de fresa en el entorno de Doñana; indica que se han estimado las necesidades de riego en el cultivo de fresa para las condiciones de manejo típicas presentes en la zona de estudio. Estas necesidades contemplan tanto el periodo productivo del cultivo, como las fases previas de preparación del suelo y plantaciones; de los datos registrados en campo para el conjunto de fincas de estudio durante las tres campañas se recoge que el volumen total promedio de agua aplicada al cultivo fue de 6991 m<sup>3</sup>/ha (2010-2011), 7222 m<sup>3</sup>/ha (2011-2012) y 6985 m<sup>3</sup>/ha (2012-2013). El valor promedio del volumen total de agua aplicada registrado en campo para las tres campañas ha sido de 7066 m<sup>3</sup>/ha,

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

**Galecio, J. y Adanaque, J. (2011)**, en su proyecto de investigación denominado, El riego con polímeros hidrosorb como alternativa en el riego de plantaciones de Limonero (*Citrus aurantifolia Swingle*) en el valle Cieneguillo Sur, en donde la se trabajó con 7 tratamientos y 3 repeticiones; con las mezclas siguientes: M<sub>1</sub> 110(N), 50 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 120 (K<sub>2</sub>O), 25 (Ca); M<sub>2</sub> 240(N), 110 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 220 (K<sub>2</sub>O), 60(Ca); M<sub>3</sub> 280(N), 115(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 280 (K<sub>2</sub>O), 80(Ca) y de polímero 80 gr/planta/abonamiento equivalente a 37.44 Kg/ha y 100 gr/planta/abonamiento equivalente a 46.80 Kg/ha. Indica que es posible el incremento de la productividad del cultivo incorporando tecnología biodegradable como los polímeros hidroabsorbentes cuando las condiciones de carencia de recurso hídrico son evidentes. El mejor rendimiento fue el tratamiento M<sub>1</sub>P<sub>2</sub> que obtuvo un valor de 36,428.08 Kg/ha y el menor rendimiento fue el testigo con 19,614.40 Kg/ha.

**Vamot Agro (1999)**, en su Informe de Evaluación Cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*) Parcela 279 – El Pedregal Proyecto Majes Arequipa: En un trabajo comparativo entre mayo a setiembre de 1999. La primera cosecha dio un rendimiento de 8 t/ha de fresas para el testigo y 15 t/ha de fresas para el

tratamiento con el Hidrosorb Agro. El riego utilizado en el proyecto es por aspersión ahorrando hasta 50% de agua en el tratamiento debido a la propiedad hidro absorbente de Hidrosorb Agro. La dosis utilizada de Hidrosorb Agro fue de 60 kg/ha

## **2.2.Revisión Bibliográfica**

### **2.2.1. Polímeros para la retención de agua en el suelo**

Actualmente se desperdician grandes cantidades de agua por infiltración, la cual puede disminuir con el uso de polímeros en el suelo.

Cabildo, M. et al. (2010) hace mención sobre la importancia de los polímeros súper absorbentes, como componente de muchos productos siendo su principal aplicación en pañales descartables. No obstante, desde hace unos 20 años se han realizado ensayos que demuestran que su uso extensivo mejora la capacidad de retención de agua del suelo, favoreciendo por tanto el desarrollo de plantas. De esta forma al mezclarse el polímero con el suelo se consigue, por un lado, aprovechar mejor el agua de lluvia o riego al perderse menor cantidad de agua por filtración, y por otro lado, también se consigue disminuir la evaporación de la misma. Consiguiendo mejorar la actividad biológica y aumentar la producción del suelo. Además, la utilización de polímeros también produce una mejora de la estructura del suelo y de la aireación del mismo.

#### **¿Qué es un polímero?**

La palabra polímero proviene de dos palabras griegas: “poli”, que significa muchos, y “meros”, que significa parte. La sustancia que constituye la unidad fundamental de un polímero recibe el nombre de "monómero". Las moléculas compuestas de al menos dos unidades monoméricas diferentes se les llama copolímeros. El número de unidades monoméricas contenidos en el polímero recibe el nombre de grado de polimerización. La molécula de un polímero final puede constituirse de miles de unidades que se repiten y cada una se denomina "mero o unidad monomérica". (López-Lara, T. et al 2010)

#### **A) Poliacrilato de Potasio “Lluvia Solida”**

El ingeniero mexicano, *Sergio Rico*, en el 2002 ha creado un polvo cuyas propiedades permiten almacenar agua durante más de un mes con el fin de resolver los problemas de escasez de agua que sufren muchas regiones del

país. Es el polioacrilato de Potasio hidratado, consistiendo en un conjunto de elementos que entran en acción, como son los silos de agua que son partículas en forma de polvo capaces de absorber de 200 a 500 veces su tamaño. Reteniendo el agua pudiéndose almacenar convertida en una especie de gelatina en costales, recipientes, botes, etc. Hasta el momento oportuno o deseado de sembrar, por lo que no se tiene que esperar hasta que empiece la temporada de lluvias dándole a la planta mayor tiempo para crecer y obtener una producción mayor. Dura en la tierra entre **8 y 10 años de efectividad** antes de biodegradarse, plantas dentro de edificios o restaurantes pueden ser mantenidas con vida durante un año con solo 2 o 3 riegos, cultivos a la intemperie pueden ser regados hasta una vez cada varios meses. (Metropolisesceptica.com, 2015)

El producto también denominado lluvia sólida, tiene una capacidad activa de absorción hasta siete años y su retención de agua en el suelo, permite que la planta tome el agua que necesita sin stress hídrico acelerando su crecimiento y aumentando su producción. (Aqua warehouse, citado por Alarcon-recintos, J. 2013)

Esta tecnología es biodegradable, no es toxica y no afecta a los nutrientes ni el sabor de los alimentos, puede aplicarse tanto en forma de polvo mezclado en la tierra que está en las raíces de las plantas o así como en su forma de “gelatina” mezclada con tierra en raíces de la planta después de haber sido preparada en recipientes con agua. (Metropolisesceptica.com, 2015).

Tiene un tremendo potencial para reducir el hambre, la pobreza y la emigración en el mundo, al vencer el gran daño provocado por las sequías en muchos pueblos y naciones y facilitando el que agricultores independientes no abandonen sus tierras por la pobreza o escasez de sus cosechas. Este invento no solo es ideal para los agricultores sino también para la aplicación de cultivos domésticos autosustentables, personas con escasos y medianos recursos ya están aplicando esta tecnología en las tierras de sus hogares para ahorrarse dinero y tener una fuente del líquido vital. (Metropolisesceptica.com, 2015).

“Nosotros ya medimos los resultados en cultivos de maíz en Jalisco donde con un sistema tradicional de riego obtuvimos 500 kilos de maíz por hectárea y con éste se obtuvieron 10 toneladas por hectárea”, dice. (Expansion, 2014)

### **B) Modo de aplicación del poliacrilato de potasio “Lluvia sólida”**

La correcta aplicación de la lluvia sólida es muy importante y se considera como parte integral del sistema; para ello se deben considerar algunas variables como son:

- Tipo de cultivo
- Suelo
- Clima
- Aplicación durante la siembra y después de la siembra.

Durante la siembra en cultivos de poca labranza la lluvia solida se deposita en el surco a una profundidad de 10 a 25 cm, y sobre ésta la semilla, después se cubren ambas con tierra y aplicamos el riego. La aplicación de la lluvia sólida en cultivos intensos se puede realizar mediante sembradoras, o bien si los cultivos no permiten la entrada del tractor se puede realizar con animales de tiro y arado, teniendo en consideración la profundidad a la que debemos aplicarla. La aplicación de la lluvia sólida, en macetas, jardineras, viveros, arboles, etc., de igual manera debe realizarse en torno a la raíz de las plantas, su instalación deberá realizarse escarbando la tierra alrededor de la planta, colocando el producto y cubriendo la misma tierra. (Weebly.com, 2014).

La preparación de tierra para jardines, jardineras, macetas, etc., mezclar muy bien ½ Kg. de silos de agua en polvo por cada metro cubico de tierra.

### **C) Dosis Recomendada**

Pasto: 20 grs por cada m<sup>2</sup> al boleo, se puede aplicar antes de plantar o si ya está plantado.

Árboles frutales: de 50 a 150 grs. por cada árbol, según el tamaño.

Flores y arbustos: 20 grs. por mata.

Macetas: de 5 a 20 grs., según tamaño o aplicación de tierra preparada.

### **2.2.2. Cultivo de fresa**

El origen de la fresa es europeo, de la región alpina; en ese entonces era una fruta pequeña y de sabor intenso. En el siglo XVIII se descubrió en Chile una fresa más grande, la cual conocemos hoy como fresón o frutilla y que es la que comúnmente se siembra en todo el mundo por sus altos rendimientos y que actualmente recibe el nombre genérico de “fresa”.

La fresa (*Fragaria x ananassa*) es una especie hortícola que se ha cultivado desde hace varios siglos en Europa, Asia y los estados unidos de América, constituyéndose como una de las principales frutas de consumo de los países desarrollados.

La fresa pertenece al orden rosales, de la familia *Rosaceae*, la sub familia *Rosoideae*, del género *Fragaria* con más de veinte especies y 1,000 variedades. La planta de fresa o fresón es pequeña con no más de 50 cm de altura, raíces superficiales, tiene numerosas hojas trilobuladas de pecíolos largos que se originan en la corona o un rizoma muy corto que se encuentra al nivel del suelo y constituye la base del crecimiento de la planta. En la base se encuentran tres tipos de yemas: uno de tallos, otro de estolones y una más de donde se forman los racimos florales. Lo que se conoce como fresa es realmente un falso fruto, ahí se encuentran las semillas pequeñas donde están los aquenios o verdaderos frutos. (Ministerio de agricultura, 2008).

Es una planta con una alta demanda de agua (Mass, J. 1987) lo que la hace sensible al estrés hídrico. En estas condiciones, los productores prefieren aplicar el riego en exceso para evitar periodos de deficiencia hídrica, pero la alta humedad puede ocasionar principalmente la lixiviación y pérdidas gaseosas de nutrimentos. La forma tradicional de riego para este cultivo en el estado de Michoacán es por gravedad, lo que ocasiona el desperdicio de agua y una reducción de fertilidad en el suelo. Estos problemas han impulsado a la búsqueda de nuevas formas de suministro, tiempos adecuados de aplicación y concentración de fertilizantes, además de sustituir el sistema de riego tradicional por sistemas de goteo, con la finalidad de incrementar la eficacia en la producción y elevar la calidad de este fruto.

La fresa (*Fragaria x ananassa*) es una de las frutas más populares y con mayor demanda a nivel mundial. La calidad sensorial de la fresa está basada principalmente en su apariencia (tamaño, forma, color, entre otros) y el balance apropiado de compuestos volátiles y no volátiles presentes en el fruto; de estos últimos los carbohidratos, aminoácidos y los ácidos orgánicos son considerados como los compuestos responsables del sabor y además son precursores de los compuestos que denotan el aroma en la fresa (Shamaila et al., 1992; Zabetakis y Holden, 1997).

### La Fresa en el mundo

La producción en el mundo según el ministerio de agricultura tiene una ligera tendencia positiva, así en algunos países han disminuido su superficie de producción, en otros países ha ido en aumento.

Como se puede ver en la tabla 1, para el 2007, estados Unidos es el primer Productor con 29.17%, quien cultivó una superficie de 22,000 Ha, y con el rendimiento más a alto en el mundo con 50.682 Kg/ha. El Perú ocupó el puesto 26° como país productor con 0.46%, cultivando 1,000 ha.

**Tabla 1.**

*Principales países productores de fresa en el mundo, año 2007*

Orden en el Mundo	País	Superficie Cosechada (ha)	Producción (Tn)	Rendimiento (kg/ha)	
1	Estados Unidos	22,000	1,115,000	29.17%	50.682
2	Federación Rusa	38,000	324,000	8.48%	8.526
3	España	6,700	263,900	6.90%	39.388
4	Turquía	10,000	239,076	6.25%	23.908
5	República de Corea	7,000	200,000	5.23%	28.571
6	Japón	6,800	193,000	5.05%	28.382
7	Polonia	52,500	168,200	4.40%	3.204
8	México	5,000	160,000	4.19%	32.000
9	Alemania	13,000	153,000	4.00%	11.769
10	Egipto	3,800	104,000	2.72%	27.368
17	Holanda	2,500	39,000	1.02%	15.600
21	Chile	1,100	26,000	0.68%	23.636
23	Canadá	3,895	23,902	0.63%	6.137
24	Colombia	900	23,000	0.60%	25.556
26	Perú	1,000	17,700	0.46%	17.700
31	Venezuela	1,800	12,000	0.31%	6.667

*Fuente: Ministerio de Agricultura, 2008.*

## A) Agua y Suelo

La fresa es un cultivo muy exigente en cuanto a calidad de riego, ya que no resiste altas concentraciones de sales, debido a que disminuye su rendimiento con concentraciones de sales en el agua superiores a  $0.8 \text{ dS m}^{-1}$  (Leech, L. et al., 2002). La fresa (*Fragaria x ananassa*) es un cultivo que requiere de suelos con pH ligeramente ácido a neutro (6.0 a 7,0) y con una conductividad eléctrica no mayor de 2 mmhos/cm, no desarrolla bien en suelos salinos. Se debe sembrar en suelos con bajo porcentaje de carbonatos de calcio (<5%) y con buen drenaje. Son recomendables los suelos con textura franco arenosa, por tener mejor filtración que los suelos arcillosos; un buen drenaje ayuda en el control de las enfermedades fungosas de raíz y corona. (Ministerio de agricultura, 2008).

Branzanti, E. (2001) menciona que la fresa (*Fragaria x ananassa*) es muy exigente en cuanto a las características físicas de los suelos, ya que requiere suelos con buena estructura y profundos debido a la escasa fuerza de penetración de sus raíces. Los mejores resultados del cultivo se obtienen en suelos silico-arcillosos con abundante capa de humos. Es conveniente evitar los suelos compactados propicios a los estancamientos de agua y con una oxigenación escasa, donde la actividad de enraizamiento es limitada y se favorece la pudrición de las raíces.

## B) Morfología

- Sistema radicular, Presentan un sistema radicular fasciculado, compuesto por raíces y raicillas. Las primeras presentan un cambium vascular y suberoso, mientras que las segundas carecen de éste, son de color más claro y tienen un periodo de vida corto (de algunos días o semanas). Estas raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico, aunque influenciado por factores ambientales, patógenos, etc.

La profundidad del sistema radicular es variable, dependiendo entre otros factores, del tipo de suelo la presencia de patógenos en el mismo. En condiciones óptimas pueden alcanzar los 2 – 3 m, aunque lo normal es que no sobrepasen los 40 cm, encontrándose la mayor parte (90%) en los primeros 25 cm. (Infoagro.com)

- Tallo, Está constituido por un eje corto de forma cónica llamado “corona”, en el que se observan numerosas escamas foliares. De esta corona, nacen también algunos tallos rastreros que producen raíces adventicias, de las cuales brotan nuevas plantas (estolones) que no interesan y por tanto se deben eliminar. (Infoagro.com)
- Hojas, Se insertan en la corona y se disponen en rosetas. Presentan un largo peciolo y están provistas de dos estípulas rojizas. Su limbo está dividido en tres foliolos con un gran número de estomas (300 – 400 estomas /mm<sup>2</sup>), pediculados y de bordes aserrados. (Infoagro.com)
- Flores, Las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona o de yema axilares de las hojas. La ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal. En el primer caso aparecen varias flores de porte similar, mientras que en el segundo aparece una única flor terminal y otras laterales de menor tamaño.
- Fruto, Son pequeños aquenios de color oscuro dispuesto sobre el engrosamiento del receptáculo. (Infoagro.com)

### C) Variedades

En el Perú existen diversas variedades de fresa (*Fragaria x ananassa*), las cuales se han introducido de Estados Unidos, Europa y otras regiones del mundo, pero en la actualidad son cinco las más cultivadas: Chandler (Americana), Tajo (Holandesa), Sern (Sancho), Aromas y Camarosa, que son también las que más se comercializan en los mercados de Lima.

Para el clima de la costa del Perú se adaptan las variedades de día corto trasplantadas en los meses de abril a mayo, mientras que las de día neutro, pueden ser sembradas durante todo el año, como ocurre con “Aroma”. Para la sierra, en los valles interandinos y valles abrigados se recomienda la variedades de día corto. (Infoagro.com)

**Variedades de día Corto:** La floración se induce cuando el foto periodo es corto (12 horas de luz) y la temperatura fluctúa entre 14 y 18 °C, por lo que se trasplanta generalmente en los meses de abril a mayo. En el país las más difundidas son:

\* **Chandler**, También conocida como “cañetana”, originaria de la universidad de california, tiene muy buena aceptación en el mercado de consumo en fresco. Los frutos en forma cónica alargada de color rojo intenso y de tamaño grande.

\* **Tajo**, conocida también como “holandesa” y “cresta de gallo”. Frutos grandes de coloración rojo anaranjada, de forma ligeramente redondeada poco achatada con tendencia a ser lobulada.

\* **Pájaro**, También procede de la Universidad de California. Es más tardío, de menor rendimiento que las anteriores.

\* **Camarosa**, Originaria de la Universidad de California, es precoz, de elevado rendimiento durante toda la campaña, presenta frutos grandes de color rojo intenso y brillante en su parte externa, de forma cónica y achatada, tiene buen sabor y firmeza.

\* **Ser**, conocida también como “sancho2, obtenido por la universidad de California, frutos de forma cónica oblonga, con tendencia a ser achatados de color rojo anaranjado brillante, la pulpa muy consistente con corazón lleno.

\* **AROMA**, de alta productividad, es planta de hábito erecto, frutos de buen color y calibre muy consistente. Tiene amplio espectro de tolerancia a cambios de temperatura de medio ambiente. (Infoagro.com)

#### **D) Kc de la Fresa**

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2002) en el estudio titulado “Evapotranspiración del cultivo, guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos”. En el estudio de la FAO divide el Kc en cuatro etapas. Una etapa inicial que está comprendida entre la fecha de plantación y el momento en que el cultivo alcanza aproximadamente el 10% de cobertura del suelo. La longitud de esta etapa depende en gran medida del tipo, la variedad del mismo, la fecha de plantación y del clima.

La etapa de desarrollo del cultivo está comprendida desde el momento en que la cobertura del suelo es de un 10% hasta el momento de alcanzar la cobertura efectiva completa. Para una gran variedad de cultivos, el estado de cobertura completa ocurre al inicio de la floración.

La etapa de mediados de temporada que comprende el periodo de tiempo entre la cobertura completa hasta el comienzo de la madurez, que está indicada generalmente por el comienzo de la vejez, amarillento o senescencia de las hojas. Esta etapa representa la etapa más larga para una gran variedad de cultivos anuales, como es el caso de la fresa. En esta fase el Kc alcanza su valor máximo. El valor del Kc en esta etapa es relativamente constante para la mayoría de los cultivos y prácticas culturales, con valores cercanos al valor de referencia de 1.

La etapa de final de temporada, comprende el periodo entre el comienzo de madurez hasta el momento de la cosecha o la completa senescencia. El valor de Kc en esta etapa final refleja el efecto de las prácticas de cultivo y el manejo del agua.

**Tabla 2.**

*Kc inicial, medio y final para el cultivo de la fresa*

<b>Cultivo</b>	<b>Kc inicial</b>	<b>Kc medio</b>	<b>Kc final</b>
<b>Fresa</b>	0.4	0.85	0.75

*Fuente: FAO, 2006*

#### **E) Fase fenológica**

Viene a ser el período durante el cual aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas. También puede entenderse como el tiempo de una manifestación biológica.

La mayoría de estas fases son visibles en casi todas las plantas, sin embargo existen algunas plantas que poseen ciertas fases invisibles, tal es el caso de la higuera cuya fase de floración es invisible; la sandía es otro ejemplo en la cual la fase de maduración no es notorio. (Senamhi, 2011)

##### Fase fenológica de la fresa.

- Botón flora, Aparecen los botones florares
- Floración, Apertura de los botones florales.
- Fructificación, Los frutos se hacen visibles.
- Maduración, Las fresas alcanzan el tamaño y color característico de su variedad.

## **F) Fertilización**

La fresa (*Fragaria x ananassa*) es una planta exigente en materia orgánica, por lo que es conveniente el aporte de 3kg/m<sup>2</sup> de estiércol bien descompuesto, el cual debe ser incorporado al suelo cuando se están realizando las labores de preparación del mismo. Si se cuenta con un suelo excesivamente calizo, es recomendable el aporte adicional de turba de naturaleza ácida a razón de 2kg/m<sup>2</sup>. Ésta debe ser mezclada con la capa superficial del suelo mediante una labor de fresadora. Los abonos orgánicos fuertes como gallinaza, palomina, etc., deben evitarse o utilizarse a bajas dosis. (Senamhi, 2011)

## **G) Plagas**

### **Araña roja (*Tetranychus urticae*)**

Se trata de la plaga más perjudicial en el cultivo de fresa. Aparece fundamentalmente cuando las temperaturas son altas (30°C) y el ambiente seco. Los síntomas que aparecen son unos puntitos de color amarillo en el haz de las hojas y a lo largo de los nervios principales. Posteriormente, estas punteaduras se tornan de color marrón y se abarquillan, obteniendo un aspecto polvoriento. Finalmente, dichas hojas se desecan y caen. Si el ataque es muy fuerte, la planta amarillea, se torna de color cobrizo y acaba muriendo. También es frecuente encontrar finas telarañas en el envés de las hojas afectadas. (Senamhi, 2011)

## **H) Enfermedades**

### **Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)**

Los hongos causantes de esta enfermedad se desarrollan en condiciones de alta humedad relativa (95%) y temperaturas entre los 15-20°C. Los daños pueden aparecer en cualquier parte de la planta, pero se suelen localizar fundamentalmente en el fruto, siendo más frecuente debajo del cáliz. Originan manchas color pardo, donde se extienden rápidamente las fructificaciones del hongo. (Senamhi, 2011).

### **Verticilosis**

Un hongo que puede sobrevivir en el suelo por más de 25 años causa *Verticillium* se marchita. Los síntomas son marchitez de hojas que dar vuelta a amarillo rojizo u oscuro marrón. Las hojas nuevas se atrofian y se enrollan para arriba a lo largo de la vena media. Marrón o rayas azules oscuras pueden aparecer en los corredores y las raíces. Porque los síntomas son similares a varios otros problemas de fresa, un diagnóstico puede realizarse mediante un cultivo de laboratorio. Cultivares resistentes de la plantas como Catskill, Blakemore, Delite, Earliglow, Sunrise o belleza de Tennessee. Plantar fresas en suelo bien drenado y evitar zonas húmedas. No dejes que hierba hosts como cuarto de cordero, hojas de terciopelo o bledo crecen cerca de sus plantas. No usar fertilizantes con altos niveles de nitrógeno. Fumigar el suelo puede ayudar, pero es caro. (waldhus.com, 2017)

### **2.2.3. Tensiómetro**

Según Villablanca, F. et al. (2015), es un instrumento que tiene una cápsula de cerámica porosa, unida a un vacuómetro para medir la presión a través de un tubo transparente polimetilmetacrilato en donde se le adhiere agua. Se mide en centibares (Cb), los cuales indican la tensión con la que está retenida el agua en el suelo, cuando se realizan mediciones constantes permiten determinar con qué velocidad el cultivo está absorbiendo agua y con qué velocidad el suelo se está secando, con lo que se puede estimar la frecuencia más adecuada para regar.

#### **A) Instalación en campo**

Agrologica.com (2012), indica que como el tensiómetro nos va a dar una idea similar al de disponibilidad de agua por parte de las raíces de nuestro cultivo, se tiene que colocar a la misma profundidad en la que se localicen la mayor parte de raíces. Primero se debe retirar la tapa y colocar el tensiómetro en un recipiente lleno de agua durante unos minutos y con ello saturar la cápsula cerámica (ideal si se deja 24 horas antes). En el lugar donde se colocar se hace un agujero en el suelo con una barra de metálica o cualquier otra herramienta de similar diámetro que el tubo del tensiómetro. No se debe clavar directamente en el suelo debido a que la cápsula se podría romper. Una vez realizado el agujero, se realiza el riego, la cápsula se rodea

con barro para mejorar el contacto con el suelo y se clava el tensiómetro a la profundidad deseada hasta que la punta se asiente sobre el fondo de la perforación. Es importante asegurarse que haya contacto entre la cápsula y el suelo. Luego se llena agua al depósito, con una bomba de vacío manual se extrae el aire del aparato, aplicando bombeo hasta llegar a los 80 cb. Finalmente se desconecta la bomba, y se pone la tapa. En una media hora el vacuómetro nos dará el valor de la disponibilidad de agua en el suelo.

**B) Interpretación de las lecturas de un tensiómetro**

Los valores referentes con el significado agronómico de las lecturas con el tensiómetro se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3.**  
*Interpretación del Tensiómetro*

VALOR (Cb)	INTERPRETACION
0 - 10	Suelo saturado de agua, condición que no debe alargarse demasiado tiempo
10 - 25	Humedad y aireación adecuadas para la mayoría de cultivos y en todo tipo de suelos.
25 - 40	No se espera falta de humedad en la mayoría de cultivos. Es el momento de iniciar el riego en suelos arenosos
40 - 60	Conviene iniciar el riego en suelos de textura media o con raíces inferiores a 50 cm de profundidad.
60 - 70	Sin peligro para sistemas radiculares de más de 75 cm en suelo franco.
+ 70	Comienza el riesgo de estrés hídrico en suelos francos y arenosos y momento de iniciar el riego en suelos arcillosos.

*Fuente: Agrológica - riego, 2012*

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Tipo y Diseño de la Investigación**

##### **3.1.1. Tipo de la Investigación:**

Es Explicativo porque pretenden establecer las causas de los sucesos que se estudian. Su interés se centra en explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. Porque la esencia de esta concepción es que requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados. (Hernández-sampieri, R. et al, 2010).

##### **3.1.2. Diseño de la investigación**

Es cuantitativo experimental, según Hernandez-Sampieri, R. et al (2010), porque requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados. Se lleva a cabo para analizar si una o más variables independientes afectan a una o más variables dependientes y por qué lo hacen. Así también se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula.

El experimento debe cumplir con tres requisitos:

- a) La manipulación intencional de una o más variables independientes.
- b) Medir el efecto que la variable independiente tiene en la variable dependiente.
- c) Cumplir con el control o la validez interna de la situación experimental.

#### **3.2. Descripción de las Características del Área experimental**

##### **3.2.1. Ubicación del Área Experimental**

El estudio se llevó a cabo en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias, en la ciudad Universitaria Santiago Antúnez de Mayolo, , Shancayan, distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash; el cual se encuentra en las siguientes coordenadas (UTM): 18L, 222817.40 m E; 8947046.04 m N; con una altitud promedio de 3079 m.s.n.m.

### **3.2.2. Descripción del Área Experimental**

El Área experimental fue en 30 bolsas de polietileno de 12"x14" (3.30 x 2.80 m), conformado por un testigo (T1) y cuatro Tratamientos (T2, T3, T4 y T5) con sus repeticiones.

### **3.3. Materiales, equipos y Programas de Computo Utilizados.**

- Laptop Asus procesador Intel Core i7.
- Impresora multifuncional Epson L575
- Programas de cómputo: paquete Microsoft Office 2013 (Excel y Word)
- Tensiómetro 15cm, Riverside, calif. Moisture indicator.
- Wincha Stanley de 3m
- Cámara fotográfica
- Lampa, pico.
- Bolsas de Polietileno de 14"x12"x0.04
- Probeta de 100ml
- Botella con spray.

### **3.4. Procedimiento de Investigación**

#### **3.4.1. Estudio de Suelo**

Se realizó el muestreo de suelo que se trajo del fundo de cañasbamba, con la finalidad de determinar los parámetros físicos y químicos.

**Límites Hídricos del suelo:** La Capacidad de Campo (CC) y el Punto de Marchitez Permanente (PMP), se determinaron directamente en laboratorio a través del uso del Método de la Cifra Arany (Ka), para posteriormente estimarlos en base a peso seco (Método Gravimétrico), habiendo determinado el valor de la densidad aparente.

En la tabla 4 se puede observar resumen de las propiedades del suelo según texturas.

**Tabla 4.**  
*Resumen de las propiedades del suelo*

Textura	Porosid. total (%)	DA (g cm <sup>-3</sup> )	CC (%)	CMP (%)	Agua disponible		
					H% p.s.	H% vol	H mm 10 cm <sup>-1</sup>
Arenoso	38	1.65	9	4	5	8	8
	(32-42)	(1.55-1.8)	(6-12)	(2-6)	(4-6)	(6-10)	(7-10)
Franco-arenoso	43	1.5	14	6	8	12	12
	(40-47)	(1.4-1.60)	(10-18)	(4-8)	(6-10)	(9-15)	(9-15)
Franco	47	1.4	22	10	12	17	17
	(43-49)	(1.35-1.5)	(18-26)	(6-10)	(10-14)	(14-20)	(14-19)
Franco-arcilloso	49	1.33	27	13	14	19	19
	(47-51)	(1.3-1.4)	(23-31)	(12-15)	(12-16)	(16-22)	(17-22)
Arcillo-Arenoso	51	1.3	31	15	16	21	21
	(49-53)	(1.25-1.35)	(27-35)	(14-18)	(14-18)	(18-23)	(18-23)
Arcilloso	53	1.25	36	17	18	23	23
	(51-55)	(1.2-1.3)	(31-39)	(16-20)	(16-20)	(20-25)	(20-25)

*Fuente: Metodología para determinar los parámetros hídricos de un suelo a campo. García M, et al (2012)*

### 3.4.2. Preparación de Suelo y Poliacrilato de potasio “lluvia sólida”

#### a) Suelo

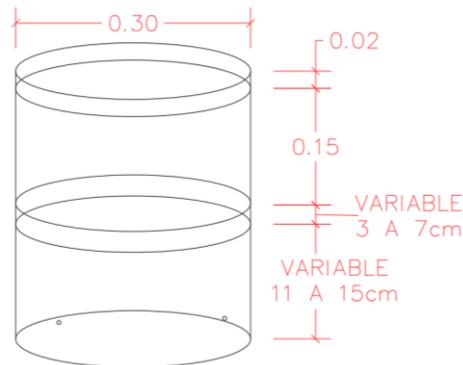
Se realizó la desinfección del sustrato aplicándole en forma de riego; con una concentración de 1% de formol (200ml formol/20L de agua), y se dejó al sol por 10 días, cubierto con plástico transparente.

#### b) Poliacrilato de Potasio (Lluvia Solida)

El polímero “*lluvia sólida*”, fue pesado en dosis de 2, 3, 4 y 5 gr, y se le añadió 200, 300, 400 y 500 ml de agua y se esperó un tiempo para que se mesclaran bien y se observó que toda el agua fue absorbida en cada tratamiento.

Luego se instaló en cada Unidad Experimental (bolsas), a una profundidad de 15 cm, Tal como se muestra en la Figura 1.

**Figura 1.**  
*Caracterización de la muestra de suelo, en bolsas de 12”x14”*



*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.4.3. Trasplante.

El trasplante del cultivo, se realizó el día 21 de Junio, las plantas de fresa (*Fragaria x ananassa*) de variedad Aroma fueron extraídos de un vivero particular de la ciudad de Huaraz; podando las hojas y el tallo y así mismo se desinfectó con *Tifon® clorpirifos* por 20 minutos en un recipiente de 12 litros. Después se realizaron los agujeros con la ayuda de una estaca para luego colocar las plantas y se adicionó tierra para que la raíz quede firme.

### 3.4.4. Riego de Plantas.

El riego se realizó en forma directa, aplicando el agua necesaria con el uso de la probeta de 100 ml.

### 3.4.5. Evapotranspiración de Cultivo

Para calcular la Evapotranspiración de Cultivo (ETc) dentro del invernadero, se utilizó un tanque Evaporímetro Tipo A.

Se utilizó las siguientes expresiones:

- Evapotranspiración de cultivo (ETc):

$$ETc = ETo * Kc \quad (1)$$

$$ETc = ETb * Kp * Kc \quad (2)$$

Donde:

ETc: Evapotranspiración Real de cultivo (mm/día)

ETo: Evapotranspiración de Referencia (mm/día)

Kc: Coeficiente de cultivo

ETb: Evaporación del tanque tipo "A" (mm/día)

Kp: Coeficiente de corrección de tanque.

### 3.4.6. Control de la Humedad en los sustratos y Determinación de la Lámina de Riego

#### a) Control con Tensiómetro

Por cada Tratamiento (dosis de poliacrilato de potasio "lluvia sólida") se hizo un control de la humedad con el uso de un Tensiómetro de 15 cm,

se conectó una bomba de vacío manual para extraer el aire del aparato, aplicando bombeo hasta llegar a los 80 cb. Finalmente se desconectó la bomba, y se puso la tapa. Debido a que solo se contó con un Tensiómetro; se realizó las lecturas y cuando el manómetro indicaba 40 cb (según la teoría) se recomienda el riego en esta medida para raíces inferiores a 50 cm; posteriormente, se realizó el cambio del tensiómetro hacia otros tratamientos, empezando del testigo (en donde no tiene polímero hidroabsorbente) y terminando en el Tratamiento 5 (en donde se le incorporó 5 gr de polímero poliacrilato de potasio). Se controlaron los tiempo en días entre cada cambio.

**b) Control Gravimétrico:**

En cada muestra (bolsa) y según la dosis del polímero hidroabsorbente “lluvia sólida” aplicado, se hizo un control de la humedad utilizando el método gravimétrico. Es decir, se tomaron pequeñas muestras de suelo que fueron inmediatamente tratadas y controladas en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias. Esto permitió hacer un seguimiento permanente de la variación de la humedad en los sustratos para así definir el momento del riego.

$$\theta_g = \frac{(P_w - P_s)}{P_s} * 100$$

Donde:

$\theta_g$  = Contenido de humedad gravimétrica (%)

$P_w$  = Peso de la muestra húmeda (gr)

$P_s$  = Peso de muestra seca a estufa por 24 hr a 105°C (gr) ± 5°C

**c) Lamina de riego**

Una vez determinado el contenido de humedad gravimétrica se procedió a determinar la lámina de que se necesita añadir por cada bolsa una vez que el Tensiómetro marcara 40cb, dicha Lámina se determinó con la siguiente formula:

$$H_p = (CC - \theta_g) * D_a * h$$

$$L(ml) = Hp * Fo * A$$

**Donde:**

*Hp*: Lámina de Humedad Perdida (mm)

*CC*: Capacidad de Campo (%)

$\theta_g$  : Contenido de humedad gravimétrica (%)

*Da*: Densidad Aparente (Tn/m<sup>3</sup>)

*h* : Profundidad de Raíz (mm)

*L*: Lámina de Riego (ml)

*Fo*:  $\frac{10m^3}{Ha}$  Factor de Conversión

*A*: Área del dónde está el Cultivo (m<sup>2</sup>)

### **3.4.7. Fertilización**

La fertilización, se realizó a partir del segundo mes cada 3 semanas los siguientes productos:

- a. Bayfolan® (Nutriente foliar Líquido 11-8-6 (N-P-K))
- b. Té de Plátano

### **3.4.8. Eliminación de estolones, hojas y poda de flores**

Cuando ya las plantas prendieron (a partir del primer mes aprox.) aparecieron algunos estolones, que fueron cortados, del mismo modo las hojas viejas.

También se sacaron las flores que aparecieron en forma manual.

### **3.4.9. Controles Fitosanitarios.**

En el cuarto mes, después de realizado la siembra algunas plantas se mostraban síntomas de secamiento de los bordes de las hojas, estas podrían haberse originado por algún hongo; entonces se le fumigó con benlate. También los frutos se mostraban deformes, según la teoría esto podría deberse a la falta de boro, se corrigió adicionándole ácido bórico, observándose las mejoras en el cultivo a partir de la tercera dosis. También fue necesario la aplicación de Aceite vegetal por que aparecieron pulgones.

### **3.4.10. Cosecha.**

La cosecha se realizó manualmente cuando el fruto estaba de color rojo en un 75% como mínimo. Cabe indicar que las cosechas se fueron realizando en distintas fechas, de dos a tres veces por semana.

### **3.5. Diseño experimental y tratamientos.**

Se utilizó un Diseño Bloques Completamente al Azar (BCA). La cual ha tenido un testigo y 4 tratamientos y tres repeticiones. Dichos tratamientos corresponden a la combinación de los factores que se evaluaron en la presente investigación, que son:

Factor A: Dosis del Poliacrilato de potasio;

A0: Dosis 0 (0 g/planta)

A1: Dosis 1 (2g/planta)

A2: Dosis 2 (3g/planta)

A3: Dosis 3 (4 g/planta)

A4: Dosis 4 (5g/planta)

Con 3 repeticiones.

El número total de unidades experimentales se determinó tomando en cuenta el número de tratamientos a evaluar y repeticiones, de la forma siguiente:

Unidades Experimentales (UE) = N° Tratamientos x N° de Repeticiones

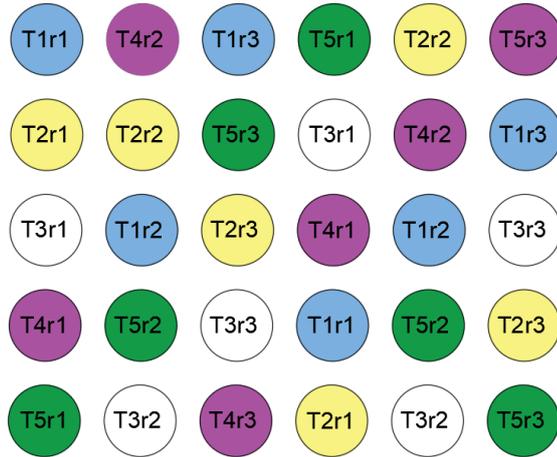
UE = 5 Tratamientos x 3 Repeticiones.

UE = 15

Debido a que el tratamiento de Poliacrilato de potasio fue aplicada de forma localizada en bolsas de polietileno y que el estudio fue realizado en invernadero (es decir, se tuvo mayor control); no se consideró el efecto de borde entre cada unidad experimental. Por lo indicado anteriormente cada unidad experimental tuvo 02 plantas, teniendo un total de 30 plantas de fresas.

**Figura 2.**

*Distribución de los tratamientos y repeticiones*



*Fuente: Elaboración propia.*

El coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) que se consideró en la presente investigación dependió del ciclo en el que se encontraba; así para los primeros 40 días se fue  $K_c=0.40$ ; después de ello, fue incrementando hasta un valor de  $K_c=0.85$ ; y finalmente se disminuyó a un valor de  $K_c=0.75$ .

### 3.6. Medición de datos

#### 3.6.1. Rendimiento total.

Durante el desarrollo de la presente investigación, se seleccionaron 3 plantas por tratamiento. No se tomaron en cuenta aquellas plantas que se mostraban deformadas y con malos frutos. Solo se evaluó el rendimiento total de frutos sanos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis de Caracterización del Suelo

La muestra de suelo recogida del C.I.E. Cañasbamba, es de textura franco arenoso, se caracteriza por tener una reacción ligeramente alcalina, pobre en materia orgánica y en nitrógeno, rico en fosforo y pobre en potasio, no tiene problemas de salinidad. Ver Tabla 5.

**Tabla 5.**  
*Caracterización de la muestra de suelo*

M. N°	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	Ph	M.O%	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E Ds/m.
	ARENA	LIMO	ARCILLA							
423	69	20	11	Franco Arenoso	7.79	1.974	0.098	32	75	1.727

*Fuente: Análisis de caracterización – laboratorio FCA*

Además, utilizando el Método de Cifra Arany (Ka), se obtuvieron los valores de los límites hídricos del suelo, que posteriormente se transformaron a valores gravimétricos, según se indica:

- Capacidad de Campo, CC = 15.33%
- Punto de Marchitez Permanente, PMP = 4.33 %
- Densidad Aparente Da= 1.50 gr/cm<sup>3</sup>

### 4.2. Curvas de tensión de humedad del suelo.

Las curvas de tensión de humedad del suelo vs humedad gravimétrica, se han obtenido utilizando un tensiómetro de marca Irrometer de 15 cm, y controles permanentes de humedad del suelo, teniendo en consideración las recomendaciones de que el suelo requiere agua, cuando la tensión de humedad llega por encima de los 40 cb. Con este criterio, se han calculado los días en que dicha tensión de humedad se presentaba según tratamiento de estudio. Los resultados obtenidos, han sido:

Para el Tratamiento Testigo (T1) se necesitaron 30 días para llegar a 40 cb; para el Tratamiento T2 se demoró 41 días para llegar a 40 cb; para el Tratamiento T3,

se demoró 46 días para llegar a 40 cb; para el Tratamiento T4, demoró 50 días para llegar a 40 cb; y para el Tratamiento T5, se demoró 53 días.

Como se podrá comprobar, a mayor dosis del Poliacrilato de Potasio “lluvia sólida”, las frecuencias de riego, prácticamente se alargan. Ver Fig. 2.

De igual manera, en la Fig. 3 se podrá observar la variación del contenido de humedad del suelo vs el tiempo en el cual la tensión de humedad llegaba a los 40 cb, comprobándose que en todos los tratamientos se llegaba a valores muy cercanos al punto de marchitez permanente (PMP), valores como el de 5.6% para el T4.

**Figura 3.**  
*Variación de la Tensión de humedad del suelo en el tiempo.*



*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 4.**  
*Variación de la humedad del suelo vs tiempo de riego*



*Fuente: Elaboración Propia*

#### 4.3. Evapotranspiración Potencial (ET<sub>o</sub>) del cultivo de fresa mediante Tanque Tipo “A”.

La Evapotranspiración Potencial (ET<sub>o</sub>) del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*), se ha calculado, utilizando un Tanque Evaporímetro Tipo “A” ubicado en el interior del invernadero. Estos controles se hicieron diariamente desde junio a diciembre del año 2018.

Según los datos reportados, agosto es el mes de mayor evapotranspiración potencial (ET<sub>o</sub>) dentro del invernadero, con un valor promedio mensual diario de 2.04 mm/día. Ver Tabla 6.

En la Tabla 7, se observa que la mayor evapotranspiración real (ET<sub>c</sub>) del cultivo, ocurre en el mes de noviembre, con un valor de 1.32 mm/día.

**Tabla 6.**  
*Evapotranspiración potencial*

Mes	Eto (mm/día)
Junio	1.800
Julio	1.729
Agosto	2.042
Setiembre	1.872
Octubre	1.574
Noviembre	1.600
Diciembre	1.486

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 7.**  
*Evapotranspiración Real.*

Mes	Etc (mm/día)
Junio	0.720
Julio	0.692
Agosto	0.694
Setiembre	0.874
Octubre	0.947
Noviembre	1.316
Diciembre	1.136

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 4.4. Número de riegos y requerimiento hídrico del cultivo de fresa según tratamientos.

En la Tabla 8, se puede observar que el tratamiento testigo (T1), sin poliacrilato de potasio “*lluvia sólida*” ha utilizado 7 riegos, en comparación a los tratamientos T4 y T5, que han usado 4 riegos en total.

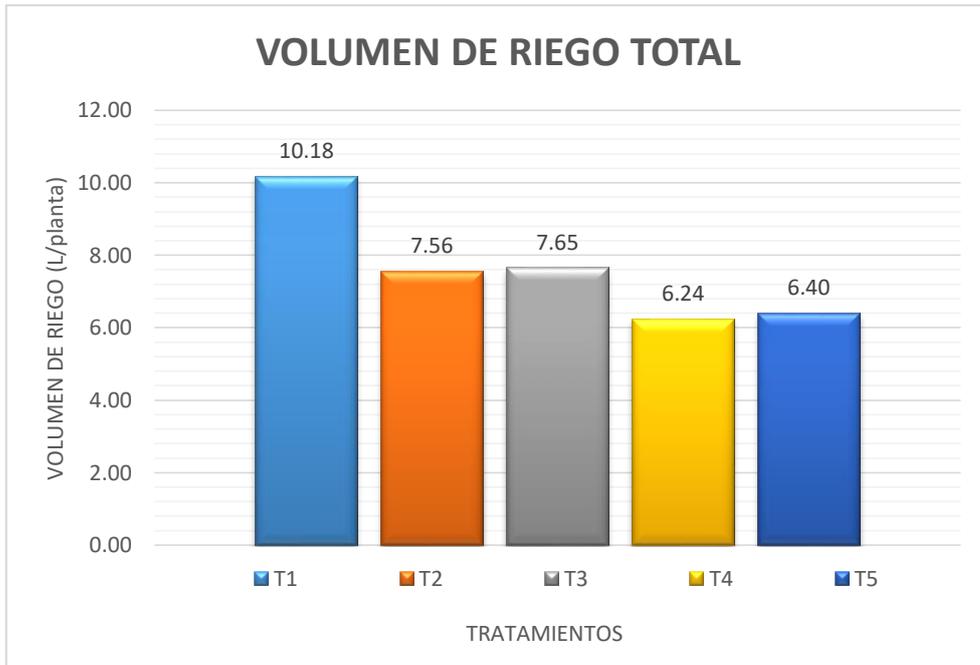
**Tabla 8.**  
*Número de riegos por tratamientos*

Tratamientos	Dosis de Poliacrilato de Potasio "Lluvia sólida" (gr/planta)	Numero de riegos
T1	0	7
T2	2	5
T3	3	5
T4	4	4
T5	5	4

*Fuente: Elaboración propia*

La Fig. 4, representa los volúmenes de agua consumidas por una planta durante su período vegetativo; tenemos que los tratamientos T3, T4 y T5, son los que han utilizado menos agua: 7.65, 6.24 y 6.40 litros/planta, en comparación al tratamiento testigo T1, que no tiene polímero hidroabsorbente y que ha consumido 10.18 litros/planta. Esto también significa que los tratamientos T3, T4 y T5, han ahorrado un 24.85, 38.70 y 37.13% de agua con respecto al tratamiento testigo T1, lo que demuestra el efecto positivo del polímero hidroabsorbente, poliacrilato de potasio.

**Figura 5.**  
*Requerimiento volumétrico del cultivo de fresa en (lt/planta)*



**FUENTE:** *Elaboración Propia*

#### 4.5. Rendimiento del cultivo de fresa

La Tabla 9, muestra la producción total de fresa obtenida en cada tratamiento, observándose que el tratamiento T3 con polímero poliacrilato de potasio “lluvia sólida” de 3 gr/planta, ha mejorado el rendimiento de la fresa variedad “aroma” en 28.6% con respecto al tratamiento testigo T1 (sin polímero), o lo que es su equivalente: ha pasado de 8.75 a 11.2 Tn/ha. Cabe indicar que esta producción se ha llevado a cabo entre los meses de octubre a diciembre.

**Tabla 9.**  
*Producción del cultivo de fresa por tratamiento y por repeticiones (kg/planta)*

Tratamientos	Repeticiones (gr)			total	media	Producción Kg/planta	Producción Tn/Ha
	R1	R2	R3				
T1	0.26	0.17	0.20	0.63	0.21	0.21	8.75
T2	0.12	0.14	0.10	0.36	0.12	0.12	5.02
T3	0.31	0.24	0.26	0.80	0.27	0.27	11.16
T4	0.06	0.09	0.13	0.28	0.09	0.09	3.95
T5	0.05	0.06	0.11	0.22	0.07	0.07	3.00

**Fuente:** *Elaboración Propia.*

#### 4.6. Análisis estadístico.

Para realizar el análisis estadístico, se ha utilizado el diseño de bloques completamente al azar (BCA). Es a través de esta herramienta que se ha realizado el análisis de variancia de la producción obtenida, según se indica en la Tabla 10, obteniendo como resultado que si hay diferencias significativas entre tratamientos, es decir, que al menos uno de los tratamientos del polímero, poliacrilato de potasio “*lluvia sólida*” tiene incidencia tanto en la frecuencia de riego como en el rendimiento del cultivo de fresa variedad “Aroma”.

**Tabla 10.**

*Análisis de Varianza para la variable de producción de Fresa.*

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F	F (0.05, 4,10) de Tabla	F (0.01, 4,10) de Tabla
Tratamiento	4	0.082	0.0205	15.67	3.48	5.99
Error	10	0.013	0.0013	---		
Total	14	0.095	---	---		

*Fuente: Elaboración Propia*

## V. DISCUSIONES

### 1.1. Del rendimiento de la fresa variedad “Aroma”

El Perú en el año 2008, ocupó el 26avo lugar en la producción mundial de fresa (MINAGRI-DGIA), con sólo un área cultivada de 1000 hectáreas y un rendimiento de 17.7 Tn/ha; otro trabajo llevado a cabo por Chiqui, F. y Lema, M. (2010), de la Universidad Politécnica Salesiana, en Cuenca Ecuador, sobre el rendimiento de fresa variedad oso grande, bajo condiciones de invernadero, han llegado a rendimientos de 50.757 y 49.078 Tn/ha, pero indicando que es una producción acumulada de la cosecha de seis meses; de igual manera, Vergara, S. (2008), en su estudio sobre el cultivo de fresa en La Libertad, llega a indicar que la productividad promedio de este cultivo entre los años 2005 al 2007, fue de alrededor de 12.437 Tn/ha, con un máximo de 14.154 Tn/ha y un mínimo de 10.721 Tn/ha, resaltando que el cultivar “Aroma” en esta misma campaña, su rendimiento ha sido de 15.08 Tn/ha, pero a campo abierto; todo esto augura que el cultivar “Aroma” conducido bajo las condiciones del invernadero en la ciudad universitaria de Shancayan, ha logrado rendimientos satisfactorios, especialmente el tratamiento T3 que ha logrado rendir 11.16 Tn/ha, recalando que este resultado es el reflejo de una producción recogida en sólo tres meses (de octubre a diciembre-18), en comparación al promedio nacional de 17.7 Tn/ha del año 2008, no estaríamos muy lejos de conseguirlo; incluso si estos rendimientos encontrados utilizando polímero hidroabsorbente, poliacrilato de potasio, los referenciamos con los resultados de la tesis de Chucchu, W. (2018) hecha en fresa variedad “San Andreas”, cultivada en campo abierto y en micro túnel en el C.I.E. Cañasbamba, que en promedios fueron de 15.29 y 7.18 Tn/ha, respectivamente, se tendría que decir que si hay resultados favorables a nivel de invernadero y que se podrían alcanzar mejores promedios.

## **1.2. Del requerimiento hídrico de la fresa variedad “Aroma”**

Los volúmenes de agua aplicados al cultivar “San Andreas” en la investigación hecha por Chucchu, W. (2018) en el C.I.E. Cañasbamba, a campo abierto fueron de: 44.23, 44.17 y 44.13 litros /planta, para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente; y que a nivel de macro túnel, el volumen de agua utilizada fue: 82.87, 82,53 y 82.37 litros/planta, para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente; como se podrá evaluar, estos resultados difieren mucho entre sí, sin embargo, el volumen de agua que se ha utilizado en esta investigación del cultivar “Aroma” a nivel de invernadero y utilizando polímero hidroabsorbente, poliacrilato de potasio ha sido de: 7.56, 7.65, 6.24 y 6.40 litros/planta, lo que demuestra una gran brecha en el uso del recurso hídrico, considerándose que el polímero “*lluvia sólida*” resulta ser un producto muy interesante para seguir siendo usado en investigaciones a nivel de invernadero o zonas protegidas.

## VI. CONCLUSIONES

- Se determinó que al aplicar el poliacrilato de potasio en el cultivo de fresa (*fragaria x ananassa*) tiene un efecto positivo en su rendimiento, ya que con el tratamiento T3 se obtuvo una mayor producción que con el tratamiento testigo T1, lo que demuestra probablemente que este polímero sí ha tenido incidencia en mejorar el rendimiento del cultivo de fresa.
- Se estableció que el rendimiento del cultivo de fresa variedad “Aroma”, bajo condiciones de invernadero, utilizando distintas dosis del polímero hidroabsorbente “lluvia sólida”, ha sido de: 0.21, 0.12, 0.27, 0.09 y 0.07 kilos/planta, para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, respectivamente. Concluyendo que el tratamiento T3, cuya dosis fue de 3 gr/planta, ha superado en 28.6%, el rendimiento del tratamiento testigo T1, que no ha tenido dosis de polímero “lluvia sólida”.
- Se determinó que los requerimientos hídricos en volumen de agua, de los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, han sido de: 10.18, 7.56, 7.65, 6.24 y 6.40 litros/planta, respectivamente. Demostrándose que todos los tratamientos con el poliacrilato de potasio “lluvia sólida”: T2, T3, T4 y T5, han sido menores que el tratamiento T1 sin polímero hidroabsorbente; generándose un ahorro de agua que varía según tratamiento hasta en: 25.74, 24.85, 38.70 y 37.13% con respecto al testigo (T1). Esto implica corroborar, que el poliacrilato de potasio “lluvia sólida” si tiene incidencia en disponer de mayores contenidos de humedad en el perfil del suelo.
- Se estimó que la Evapotranspiración Potencial (ET<sub>p</sub>) del cultivo de fresa (*fragaria x ananassa*) variedad “Aroma”, bajo condiciones de invernadero, y utilizando el Tanque “A”, ha sido de 2.04 mm/día como valor máximo para el mes de agosto. De igual manera, la Evapotranspiración Real (ET<sub>r</sub>) de este cultivo, según su desarrollo fenológico, ha sido de 1.32 mm/día para el mes de noviembre.
- La tensión de humedad del suelo controlado con el Tensiómetro Irrometer de 15 cm, y el contenido de humedad gravimétrica del suelo, registrado durante todo el período

vegetativo del cultivo a la profundidad de 15 cm, ha permitido elaborar los Gráficos de Tensión de Humedad vs Contenido de Humedad Gravimétrica del suelo (Fig. 4). Esto nos permite concluir que para llegar a 40 cb, los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, han utilizado 30, 41, 46, 50 y 53 días como frecuencias de riego, en un suelo franco arenoso. Afirmando que el polímero hidroabsorbente, poliacrilato de potasio “lluvia sólida” si ha tenido un efecto positivo en disminuir el número de riegos, con esto usar menos recurso hídrico, especialmente de los tratamientos T2, T3, T4 y T5 que han usado distintas dosis del polímero, con respecto al tratamiento testigo T1 que no ha tenido polímero, no representando esto, un incremento en el rendimiento de dicho cultivo.

## VII.RECOMENDACIONES

- Continuar con las investigaciones de este polímero en cultivos hortícolas, especialmente haciendo variar las dosificaciones, ya que no existe una receta como para tomarla en cuenta.
- Utilizar el polímero hidroabsorbente ya que se ha podido demostrar contribuye con el alargamiento de frecuencias de riego por disponer mayor humedad en el perfil del suelo, sería conveniente utilizarlos para cultivos arbóreos, así como en paltos, mangos, cítricos, etc.
- Realizar más investigaciones que determinen la evapotranspiración con Tanque evaporímetro Tipo “A” dentro de invernaderos, ya que aquí se presentan diferentes condiciones que en campo abierto.
- Elaborar más curvas de tensión de humedad del suelo y así ajustarlo para cada tipo de suelo y cultivos, con el fin de generar gráficos que faciliten el uso para investigaciones futuras.
- Realizar investigaciones respecto al uso de depósitos de diferente tamaño, ya que probablemente estos pueden influir en el desarrollo radicular y pueden tener incidencia en el rendimiento; especialmente se recomienda hacer estos trabajos a nivel de invernaderos, ya que con este sistema se puede coadyuvar a la subsistencia familiar y de pequeños huertos hortícolas.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- AGROLOGICA (2012). Base de datos con imágenes actualizadas de las plagas agrícolas de España. Tensiómetros; funcionamiento, instalación y caso práctico. Revisado 15/08/2017. Recuperado de <http://blog.agrologica.es/tensiometros-funcionamiento-instalacion-y-caso-practico/>
- Alarcon Recinos, J. (2013). Evaluación del poliacrilato de potasio, en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), como práctica de adaptación a la amenaza de sequía, Parramos, Chimaltenango. Mazatenango. Suchitepéquez. Guatemala. Universidad de san carlos de Guatemala.
- Branzanti, E. (2001). La fresa. Ediciones Mundi-prensa, Madrid España. 279 p.
- Cabildo, M., Claramunt, R., Cornago, M., Escolástico, C., Esteban, S., Farrán, M., García, M., López, C., Pérez, J. Pérez, M., Gutiérrez, M. y Sanz, D. (2010) Reciclado y Tratamiento de Residuos. Madrid: UNED.
- Chiqui, Chiqui Flor Azucena y Lema Cumbe Marcia Leonor (2010). Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (*fragaria sp*) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca. Tesis. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca. Ecuador.
- Chucchu Ramirez, W. (2017). Efecto de tres frecuencias de riego por goteo en el rendimiento de la fresa (*Fragaria x ananassa*) cultivada a campo abierto y bajo macro túnel en el CIE – UNASAM, Cañasbamba \_ Yungay, 2017. Tesis. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Huaraz. Perú.
- Expansión.mx (2014). Lluvia sólida invento de un mexicano. Recuperado de <https://expansion.mx/especiales/2014/04/17/lluvia-solida-un-invento-mexicano>

- FAO (2002). El agua y la agricultura. Cumbre mundial sobre alimentación. Recuperado de <http://www.fao.org/WorldFoodSummit/sideevents/papers/Y6899S.htm>
- Galecio, J y Adanaque, J. (2011). El riego con polímeros hidrosorb como alternativa en el riego de plantaciones de limonero (*Citrus aurantifolia Swingle*) en el Valle Cieneguillo Sur. Perú. Instituto de investigación ciencia tecnología e innovación gobierno regional Piura.
- García Morillo Jorge. (2015). Hacia el riego de precisión en el cultivo de fresa en el entorno de Doñana. Tesis Doctoral. España. Universidad de Cordova.
- García Petillo, M.; Puppo, L.; Hayashi, R.; Morales, P. (2012). Metodología para determinar los parámetros hídricos de un suelo a campo. Poster presentado en el 2° Seminario Internacional de Riego de cultivos extensivos. Uruguay. Universidad de la Republica. Facultad de Agronomía.
- Gutiérrez, I.; Sánchez, J. Wong, R. Trucios, R. Trejo, A. Flores Hernández. (2008). Efecto del polímero aquastock en la capacidad de retención de humedad del suelo y su efecto en el rendimiento de la Acelga (*Beta vulgaris var cycla*). Revista Chapingo Serie Zonas Aridas 2008.
- Hernández-Sampieri, R. Fernández-Collado, C. Baptista. Lucio, P. (2010). Metodología de la Investigación. Quinta edición. McGraw-Hill/Interamericana Editores. Mexico D. F.
- Infoagro.com (sf), El cultivo de la Fresa. Recuperado de [http://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_fresa.asp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_fresa.asp)
- Leech, L., Simpson D. W. and Whitehouse A. B. 2002. Effect of temperatura and relative humidity on pollen germination in four strawberry cultivars. Acta Horticulturae, 567:261-263
- López-Lara, T; Hernandez-Zaragoza, J; Horta-Rangel, J; Coronado-Marquez, A; Castaño-Meneses, V. (2010). Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas. Revista Iberoamericana de polímeros. Universidad Autonoma de Queretaro. Mexico.

- Mass, J. (1987). Compendium of strawberry diseases. APS Press, St–Paul, Minn. pp. 137.
- Metropolisesceptica.com (2015) El padre de la lluvia solida. Recuperado de <http://www.metropolisesceptica.com/charles-darwin-y-ciencias-naturales/cientifico-mexicano-sergio-rico-velasco-el-padre-de-la-lluvia-solida/>
- Ministerio de agricultura. (2008). Estudio de la fresa en el Perú y el mundo. Lima. Perú.
- Perez Miguel A. (2016) Nueva tecnología de riego basada en la lluvia sólida para luchar contra la sequía. Recuperado de <https://blogthinkbig.com/nueva-tecnologia-de-riego-basada-en-la-lluvia-solida-para-luchar-contr-la-sequia/>
- Senamhi (2011). Manual de observaciones fenológicas. Senamhi, Ministerio de agricultura, Ministerio del ambiente. Lima – Perú.
- Shamaila, M.; Baumann, T.; Eaton, G.; Powrie, W.; Skura, B. (1992). Quality attributes of strawberry cultivars grown in British Columbia. *Journal of Food Science*. 57, 696–699.
- Tittonell, P; De Grazia, J.; Chiesa, A. (2002). Adición de polímeros superabsorbentes en el medio de crecimiento para la producción de plantines de pimiento (*Capsicum annuum* L). *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 4, p. 641-645.
- Vamont Agro. (1999). Informe de Evaluación Cultivo de Fresa Parcela 279 – El Pedregal Proyecto Majes Arequipa: En un trabajo comparativo entre mayo a setiembre de 1999.
- Vergara Cobia Segundo Agustín (2008). Estudio de la fresa en la Libertad. Trujillo. Perú.
- Villablanca F., Cajías E., Allende M., 2015. Uso e instalación de Tensiómetros; Informativo INIA Ururi. CHILE. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40242.pdf>
- Waldhus. (2018). Hojas que se encrespan sobre fresas. Recuperado de <http://www.waldhus.com/5NKREQ3M/>

Weebly.com (2014). Como se usa la lluvia sólida. Recuperado de <http://lluviasolida.weebly.com/correcto-uso/como-se-usa-la-lluvia-solida>.

Zapeta Cabrera, C. (2012). Efecto de cinco dosis de un polímero retenedor de humedad y cuatro frecuencias de riego en almacigo de Rambután (*Nephelium lappaceum* L, Sapindaceae) en Coatepeque, Quetzaltenango. Mexico.



**Anexo 2.** Lecturas diarias en el Tanque Evaporímetro Tipo “A” del mes de Junio.

MES	Día Despues de la Siembra	Fecha	Lectura Inicial	Lectura Final	Evap. Bandeja (mm)
JUNIO	1	21/06/2018	17.45	17.2	2.50
	2	22/06/2018	17.2	17	2.00
	3	23/06/2018	17	16.75	2.50
	4	24/06/2018	16.75	16.55	2.00
	5	25/06/2018	16.55	16.35	2.00
	6	26/06/2018	16.35	16.1	2.50
	7	27/06/2018	17.6	17.4	2.00
	8	28/06/2018	17.4	17.15	2.50
	9	29/06/2018	17.15	16.95	2.00
	10	30/06/2018	16.95	16.7	2.50

*Fuente: Elaboración Propia*

**Anexo 3.** Lecturas diarias en el Tanque Evaporímetro Tipo “A” del mes de Julio.

MES	Día Despues de la Siembra	Fecha	Lectura Inicial	Lectura Final	Evap. Bandeja (mm)
JULIO	11	1/07/2018	16.7	16.5	2.00
	12	2/07/2018	16.5	16.3	2.00
	13	3/07/2018	16.3	16.05	2.50
	14	4/07/2018	17.7	17.5	2.00
	15	5/07/2018	17.5	17.3	2.00
	16	6/07/2018	17.1	16.9	2.00
	17	7/07/2018	16.9	16.65	2.50
	18	8/07/2018	16.65	16.45	2.00
	19	9/07/2018	16.45	16.2	2.50
	20	10/07/2018	16.2	16	2.00
	21	11/07/2018	17.8	17.6	2.00
	22	12/07/2018	17.6	17.35	2.50
	23	13/07/2018	17.35	17.15	2.00
	24	14/07/2018	17.15	16.9	2.50
	25	15/07/2018	16.9	16.7	2.00
	26	16/07/2018	16.7	16.45	2.50
	27	17/07/2018	16.45	16.2	2.50
	28	18/07/2018	17.65	17.45	2.00
	29	19/07/2018	17.45	17.2	2.50
	30	20/07/2018	17.2	17	2.00
	31	21/07/2018	17	16.75	2.50
	32	22/07/2018	16.75	16.5	2.50
	33	23/07/2018	16.5	16.3	2.00

	34	24/07/2018	17.6	17.4	2.00
	35	25/07/2018	17.4	17.2	2.00
	36	26/07/2018	17.2	17	2.00
	37	27/07/2018	17	16.8	2.00
	38	28/07/2018	16.8	16.6	2.00
	39	29/07/2018	16.6	16.4	2.00
	40	30/07/2018	16.4	16.2	2.00
	41	31/07/2018	16.2	16	2.00

*Fuente: Elaboración Propia*

**Anexo 4.** Lecturas diarias en el Tanque Evaporímetro Tipo “A” del mes de Agosto.

MES	Día Despues de la Siembra	Fecha	Lectura Inicial	Lectura Final	Evap. Bandeja (mm)
AGOSTO	42	1/08/2018	16	15.8	2.00
	43	2/08/2018	15.8	15.6	2.00
	44	3/08/2018	15.6	15.5	1.00
	45	4/08/2018	15.5	15.3	2.00
	46	5/08/2018	15.3	15.1	2.00
	47	6/08/2018	15.1	14.9	2.00
	48	7/08/2018	14.9	14.7	1.10
	49	8/08/2018	14.7	14.5	2.00
	50	9/08/2018	14.5	14.3	2.00
	51	10/08/2018	14.3	14.1	2.00
	52	11/08/2018	14.1	13.9	1.20
	53	12/08/2018	13.9	13.7	2.00
	54	13/08/2018	18.4	18.20	2.00
	55	14/08/2018	18.2	18	2.00
	56	15/08/2018	18	17.80	2.00
	57	16/08/2018	17.8	17.6	2.00
	58	17/08/2018	17.6	17.40	2.00
	59	18/08/2018	17.4	17.2	2.00
	60	19/08/2018	17.2	17	2.00
	61	20/08/2018	17.7	17.5	2.00
	62	21/08/2018	17.5	17.3	2.00
	63	22/08/2018	17.3	17	3.00
	64	23/08/2018	17	16.8	2.00
	65	24/08/2018	16.8	16.6	2.00
	66	25/08/2018	16.6	16.4	2.00
	67	26/08/2018	16.4	16.2	2.00
	68	27/08/2018	16.2	15.9	3.00
	69	28/08/2018	15.9	15.65	2.50

	70	29/08/2018	15.65	15.4	2.50
	71	30/08/2018	15.4	15.1	3.00
	72	31/08/2018	15.1	14.9	2.00

*Fuente: Elaboración Propia*

**Anexo 5. Lecturas diarias en el Tanque Evaporímetro Tipo “A” del mes de Setiembre.**

MES	Día Despues de la Siembra	Fecha	Lectura Inicial	Lectura Final	Evap. Bandeja (mm)
SETIEMBRE	73	1/09/2018	14.9	14.7	2.00
	74	2/09/2018	16.6	16.4	2.00
	75	3/09/2018	16.4	16.2	2.00
	76	4/09/2018	16.2	16	1.70
	77	5/09/2018	16	15.8	2.00
	78	6/09/2018	15.8	15.6	2.00
	79	7/09/2018	15.6	15.4	2.00
	80	8/09/2018	15.4	15.2	2.00
	81	9/09/2018	15.2	15	2.00
	82	10/09/2018	15	14.8	2.00
	83	11/09/2018	14.8	14.5	3.00
	84	12/09/2018	14.5	14.2	3.00
	85	13/09/2018	14.5	14.2	3.00
	86	14/09/2018	14.5	14.2	3.00
	87	15/09/2018	14.5	14.2	3.00
	88	16/09/2018	14.5	14.2	3.00
	89	17/09/2018	14.5	14.2	3.00
	90	18/09/2018	14.5	14.2	3.00
	91	19/09/2018	14.5	14.2	3.00
	92	20/09/2018	14.5	14.2	3.00
	93	21/09/2018	14.5	14.2	3.00
	94	22/09/2018	16.75	16.5	2.50
	95	23/09/2018	16.5	16.3	2.00
	96	24/09/2018	16.3	16.1	2.00
	97	25/09/2018	16.1	15.9	2.00
	98	26/09/2018	15.9	15.7	2.00
	99	27/09/2018	15.7	15.5	2.00
	100	28/09/2018	15.5	15.4	1.00
	101	29/09/2018	15.4	15.2	2.00
	102	30/09/2018	15.2	15	2.00

*Fuente: Elaboración Propia*

**Anexo 6.** Lecturas diarias en el Tanque Evaporímetro Tipo “A” del mes de Octubre.

MES	Día Despues de la Siembra	Fecha	Lectura Inicial	Lectura Final	Evap. Bandeja (mm)
OCTUBRE	103	1/10/2018	15.00	14.80	2.00
	104	2/10/2018	14.80	14.60	2.00
	105	3/10/2018	14.60	14.40	1.70
	106	4/10/2018	14.40	14.20	1.50
	107	5/10/2018	14.20	14.00	1.80
	108	6/10/2018	14.00	13.90	1.00
	109	7/10/2018	13.90	13.70	2.00
	110	8/10/2018	13.70	13.50	2.00
	111	9/10/2018	13.50	13.30	2.00
	112	10/10/2018	13.30	13.10	2.00
	113	11/10/2018	13.10	12.80	3.00
	114	12/10/2018	12.80	12.60	2.00
	115	13/10/2018	12.60	12.40	2.00
	116	14/10/2018	18.20	18.00	2.00
	117	15/10/2018	18.00	17.80	2.00
	118	16/10/2018	17.80	17.60	2.00
	119	17/10/2018	17.60	17.40	2.00
	120	18/10/2018	17.40	17.20	2.00
	121	19/10/2018	17.20	17.00	2.00
	122	20/10/2018	17.00	16.80	2.00
	123	21/10/2018	16.80	16.60	2.00
124	22/10/2018	16.60	16.40	2.00	
125	23/10/2018	16.40	16.20	2.00	
126	24/10/2018	16.20	16.00	2.00	
127	25/10/2018	16.00	15.80	2.00	
128	26/10/2018	15.80	15.60	2.00	
129	27/10/2018	15.60	15.40	2.00	
130	28/10/2018	15.40	15.20	2.00	
131	29/10/2018	15.20	15.00	2.00	
132	30/10/2018	15.00	14.80	2.00	
133	31/10/2018	14.80	14.60	2.00	

*Fuente: Elaboración Propia*

**Anexo 7.** Lecturas diarias en el Tanque Evaporímetro Tipo “A” del mes de Noviembre.

MES	Día Despues de la Siembra	Fecha	Lectura Inicial	Lectura Final	Evap. Bandeja (mm)
NOVIEMBRE	134	1/11/2018	15	14.8	2.00
	135	2/11/2018	14.8	14.6	2.00
	136	3/11/2018	14.6	14.4	2.00
	137	4/11/2018	14.4	14.2	2.00
	138	5/11/2018	14.2	14	2.00
	139	6/11/2018	14	13.9	1.00
	140	7/11/2018	13.9	13.7	2.00
	141	8/11/2018	13.7	13.5	2.00
	142	9/11/2018	13.5	13.3	2.00
	143	10/11/2018	13.3	13.1	2.00
	144	11/11/2018	13.1	12.8	3.00
	145	12/11/2018	12.8	12.6	2.00
	146	13/11/2018	12.6	12.4	2.00
	147	14/11/2018	18.2	18	2.00
	148	15/11/2018	18	17.8	2.00
	149	16/11/2018	17.8	17.6	2.00
	150	17/11/2018	17.6	17.4	2.00
	151	18/11/2018	17.4	17.2	2.00
	152	19/11/2018	17.2	17	2.00
	153	20/11/2018	17	16.8	2.00
	154	21/11/2018	16.8	16.6	2.00
	155	22/11/2018	16.6	16.4	2.00
	156	23/11/2018	16.4	16.2	2.00
	157	24/11/2018	16.2	16	2.00
	158	25/11/2018	16	15.8	2.00
	159	26/11/2018	15.8	15.6	2.00
	160	27/11/2018	15.6	15.4	2.00
	161	28/11/2018	15.4	15.2	2.00
	162	29/11/2018	15.2	15	2.00
	163	30/11/2018	15	14.8	2.00

*Fuente: Elaboración Propia*

**Anexo 8.** Lecturas diarias en el Tanque Evaporímetro Tipo “A” del mes de Diciembre.

MES	Día Después de la Siembra	Fecha	Lectura Inicial	Lectura Final	Evap. Bandeja (mm)
DICIEMBRE	164	1/12/2018	16	15.8	2.00
	165	2/12/2018	15.8	15.6	2.00
	166	3/12/2018	15.6	15.5	1.00
	167	4/12/2018	15.5	15.3	2.00
	168	5/12/2018	15.3	15.1	2.00
	169	6/12/2018	15.1	14.9	2.00
	170	7/12/2018	14.9	14.7	2.00

*Fuente: Elaboración Propia*

**Anexo 9.** Evapotranspiración de Cultivo con Tanque Evaporímetro Tipo “A”.

Mes	Fecha	Días Después de la Siembra	pp (mm)	Evap. Bandeja (mm)	Kc	Etb (mm)	Eto (mm)	Etc (mm)
JUNIO	21/06/2018	1	0.0	2.5	0.40	2.50	2.00	0.80
	22/06/2018	2	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	23/06/2018	3	0.0	2.5	0.40	2.50	2.00	0.80
	24/06/2018	4	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	25/06/2018	5	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	26/06/2018	6	0.0	2.5	0.40	2.50	2.00	0.80
	27/06/2018	7	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	28/06/2018	8	0.0	2.5	0.40	2.50	2.00	0.80
	29/06/2018	9	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	30/06/2018	10	0.0	2.5	0.40	2.50	2.00	0.80
JULIO	1/07/2018	11	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	2/07/2018	12	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	3/07/2018	13	0.0	2.5	0.40	2.50	2.00	0.80
	4/07/2018	14	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	5/07/2018	15	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	6/07/2018	16	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	7/07/2018	17	0.0	2.5	0.40	2.50	2.00	0.80
	8/07/2018	18	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	9/07/2018	19	0.0	2.5	0.40	2.50	2.00	0.80
	10/07/2018	20	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	11/07/2018	21	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	12/07/2018	22	0.0	2.5	0.40	2.50	2.00	0.80
	13/07/2018	23	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	14/07/2018	24	0.0	2.5	0.40	2.50	2.00	0.80
	15/07/2018	25	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	16/07/2018	26	0.0	2.5	0.40	2.50	2.00	0.80

	17/07/2018	27	0.0	2.5	0.40	2.50	2.00	0.80
	18/07/2018	28	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	19/07/2018	29	0.0	2.5	0.40	2.50	2.00	0.80
	20/07/2018	30	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	21/07/2018	31	0.0	2.5	0.40	2.50	2.00	0.80
	22/07/2018	32	0.0	2.5	0.40	2.50	2.00	0.80
	23/07/2018	33	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	24/07/2018	34	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	25/07/2018	35	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	26/07/2018	36	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	27/07/2018	37	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	28/07/2018	38	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	29/07/2018	39	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	30/07/2018	40	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.64
	31/07/2018	41	0.0	2.0	0.40	2.00	1.60	0.65
AGOSTO	1/08/2018	42	0.0	2.0	0.41	2.00	1.60	0.65
	2/08/2018	43	0.0	2.0	0.41	2.00	1.60	0.65
	3/08/2018	44	0.0	1.0	0.41	1.00	0.80	0.33
	4/08/2018	45	0.0	2.0	0.41	2.00	1.60	0.65
	5/08/2018	46	0.0	2.0	0.41	2.00	1.60	0.65
	6/08/2018	47	0.0	2.0	0.41	2.00	1.60	0.65
	7/08/2018	48	0.0	1.1	0.41	1.10	0.88	0.36
	8/08/2018	49	0.0	2.0	0.41	2.00	1.60	0.66
	9/08/2018	50	0.0	2.0	0.41	2.00	1.60	0.66
	10/08/2018	51	0.0	2.0	0.41	2.00	1.60	0.66
	11/08/2018	52	0.0	1.2	0.41	1.20	0.96	0.39
	12/08/2018	53	0.0	2.0	0.41	2.00	1.60	0.66
	13/08/2018	54	0.0	2.0	0.42	2.00	1.60	0.67
	14/08/2018	55	0.0	2.0	0.42	2.00	1.60	0.67
	15/08/2018	56	0.0	2.0	0.42	2.00	1.60	0.67
	16/08/2018	57	0.0	2.0	0.42	2.00	1.60	0.67
	17/08/2018	58	0.0	2.0	0.42	2.00	1.60	0.67
	18/08/2018	59	0.0	2.0	0.42	2.00	1.60	0.67
	19/08/2018	60	0.0	2.0	0.42	2.00	1.60	0.67
	20/08/2018	61	0.0	2.0	0.43	2.00	1.60	0.69
	21/08/2018	62	0.0	2.0	0.43	2.00	1.60	0.69
	22/08/2018	63	0.0	3.0	0.43	3.00	2.40	1.03
	23/08/2018	64	0.0	2.0	0.43	2.00	1.60	0.69
	24/08/2018	65	0.0	2.0	0.43	2.00	1.60	0.69
	25/08/2018	66	0.0	2.0	0.43	2.00	1.60	0.69
	26/08/2018	67	0.0	2.0	0.44	2.00	1.60	0.70
	27/08/2018	68	0.0	3.0	0.44	3.00	2.40	1.06
	28/08/2018	69	0.0	2.5	0.45	2.50	2.00	0.90
	29/08/2018	70	0.0	2.5	0.45	2.50	2.00	0.90
	30/08/2018	71	0.0	3.0	0.45	3.00	2.40	1.08
	31/08/2018	72	0.0	2.0	0.45	2.00	1.60	0.72

SETIEMBRE	1/09/2018	73	0.0	2.0	0.45	2.00	1.60	0.72
	2/09/2018	74	0.0	2.0	0.45	2.00	1.60	0.72
	3/09/2018	75	0.0	2.0	0.45	2.00	1.60	0.72
	4/09/2018	76	0.0	1.7	0.46	1.70	1.36	0.62
	5/09/2018	77	0.0	2.0	0.46	2.00	1.60	0.73
	6/09/2018	78	0.0	2.0	0.46	2.00	1.60	0.73
	7/09/2018	79	0.0	2.0	0.46	2.00	1.60	0.73
	8/09/2018	80	0.0	2.0	0.46	2.00	1.60	0.73
	9/09/2018	81	0.0	2.0	0.46	2.00	1.60	0.73
	10/09/2018	82	0.0	2.0	0.46	2.00	1.60	0.73
	11/09/2018	83	0.0	3.0	0.46	3.00	2.40	1.10
	12/09/2018	84	0.0	3.0	0.46	3.00	2.40	1.10
	13/09/2018	85	0.0	2.0	0.46	2.00	1.60	0.74
	14/09/2018	86	0.0	2.0	0.46	2.00	1.60	0.74
	15/09/2018	87	0.0	2.0	0.46	2.00	1.60	0.74
	16/09/2018	88	0.0	2.5	0.46	2.50	2.00	0.92
	17/09/2018	89	0.0	1.0	0.46	1.00	0.80	0.37
	18/09/2018	90	0.0	2.5	0.47	2.50	2.00	0.94
	19/09/2018	91	0.0	1.0	0.47	1.00	0.80	0.38
	20/09/2018	92	0.0	2.0	0.47	2.00	1.60	0.75
	21/09/2018	93	0.0	1.5	0.47	1.50	1.20	0.56
	22/09/2018	94	0.0	2.5	0.47	2.50	2.00	0.94
	23/09/2018	95	0.0	2.0	0.47	2.00	1.60	0.75
	24/09/2018	96	0.0	2.0	0.47	2.00	1.60	0.75
	25/09/2018	97	0.0	2.0	0.49	2.00	1.60	0.78
	26/09/2018	98	0.0	2.0	0.50	2.00	1.60	0.80
	27/09/2018	99	0.0	2.0	0.50	2.00	1.60	0.80
	28/09/2018	100	0.0	1.0	0.50	1.00	0.80	0.40
	29/09/2018	101	0.0	2.0	0.50	2.00	1.60	0.80
	30/09/2018	102	0.0	2.0	0.50	2.00	1.60	0.80

*Fuente: Elaboración Propia*

Mes	Fecha	Días despues de la Siembra	pp (mm)	Evap. Bandeja (mm)	Kc	Etb (mm)	Eto (mm)	Etc (mm)
OCTUBRE	1/10/2018	103	0.0	2.0	0.50	2.00	1.60	0.80
	2/10/2018	104	0.0	2.0	0.50	2.00	1.60	0.80
	3/10/2018	105	0.0	1.7	0.52	1.70	1.36	0.71
	4/10/2018	106	0.0	1.5	0.52	1.50	1.20	0.62
	5/10/2018	107	0.0	1.8	0.52	1.80	1.44	0.75
	6/10/2018	108	0.0	1.0	0.52	1.00	0.80	0.42
	7/10/2018	109	0.0	2.0	0.52	2.00	1.60	0.83
	8/10/2018	110	0.0	2.0	0.55	2.00	1.60	0.88
	9/10/2018	111	0.0	2.0	0.55	2.00	1.60	0.88
	10/10/2018	112	0.0	2.0	0.55	2.00	1.60	0.88
	11/10/2018	113	0.0	3.0	0.55	3.00	2.40	1.32
	12/10/2018	114	0.0	2.0	0.55	2.00	1.60	0.88
	13/10/2018	115	0.0	2.0	0.60	2.00	1.60	0.96
	14/10/2018	116	0.0	2.0	0.60	2.00	1.60	0.96
	15/10/2018	117	0.0	2.0	0.60	2.00	1.60	0.96
	16/10/2018	118	0.0	2.0	0.60	2.00	1.60	0.96
	17/10/2018	119	0.0	2.0	0.60	2.00	1.60	0.96
	18/10/2018	120	0.0	2.0	0.60	2.00	1.60	0.96
	19/10/2018	121	0.0	2.0	0.60	2.00	1.60	0.96
	20/10/2018	122	0.0	2.0	0.65	2.00	1.60	1.04
	21/10/2018	123	0.0	2.0	0.65	2.00	1.60	1.04
	22/10/2018	124	0.0	2.0	0.65	2.00	1.60	1.04
	23/10/2018	125	0.0	2.0	0.65	2.00	1.60	1.04
	24/10/2018	126	0.0	2.0	0.65	2.00	1.60	1.04
	25/10/2018	127	0.0	2.0	0.65	2.00	1.60	1.04
	26/10/2018	128	0.0	2.0	0.65	2.00	1.60	1.04
	27/10/2018	129	0.0	2.0	0.70	2.00	1.60	1.12
	28/10/2018	130	0.0	2.0	0.70	2.00	1.60	1.12
	29/10/2018	131	0.0	2.0	0.70	2.00	1.60	1.12
	30/10/2018	132	0.0	2.0	0.70	2.00	1.60	1.12
	31/10/2018	133	0.0	2.0	0.70	2.00	1.60	1.12
NOVIEMBRE	1/11/2018	134	0.0	2.0	0.70	2.00	1.60	1.12
	2/11/2018	135	0.0	2.0	0.70	2.00	1.60	1.12
	3/11/2018	136	0.0	2.0	0.75	2.00	1.60	1.20
	4/11/2018	137	0.0	2.0	0.75	2.00	1.60	1.20
	5/11/2018	138	0.0	2.0	0.75	2.00	1.60	1.20
	6/11/2018	139	0.0	1.0	0.75	1.00	0.80	0.60
	7/11/2018	140	0.0	2.0	0.75	2.00	1.60	1.20
	8/11/2018	141	0.0	2.0	0.75	2.00	1.60	1.20
	9/11/2018	142	0.0	2.0	0.75	2.00	1.60	1.20
	10/11/2018	143	0.0	2.0	0.80	2.00	1.60	1.28
	11/11/2018	144	0.0	3.0	0.80	3.00	2.40	1.92
	12/11/2018	145	0.0	2.0	0.80	2.00	1.60	1.28

	13/11/2018	146	0.0	2.0	0.80	2.00	1.60	1.28
	14/11/2018	147	0.0	2.0	0.80	2.00	1.60	1.28
	15/11/2018	148	0.0	2.0	0.80	2.00	1.60	1.28
	16/11/2018	149	0.0	2.0	0.80	2.00	1.60	1.28
	17/11/2018	150	0.0	2.0	0.85	2.00	1.60	1.36
	18/11/2018	151	0.0	2.0	0.85	2.00	1.60	1.35
	19/11/2018	152	0.0	2.0	0.84	2.00	1.60	1.34
	20/11/2018	153	0.0	2.0	0.84	2.00	1.60	1.34
	21/11/2018	154	0.0	2.0	0.83	2.00	1.60	1.33
	22/11/2018	155	0.0	2.0	0.83	2.00	1.60	1.32
	23/11/2018	156	0.0	2.0	0.82	2.00	1.60	1.31
	24/11/2018	157	0.0	2.0	0.82	2.00	1.60	1.30
	25/11/2018	158	0.0	2.0	0.81	2.00	1.60	1.30
	26/11/2018	159	0.0	2.0	0.81	2.00	1.60	1.29
	27/11/2018	160	0.0	2.0	0.80	2.00	1.60	1.28
	28/11/2018	161	0.0	2.0	0.80	2.00	1.60	1.27
	29/11/2018	162	0.0	2.0	0.79	2.00	1.60	1.26
	30/11/2018	163	0.0	2.0	0.79	2.00	1.60	1.26
DICIEMBRE	1/12/2018	164	0.0	2.0	0.78	2.00	1.60	1.25
	2/12/2018	165	0.0	2.0	0.78	2.00	1.60	1.24
	3/12/2018	166	0.0	1.0	0.77	1.00	0.80	0.62
	4/12/2018	167	0.0	2.0	0.77	2.00	1.60	1.22
	5/12/2018	168	0.0	2.0	0.76	2.00	1.60	1.22
	6/12/2018	169	0.0	2.0	0.76	2.00	1.60	1.21
	7/12/2018	170	0.0	2.0	0.75	2.00	1.60	1.20

**Fuente:** Elaboración Propia

## Anexo 10. Análisis de caracterización de la muestra de suelo



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“Santiago Antúnez de Mayolo”**  
**“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAVAN**  
 Telefax. 043-426588 - 106  
**HUARAZ – REGIÓN ANCASH**



### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN

SOLICITA : Nolasco Jacinto Brandon Bruce - Tesis.  
 MUESTRA : M-01- Cañasbamba  
 UBICACIÓN : Cañasbamba - Yungay – Ancash

M. N°	Textura			Clase Textural	pH	M.O%	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
423	69	20	11	Franco arenoso	7.79	1.974	0.098	32	75	1.727

#### CATIONES CAMBIABLES

Muestra N°	Ca <sup>+2</sup> me/100gr.	Mg <sup>+2</sup> me/100gr.	K <sup>+</sup> me/100gr.	Na <sup>+</sup> me/100gr.	H +Al me/100gr.	CIC me/100gr.
423	9.36	1.38	0.21	0.04	0.00	10.99

#### ANIONES

Muestra N°	Ca CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> %	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> me/100gr.	Cl <sup>-</sup> me/100gr.	Suma me/100gr.
423	0.12	0.24	3.14	3.38

#### RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:

La muestra es de textura franco arenoso, se caracteriza por tener una reacción ligeramente alcalina, pobre en materia orgánica y en nitrógeno, rico en fósforo y pobre en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 12 de octubre del 2017

  
 Ing. M. Sc. Guillermo Castillo Romero  
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

**Anexo 11.** Tensiones de humedad del suelo en el tiempo para el testigo y Tratamientos.

TESTIGO (T1)													
Tensión	0	15	26	30	40	0	15	30	40	0	15	30	40
Días	0	11	20	22	30	30	42	55	61	61	73	82	88
Tensión	0	15	26	40	0	10	25	40	0	10	30	40	
Días	88	97	104	114	114	123	131	138	138	145	155	160	

TRATAMIENTO 01 (T2)													
Tensión	0	15	26	30	40	0	15	30	40	0	15	30	40
Días	0	15	25	30	41	41	59	74	84	84	94	111	123
Tensión	0	15	26	40									
Días	123	136	146	158									

TRATAMIENTO 02 (T3)													
Tensión	0	15	26	30	40	0	15	26	40	0	15	30	40
Días	0	17	30	35	46	46	63	83	90	90	105	127	131
Tensión	0	15	30	40									
Días	131	148	165	169									

TRATAMIENTO 03 (T4)													
Tensión	0	15	26	30	40	0	15	30	40	0	15	26	40
Días	0	19	32	38	50	50	65	80	98	98	116	130	149

TRATAMIENTO 04 (T5)													
Tensión	0	15	26	30	40	0	15	30	40	0	15	26	40
Días	0	19	35	40	53	53	72	98	104	104	136	146	153

*Fuente: Elaboración Propia*

**Anexo 12.** Cuadros de Humedad Gravimétrica y Lámina de riego para Testigo T1

$$\text{Humedad Gravimetrica: } \theta_g = \frac{W_{H_2O}}{W_{SS}} * 100$$

$$Hp = (CC - \theta_g) * Da * h$$

$$L(ml) = Hp * \frac{10m^3}{Ha} * A$$

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T1-11 DIAS 01/07/2018	01-R1	0.501	9.850	8.398	0.95	11.32	16.98
	01-R2	0.501	11.765	10.144	1.12	11.04	16.56
	01-R3	0.501	10.721	9.226	0.99	10.77	16.16
	01-R4	0.501	9.108	7.742	0.86	11.17	16.75
	01-R5	0.501	10.410	8.953	0.96	10.68	16.02
	01-R6	0.502	10.215	8.718	1.00	11.42	17.12

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T1-20 DIAS 10/07/2018	01-R1	0.583	11.420	9.968	0.869	8.72	13.08
	01-R2	0.583	10.363	9.012	0.768	8.52	12.78
	01-R3	0.583	9.113	7.845	0.685	8.73	13.09
	01-R4	0.583	10.408	9.021	0.804	8.91	13.36
	01-R5	0.583	11.342	9.926	0.833	8.39	12.58
	01-R6	0.583	10.167	8.804	0.780	8.86	13.29

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T1-30 DIAS 20/07/2018	01-R1	0.587	9.389	8.298	0.504	6.07	9.11	1520.06
	01-R2	0.585	11.489	10.214	0.690	6.76	10.14	1407.44
	01-R3	0.61	11.995	10.732	0.653	6.09	9.13	1517.73
	01-R4	0.572	8.969	7.866	0.531	6.75	10.12	1409.29
	01-R5	0.592	12.865	11.453	0.820	7.16	10.74	1341.12
	01-R6	0.599	11.274	10.008	0.667	6.66	9.99	1423.24

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T1-42 DIAS 01/08/2018	01-R1	0.592	9.944	8.398	0.954	11.36	17.04
	01-R2	0.592	11.87788	10.144	1.142	11.26	16.89
	01-R3	0.592	10.82404	9.176	1.056	11.51	17.26
	01-R4	0.592	9.195192	7.692	0.911	11.85	17.77
	01-R5	0.592	10.51058	8.783	1.136	12.93	19.39
	01-R6	0.592	10.31346	8.682	1.039	11.97	17.96

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T1-55 DIAS 14/08/2018	01-R1	0.572	10.30596	9.027	0.707	7.83	11.75
	01-R2	0.572	9.174976	8.002	0.601	7.51	11.27
	01-R3	0.572	11.41935	10.094	0.753	7.46	11.20
	01-R4	0.572	12.96481	11.572	0.821	7.09	10.64
	01-R5	0.572	13.21994	11.771	0.877	7.45	11.18
	01-R6	0.572	12.35875	10.992	0.795	7.23	10.85

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T1-61 DIAS 20/08/2018	01-R1	0.587	9.352	8.298	0.467	5.63	8.44	1592.91
	01-R2	0.585	11.444	10.214	0.645	6.32	9.47	1479.86
	01-R3	0.61	11.948	10.732	0.606	5.65	8.47	1589.68
	01-R4	0.572	9.057	8.021	0.464	5.78	8.67	1567.34
	01-R5	0.592	12.752	11.453	0.707	6.17	9.26	1503.05
	01-R6	0.599	11.454	10.218	0.637	6.23	9.35	1493.30

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T1-73 DIAS 01/09/2018	01-R1	0.592	9.973	8.398	0.983	11.71	17.56
	01-R2	0.592	11.912	10.144	1.176	11.60	17.39
	01-R3	0.592	10.855	9.266	0.997	10.76	16.15
	01-R4	0.592	9.195	7.692	0.911	11.85	17.77
	01-R5	0.592	10.500	8.883	1.025	11.54	17.32
	01-R6	0.592	10.343	8.782	0.969	11.04	16.56

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T1-82 DIAS 10/09/2018	01-R1	0.572	10.33627	9.027	0.737	8.17	12.25
	01-R2	0.572	10.22745	8.932	0.723	8.10	12.15
	01-R3	0.572	11.45294	10.094	0.787	7.80	11.69
	01-R4	0.572	13.10573	11.572	0.962	8.31	12.47
	01-R5	0.572	13.32414	11.771	0.981	8.34	12.50
	01-R6	0.572	12.51782	10.992	0.954	8.68	13.02

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T1-88 DIAS 16/09/2018	01-R1	0.587	9.445	8.348	0.510	6.10	9.16	1514.68
	01-R2	0.585	11.557	10.314	0.658	6.38	9.58	1468.73
	01-R3	0.61	12.066	10.732	0.724	6.75	10.12	1408.72
	01-R4	0.572	9.147	8.021	0.554	6.90	10.35	1383.80
	01-R5	0.592	12.827	11.453	0.782	6.83	10.25	1395.41
	01-R6	0.599	11.341	10.118	0.624	6.16	9.24	1504.94

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T1-97 DIAS 25/09/2018	01-R1	0.584	9.878	8.298	0.996	12.00	18.00
	01-R2	0.584	11.993	10.144	1.265	12.47	18.71
	01-R3	0.584	10.721	9.066	1.071	11.81	17.72
	01-R4	0.584	9.151	7.632	0.935	12.25	18.38
	01-R5	0.584	10.511	8.883	1.044	11.75	17.62
	01-R6	0.584	10.264	8.642	1.038	12.01	18.02

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T1-104 DIAS 02/10/2018	01-R1	0.601	10.522	9.027	0.894	9.90	14.85
	01-R2	0.602	10.424	8.932	0.890	9.96	14.94
	01-R3	0.601	12.433	10.794	1.038	9.62	14.43
	01-R4	0.601	12.683	11.042	1.040	9.41	14.12
	01-R5	0.601	13.130	11.421	1.108	9.70	14.55
	01-R6	0.603	12.643	10.992	1.048	9.53	14.30

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T1-114 DIAS 12/10/2018	01-R1	0.587	9.352	8.298	0.467	5.63	8.44	1592.91
	01-R2	0.585	11.280	10.084	0.611	6.06	9.08	1522.48
	01-R3	0.61	11.928	10.702	0.616	5.75	8.63	1572.23
	01-R4	0.572	9.110	8.021	0.517	6.45	9.68	1457.66
	01-R5	0.592	11.834	10.632	0.610	5.74	8.61	1574.36
	01-R6	0.599	11.229	10.018	0.612	6.11	9.17	1513.17

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T1-123 DIAS 21/10/2018	01-R1	0.543	9.944	8.398	1.003	11.95	17.92
	01-R2	0.543	12.017	10.244	1.230	12.00	18.00
	01-R3	0.543	10.783	9.166	1.074	11.71	17.57
	01-R4	0.543	9.151	7.702	0.906	11.77	17.65
	01-R5	0.543	10.450	8.853	1.054	11.91	17.86
	01-R6	0.543	10.284	8.642	1.099	12.71	19.07

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T1-131 DIAS 29/10/2018	01-R1	0.632	10.41942	9.027	0.760	8.42	12.64
	01-R2	0.632	10.32233	8.932	0.758	8.49	12.74
	01-R3	0.632	12.37268	10.794	0.947	8.77	13.16
	01-R4	0.632	12.68252	11.042	1.009	9.13	13.70
	01-R5	0.632	13.0289	11.421	0.976	8.54	12.82
	01-R6	0.632	12.643	10.992	1.019	9.27	13.91

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T1-138 DIAS 0%/11/2018	01-R1	0.587	9.261	8.198	0.476	5.81	8.71	1563.21
	01-R2	0.585	11.346	10.204	0.557	5.46	8.19	1620.49
	01-R3	0.61	11.696	10.502	0.584	5.56	8.34	1603.65
	01-R4	0.572	9.147	8.021	0.554	6.90	10.35	1383.80
	01-R5	0.592	11.951	10.732	0.627	5.85	8.77	1556.88
	01-R6	0.599	11.341	10.108	0.634	6.27	9.40	1487.70

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T1-145 DIAS 12/11/2018	01-R1	0.582	9.897	8.298	1.017	12.25	18.38
	01-R2	0.582	11.878	10.044	1.252	12.46	18.70
	01-R3	0.582	10.855	9.166	1.107	12.08	18.12
	01-R4	0.582	9.151	7.602	0.967	12.72	19.08
	01-R5	0.582	10.264	8.653	1.029	11.89	17.84
	01-R6	0.582	10.264	8.622	1.060	12.30	18.44

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T1-155 DIAS 22/11/2018	01-R1	0.565	11.050	9.732	0.753	7.74	11.61
	01-R2	0.565	12.068	10.732	0.771	7.18	10.78
	01-R3	0.565	11.141	9.834	0.742	7.54	11.31
	01-R4	0.565	11.496	10.091	0.840	8.33	12.49
	01-R5	0.565	13.135	11.721	0.849	7.24	10.86
	01-R6	0.565	12.574	11.192	0.817	7.30	10.95

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T1-160 DIAS 27/11/2018	01-R1	0.592	12.466	11.253	0.621	5.52	8.28	1610.77
	01-R2	0.592	12.288	11.102	0.594	5.35	8.03	1638.04
	01-R3	0.592	10.286	9.156	0.538	5.87	8.81	1552.37
	01-R4	0.592	10.600	9.423	0.585	6.21	9.31	1497.55
	01-R5	0.592	10.443	9.362	0.489	5.22	7.84	1659.02
	01-R6	0.592	10.641	9.435	0.614	6.51	9.76	1448.56

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 13.** Cuadros de Humedad Gravimétrica y Lámina de riego para Tratamiento T2

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T2-15 DIAS 05/07/2018	02-R1	0.615	12.102	10.254	1.233	12.02	18.03
	02-R2	0.615	11.174	9.451	1.108	11.72	17.59
	02-R3	0.615	11.508	9.744	1.149	11.79	17.68
	02-R4	0.615	9.570	7.996	0.959	12.00	18.00
	02-R5	0.615	10.889	9.206	1.068	11.60	17.41
	02-R6	0.615	10.421	8.774	1.032	11.77	17.65

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T2-30 DIAS 20/07/2018	02-R1	0.615	12.384	10.842	0.927	8.55	12.83
	02-R2	0.615	11.162	9.727	0.820	8.43	12.64
	02-R3	0.615	11.657	10.226	0.816	7.98	11.97
	02-R4	0.615	9.835	8.512	0.708	8.32	12.48
	02-R5	0.615	9.364	8.105	0.644	7.95	11.93
	02-R6	0.615	12.275	10.807	0.853	7.89	11.84

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T2-41 DIAS 31/07/2018	02-R1	0.575	12.605	11.422	0.608	5.32	7.98	1643.05
	02-R2	0.615	12.064	10.803	0.646	5.98	8.98	1534.46
	02-R3	0.605	12.970	11.702	0.663	5.66	8.49	1587.17
	02-R4	0.591	13.757	12.489	0.677	5.42	8.13	1626.73
	02-R5	0.577	9.913	8.806	0.530	6.01	9.02	1529.38
	02-R6	0.574	9.650	8.574	0.502	5.86	8.79	1555.09

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T2-59 DIAS 18/08/2018	02-R1	0.627	10.93365	9.254	1.053	11.38	17.06
	02-R2	0.627	10.07115	8.451	0.993	11.75	17.63
	02-R3	0.627	11.50762	9.744	1.137	11.66	17.50
	02-R4	0.627	9.588975	7.996	0.966	12.08	18.12
	02-R5	0.627	10.8472	9.206	1.014	11.02	16.53
	02-R6	0.627	10.45689	8.774	1.056	12.03	18.05

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T2-74 DIAS 02/09/2018	02-R1	0.603	11.320	9.953	0.764	7.68	11.52
	02-R2	0.603	10.141	8.845	0.693	7.84	11.76
	02-R3	0.603	8.968	7.743	0.622	8.04	12.06
	02-R4	0.603	8.862	7.662	0.597	7.79	11.69
	02-R5	0.603	10.195	8.871	0.721	8.13	12.20
	02-R6	0.603	10.263	8.958	0.702	7.84	11.76

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T2-84 DIAS 12/09/2018	02-R1	0.562	12.729	11.522	0.645	5.60	8.40	1597.64
	02-R2	0.583	12.124	10.905	0.636	5.83	8.74	1560.00
	02-R3	0.533	13.098	11.843	0.722	6.10	9.14	1515.88
	02-R4	0.546	13.961	12.649	0.766	6.06	9.09	1522.07
	02-R5	0.588	9.961	8.851	0.522	5.90	8.85	1548.59
	02-R6	0.597	9.938	8.874	0.467	5.27	7.90	1652.23

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T2-94 DIAS 22/09/2018	02-R1	0.586	11.940	10.052	1.302	12.95	19.43
	02-R2	0.586	11.045	9.263	1.196	12.91	19.37
	02-R3	0.586	12.204	10.353	1.265	12.22	18.32
	02-R4	0.586	10.047	8.404	1.057	12.57	18.86
	02-R5	0.586	10.297	8.586	1.125	13.10	19.65
	02-R6	0.586	8.656	7.135	0.935	13.11	19.66

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T2-111 DIAS 09/10/2018	02-R1	0.574	11.484	10.032	0.878	8.75	13.12
	02-R2	0.574	10.141	8.793	0.774	8.81	13.21
	02-R3	0.574	9.046	7.823	0.649	8.30	12.45
	02-R4	0.574	8.947	7.712	0.661	8.57	12.86
	02-R5	0.574	10.225	8.921	0.730	8.18	12.27
	02-R6	0.574	10.313	8.938	0.801	8.96	13.44

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T2-123 DIAS 21/10/2018	02-R1	0.531	12.667	11.502	0.634	5.51	8.26	1612.31
	02-R2	0.532	12.244	11.054	0.658	5.95	8.92	1540.17
	02-R3	0.531	12.856	11.653	0.672	5.77	8.65	1569.79
	02-R4	0.531	13.825	12.549	0.745	5.93	8.90	1542.77
	02-R5	0.542	10.089	9.034	0.513	5.68	8.52	1584.63
	02-R6	0.531	9.754	8.694	0.529	6.08	9.13	1518.01

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T2-136 DIAS 03/11/2018	02-R1	0.526	11.940	10.252	1.162	11.33	17.00
	02-R2	0.526	11.098	9.463	1.109	11.72	17.58
	02-R3	0.526	12.215	10.453	1.236	11.83	17.74
	02-R4	0.526	10.143	8.584	1.033	12.04	18.06
	02-R5	0.526	10.121	8.586	1.009	11.76	17.63
	02-R6	0.526	8.631	7.235	0.870	12.03	18.05

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T2-146 DIAS 13/11/2018	02-R1	0.552	11.484	10.032	0.900	8.97	13.45
	02-R2	0.552	10.141	8.793	0.796	9.06	13.58
	02-R3	0.552	9.064	7.823	0.689	8.81	13.21
	02-R4	0.552	8.964	7.712	0.700	9.08	13.62
	02-R5	0.553	10.235	8.921	0.761	8.53	12.79
	02-R6	0.556	10.293	8.938	0.799	8.94	13.41

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T2-158 DIAS 25/11/2018	02-R1	0.531	12.568	11.402	0.635	5.57	8.36	1602.33
	02-R2	0.532	12.244	11.054	0.658	5.95	8.92	1540.17
	02-R3	0.531	12.844	11.653	0.660	5.66	8.49	1587.37
	02-R4	0.531	13.838	12.549	0.758	6.04	9.06	1525.02
	02-R5	0.542	9.980	8.883	0.555	6.25	9.38	1490.21
	02-R6	0.531	9.792	8.694	0.567	6.52	9.79	1445.78

Fuente: Elaboración Propia

#### Anexo 14. Cuadros de Humedad Gravimétrica y Lámina de riego para Tratamiento T3

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T3- 17 DIAS 08/07/2018	03-R1	0.582	11.760	9.987	1.191	11.93	17.90
	03-R2	0.582	10.034	8.452	1.000	11.83	17.74
	03-R3	0.582	12.742	10.854	1.306	12.03	18.05
	03-R4	0.582	9.806	8.251	0.973	11.79	17.68
	03-R5	0.587	10.935	9.283	1.065	11.48	17.21
	03-R6	0.583	10.977	9.259	1.135	12.26	18.39

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T3- 35 DIAS 25/07/2018	03-R1	0.554	12.771	11.329	0.888	7.83	11.75
	03-R2	0.554	10.564	9.264	0.746	8.05	12.08
	03-R3	0.554	13.273	11.816	0.903	7.64	11.46
	03-R4	0.554	12.263	10.825	0.884	8.17	12.25
	03-R5	0.554	11.476	10.127	0.795	7.85	11.78
	03-R6	0.554	10.805	9.516	0.735	7.72	11.58

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T3-46 DIAS 05/08/2018	03-R1	0.583	13.272	11.997	0.692	5.76	8.65	1570.40
	03-R2	0.582	14.137	12.776	0.779	6.10	9.15	1515.65
	03-R3	0.596	16.681	15.168	0.917	6.05	9.07	1523.84
	03-R4	0.598	13.411	12.091	0.722	5.97	8.96	1536.65
	03-R5	0.587	13.291	12.022	0.682	5.67	8.51	1585.14
	03-R6	0.588	12.400	11.123	0.689	6.19	9.29	1499.83

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T3- 63 DIAS 22/08/2018	03-R1	0.576	11.783	10.027	1.180	11.77%	17.65%
	03-R2	0.576	9.900	8.352	0.972	11.64%	17.46%
	03-R3	0.587	12.652	10.854	1.211	11.16%	16.74%
	03-R4	0.587	9.722	8.151	0.984	12.07%	18.11%
	03-R5	0.567	10.904	9.233	1.104	11.96%	17.94%
	03-R6	0.584	10.925	9.259	1.082472	11.69%	17.54%

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T3- 83 DIAS 11/09/2018	03-R1	0.554	12.721	11.329	0.838	7.39	11.09
	03-R2	0.554	10.340	9.064	0.722	7.97	11.95
	03-R3	0.554	13.080	11.716	0.810	6.92	10.37
	03-R4	0.554	12.216	10.825	0.837	7.73	11.59
	03-R5	0.554	11.420	10.127	0.739	7.30	10.95
	03-R6	0.554	10.732	9.416	0.762	8.09	12.13

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T3-90 DIAS 18/09/2018	03-R1	0.617	13.220	11.957	0.646	5.40	8.10	1630.17
	03-R2	0.617	14.123	12.776	0.730	5.72	8.57	1578.52
	03-R3	0.617	16.681	15.168	0.896	5.91	8.86	1546.57
	03-R4	0.617	13.241	12.021	0.603	5.02	7.53	1692.91
	03-R5	0.617	13.213	11.882	0.714	6.01	9.01	1530.31
	03-R6	0.617	12.412	11.123	0.672	6.04	9.06	1524.84

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T3- 105 DIAS 03/10/2018	03-R1	0.598	11.170	9.441	1.131	11.98	17.97
	03-R2	0.598	10.940	9.256	1.086	11.74	17.60
	03-R3	0.598	9.965	8.375	0.992	11.85	17.77
	03-R4	0.598	10.125	8.551	0.976	11.41	17.12
	03-R5	0.598	9.478	7.924	0.956	12.06	18.10
	03-R6	0.598	9.258	7.733	0.927	11.99	17.99

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T3- 127 DIAS 25/10/2018	03-R1	0.633	11.541	10.254	0.654	6.38	9.57
	03-R2	0.633	12.156	10.826	0.697	6.44	9.65
	03-R3	0.633	11.270	9.944	0.693	6.97	10.45
	03-R4	0.633	11.422	10.155	0.634	6.25	9.37
	03-R5	0.633	9.163	7.983	0.547	6.85	10.28
	03-R6	0.633	10.263	8.992	0.638	7.09	10.64

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T3-131 DIAS 29/10/2018	03-R1	0.588	13.246	11.957	0.701	5.86	8.79	1554.83
	03-R2	0.588	14.054	12.776	0.690	5.40	8.10	1630.22
	03-R3	0.588	16.600	15.168	0.844	5.56	8.35	1603.26
	03-R4	0.588	13.332	12.021	0.723	6.01	9.02	1529.32
	03-R5	0.588	13.200	11.882	0.730	6.14	9.22	1508.14
	03-R6	0.588	12.340	11.123	0.629	5.66	8.48	1588.24

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T3- 148 DIAS 15/11/2018	03-R1	0.538	11.01226	9.441	1.033	10.94	16.42
	03-R2	0.538	10.81724	9.256	1.023	11.05	16.58
	03-R3	0.538	9.965094	8.475	0.952	11.23	16.85
	03-R4	0.538	10.01036	8.551	0.921	10.77	16.16
	03-R5	0.538	9.370019	7.964	0.868	10.90	16.35
	03-R6	0.538	9.127358	7.733	0.856	11.07	16.61

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T3- 165 DIAS 02/12/2018	03-R1	0.572	11.76765	10.454	0.742	7.09	10.64
	03-R2	0.572	12.39412	11.066	0.756	6.83	10.25
	03-R3	0.572	11.22621	9.944	0.710	7.14	10.71
	03-R4	0.572	11.47767	10.255	0.651	6.34	9.52
	03-R5	0.572	9.118447	7.993	0.553	6.92	10.39
	03-R6	0.572	10.40313	9.203	0.628	6.83	10.24

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T3-169 DIAS 06/12/2018	03-R1	0.611	13.272	11.957	0.704	5.88	8.83	1550.75
	03-R2	0.611	14.123	12.776	0.736	5.76	8.64	1570.81
	03-R3	0.611	16.681	15.168	0.902	5.95	8.92	1540.08
	03-R4	0.611	13.345	12.021	0.713	5.93	8.90	1542.88
	03-R5	0.611	13.226	11.882	0.733	6.17	9.25	1504.08
	03-R6	0.611	12.400	11.123	0.666	5.99	8.98	1533.77

Fuente: Elaboración Propia

#### Anexo 15. Cuadros de Humedad Gravimétrica y Lámina de riego para Tratamiento T4

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T4-20 DIAS 10/07/2018	04-R1	0.58	13.735	11.775	1.380	11.72	17.57
	04-R2	0.58	13.406	11.486	1.340	11.66	17.50
	04-R3	0.58	13.596	11.725	1.291	11.01	16.52
	04-R4	0.58	12.570	10.734	1.256	11.70	17.55
	04-R5	0.58	11.896	10.092	1.224	12.13	18.19
	04-R6	0.58	11.297	9.551	1.166	12.20	18.31

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T4-38 DIAS 28/07/2018	04-R1	0.58	12.196	10.747	0.869	8.09	12.13
	04-R2	0.58	11.663	10.269	0.814	7.93	11.90
	04-R3	0.58	11.406	10.014	0.812	8.11	12.16
	04-R4	0.58	10.044	8.782	0.682	7.77	11.66
	04-R5	0.58	11.320	9.942	0.798	8.03	12.04
	04-R6	0.58	12.003	10.588	0.835	7.89	11.83

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T4-50 DIAS 09/08/2018	04-R1	0.554	13.098	11.868	0.676	5.70	8.54	1581.59
	04-R2	0.569	10.656	9.527	0.560	5.87	8.81	1552.60
	04-R3	0.578	13.386	12.103	0.705	5.83	8.74	1560.09
	04-R4	0.583	10.449	9.335	0.531	5.69	8.53	1582.88
	04-R5	0.567	13.199	11.907	0.725	6.09	9.14	1516.59
	04-R6	0.58	10.795	9.623	0.592	6.15	9.22	1507.61

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T4-65 DIAS 24/08/2018	04-R1	0.622	12.000	10.132	1.246	12.30	18.45
	04-R2	0.622	11.068	9.271	1.175	12.67	19.00
	04-R3	0.622	10.832	9.034	1.176	13.02	19.53
	04-R4	0.622	9.842	8.231	0.989	12.02	18.03
	04-R5	0.622	9.694	8.024	1.048	13.06	19.59
	04-R6	0.622	11.958	10.073	1.263	12.54	18.81

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T4-80 DIAS 08/09/2018	04-R1	0.539	10.501	9.136	0.826	9.04	13.56
	04-R2	0.539	10.409	9.021	0.849	9.41	14.11
	04-R3	0.539	10.831	9.353	0.939	10.04	15.06
	04-R4	0.539	12.487	10.841	1.107	10.21	15.32
	04-R5	0.539	11.457	9.947	0.971	9.77	14.65
	04-R6	0.539	9.870	8.527	0.804	9.43	14.14

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T4-98 DIAS 26/09/2018	04-R1	0.628	10.462	9.303	0.531	5.71	8.56	1580.12
	04-R2	0.628	9.092	8.001	0.463	5.79	8.68	1566.42
	04-R3	0.628	10.351	9.232	0.491	5.32	7.99	1642.82
	04-R4	0.628	8.781	7.743	0.410	5.30	7.95	1646.48
	04-R5	0.628	11.565	10.314	0.623	6.04	9.07	1524.50
	04-R6	0.628	10.032	8.823	0.581	6.59	9.88	1435.32

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T4-116 DIAS 14/10/2018	04-R1	0.612	12.092	10.262	1.218	11.87	17.80
	04-R2	0.612	11.174	9.471	1.091	11.52	17.28
	04-R3	0.612	10.726	9.034	1.080	11.95	17.93
	04-R4	0.612	9.946	8.331	1.003	12.04	18.05
	04-R5	0.612	9.834	8.224	0.998	12.13	18.20
	04-R6	0.612	11.901	10.073	1.216	12.08	18.11

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T4-130 DIAS 28/10/2018	04-R1	0.584	10.571	9.136	0.851	9.32	13.98
	04-R2	0.584	10.459	9.021	0.854	9.47	14.20
	04-R3	0.584	10.841	9.353	0.904	9.67	14.50
	04-R4	0.584	12.487	10.841	1.062	9.80	14.70
	04-R5	0.584	11.430	9.947	0.899	9.04	13.55
	04-R6	0.584	9.870	8.527	0.759	8.90	13.35

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T4-149 DIAS 16/11/2018	04-R1	0.607	10.401	9.303	0.491	5.27	7.91	1651.02
	04-R2	0.607	8.952	7.892	0.453	5.74	8.60	1574.97
	04-R3	0.607	10.311	9.232	0.472	5.12	7.68	1676.68
	04-R4	0.607	8.655	7.643	0.405	5.30	7.94	1647.24
	04-R5	0.607	11.543	10.314	0.622	6.03	9.04	1527.20
	04-R6	0.607	9.935	8.823	0.505	5.73	8.59	1576.61

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 16. Cuadros de Humedad Gravimétrica y Lámina de riego para Tratamiento T5

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T5-19 DIAS 09/07/2018	05-R1	0.576	13.333	11.423	1.334	11.68	17.51
	05-R2	0.576	12.052	10.242	1.234	12.05	18.07
	05-R3	0.576	11.884	10.123	1.185	11.71	17.56
	05-R4	0.576	11.383	9.617	1.190	12.37	18.55
	05-R5	0.576	10.137	8.531	1.030	12.07	18.10
	05-R6	0.576	13.037	11.142	1.319	11.84	17.76

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T5-35 DIAS 25/07/2018	05-R1	0.637	10.669	9.227	0.805	8.72	13.08
	05-R2	0.637	10.138	8.724	0.777	8.91	13.37
	05-R3	0.637	10.031	8.777	0.617	7.03	10.54
	05-R4	0.637	10.192	8.843	0.712	8.06	12.08
	05-R5	0.637	11.142	9.625	0.880	9.14	13.71
	05-R6	0.637	9.149	7.842	0.670	8.54	12.81

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T5-53 DIAS 12/08/2018	05-R1	0.576	14.175	12.906	0.693	5.37	8.06	1634.61
	05-R2	0.592	15.350	13.972	0.786	5.62	8.44	1593.50
	05-R3	0.593	15.255	13.853	0.809	5.84	8.76	1558.09
	05-R4	0.58	13.008	11.712	0.716	6.11	9.17	1513.32
	05-R5	0.565	13.691	12.466	0.660	5.30	7.94	1647.34
	05-R6	0.589	10.974	9.791	0.594	6.07	9.10	1520.55

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T5-72 DIAS 31/08/2018	05-R1	0.592	10.448	8.851	1.005	11.36	17.04
	05-R2	0.592	10.090	8.502	0.996	11.71	17.57
	05-R3	0.592	11.327	9.584	1.151	12.01	18.01
	05-R4	0.592	10.638	8.976	1.070	11.92	17.88
	05-R5	0.592	10.040	8.431	1.017	12.06	18.09
	05-R6	0.592	12.041	10.273	1.176	11.45	17.17

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T5-98 DIAS 26/09/2018	05-R1	0.596	10.669	9.427	0.646	6.85	10.27
	05-R2	0.596	10.109	8.924	0.589	6.60	9.90
	05-R3	0.596	10.207	8.987	0.624	6.95	10.42
	05-R4	0.596	10.361	9.182	0.583	6.35	9.52
	05-R5	0.596	11.218	9.925	0.697	7.02	10.53
	05-R6	0.596	9.184	8.026	0.562	7.00	10.51

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T5-104 DIAS 02/10/2018	05-R1	0.576	14.175	12.906	0.693	5.37	8.06	1634.61
	05-R2	0.592	15.200	13.822	0.786	5.69	8.53	1583.19
	05-R3	0.593	15.135	13.783	0.759	5.51	8.26	1612.36
	05-R4	0.58	12.995	11.712	0.703	6.00	9.00	1531.21
	05-R5	0.565	13.691	12.466	0.660	5.30	7.94	1647.34
	05-R6	0.589	10.708	9.591	0.528	5.50	8.25	1613.37

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T5-125 DIAS 03/11/2018	05-R1	0.592	10.828	9.21	1.026	11.14	16.71
	05-R2	0.592	10.237	8.702	0.943	10.84	16.25
	05-R3	0.592	11.693	9.984	1.117	11.19	16.78
	05-R4	0.592	11.055	9.421	1.042	11.06	16.59
	05-R5	0.592	10.285	8.681	1.012	11.66	17.48
	05-R6	0.592	12.323	10.573	1.158	10.95	16.42

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)
T5-136 DIAS 13/11/2018	05-R1	0.632	10.879	9.427	0.820	8.70	13.04
	05-R2	0.632	10.369	8.924	0.813	9.11	13.67
	05-R3	0.632	10.380	8.987	0.761	8.47	12.70
	05-R4	0.632	10.546	9.082	0.832	9.16	13.73
	05-R5	0.632	11.339	9.825	0.882	8.98	13.47
	05-R6	0.632	9.330	8.026	0.672	8.37	12.55

Fuente: Elaboración Propia

	Muestra	Wpapel (gr)	Wsh+p (gr)	Wss (gr)	WH2O (gr)	Θg (%)	Θv (%)	Lamina (ml)
T5-153 DIAS 20/11/2018	05-R1	0.576	14.175	12.906	0.693	5.37	8.06	1634.61
	05-R2	0.592	15.275	13.922	0.761	5.46	8.19	1619.96
	05-R3	0.593	15.135	13.783	0.759	5.51	8.26	1612.36
	05-R4	0.58	12.982	11.712	0.690	5.89	8.84	1549.07
	05-R5	0.565	13.691	12.466	0.660	5.30	7.94	1647.34
	05-R6	0.589	10.974	9.791	0.594	6.07	9.10	1520.55

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 17. Volumen de riego aplicado durante el estudio

RESUMEN DEL AGUA APLICADA EN RIEGO									
TRATAMIENTOS	VOL. RIEGO (m3/Ha)	RIEGO TOTAL (L/Planta)	1er RIEGO (ml)	2do RIEGO (ml)	3er RIEGO (ml)	4to RIEGO (ml)	5to RIEGO (ml)	6to RIEGO (ml)	7mo RIEGO (ml)
T1	446.55	10.18	1118.57	1436.48	1537.69	1446.047	1538.8	1536	1567.72
T2	331.45	7.56	1318.57	1579.31	1566.07	1561.28	1531.81		
T3	335.55	7.65	1418.57	1538.58	1583.89	1569.00	1540.40		
T4	273.85	6.24	1518.57	1550.23	1565.94	1608.95			
T5	280.59	6.40	1618.57	1577.90	1603.68	1597.32			

Fuente: Elaboración Propia

## IX. PANEL FOTOGRÁFICO

*Foto 1.* Desinfección del suelo con formol



*Foto 2.* Desinfección del suelo



**Foto 3.** Peso del Polímero “lluvia sólida”



**Foto 4.** Polímero “lluvia sólida” adicionado con agua



**Foto 5.** Identificación de las bolsas, por tratamientos y repeticiones.



**Foto 6.** Primer riego



**Foto 7.** Siembra de plantines de fresa



**Foto 7.** Instalación del Tanque evaporímetro tipo A



**Foto 8.** Control en el cultivo de fresa, aplicando benlate



**Foto 9.** Instalación del tensiómetro



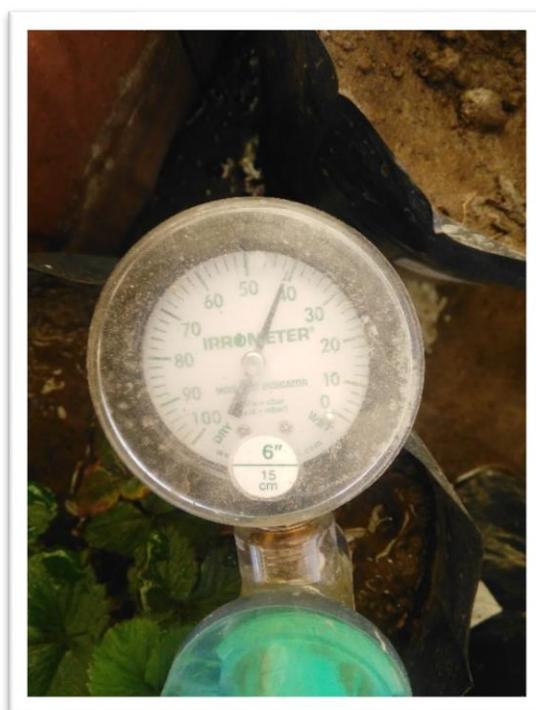
**Foto 10.** Peso de muestra de suelo para determinar la humedad gravimétrica



**Foto 11.** Control sanitario y lectura del tanque evaporímetro tipo “A”



**Foto 12.** Lectura del tensiómetro marcando 40 cb.



*Foto 13.* Revisión de frutos



*Foto 14.* Peso de frutos





*Foto 15.* Revisión de frutos

