

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**EVALUACIÓN TÉCNICA DE UN ASPERSOR AUTOCOMPENSADO**

**MATÍAS LUCIANO ÓRDENES VÁSQUEZ**

PROYECTO DE TÍTULO  
PRESENTADO A LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA AGRÍCOLA DE LA  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN,  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AGRÍCOLA.

**CHILLÁN – CHILE**

**2025**

**EVALUACIÓN TÉCNICA DE UN ASPERSOR AUTOCOMPENSADO**

Aprobado por:

Luis Octavio Lagos Roa  
Ingeniero Civil Agrícola, Ph. D.  
Profesor Titular

---

Profesor Guía

Jerónimo Paredes Cáceres  
Licenciado en Matemática, Dr.  
Profesor Asociado

---

Profesor Asesor

Camilo Souto Escalona  
Ingeniero Civil Agrícola, Dr.  
Profesor Asociado

---

Profesor Asesor

José Luis Arumí  
Ingeniero Civil, Ph.D.  
Profesor Titular

---

Director de Departamento

María Eugenia González Rodríguez  
Ingeniera Agrónoma, Ph. D.  
Profesor Asociado

---

Decana

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento al Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM) por haberme otorgado la beca que hizo posible la realización de esta tesis. Su apoyo no solo facilitó los recursos necesarios para mi investigación, sino que también me brindó la oportunidad de formar parte de una comunidad académica comprometida con la gestión y sostenibilidad de los recursos hídricos.

Agradezco de corazón a mi familia, cuya presencia y apoyo incondicional han sido fundamentales en cada etapa de este camino. A mis padres, por enseñarme el valor del esfuerzo y por estar siempre a mi lado, brindándome su amor y su guía. A mi hermana, quien no solo compartió conmigo palabras de ánimo en los momentos difíciles, sino que también me guió en este proyecto, ayudándome con aspectos clave de esta tesis.

A mis compañeros de carrera, quienes hicieron de este viaje académico una experiencia enriquecedora y llena de aprendizajes compartidos. Juntos superamos desafíos y celebramos logros, demostrando el poder del trabajo en equipo.

Finalmente, agradezco a Dios, el cual me ha ayudado durante todo el transcurso de mi carrera y me ha dado la inteligencia necesaria para poder hacer la tesis y poder sacar mi carrera al día.

## ÍNDICE DE MATERIAS

		Página
RESUMEN.....		1
SUMMARY.....		3
1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	OBJETIVOS.....	9
2.1	Objetivo general.....	9
2.2	Objetivos específicos.....	9
3	ANTECEDENTES GENERALES.....	10
3.1	Aspersor de estudio.....	10
3.2	Sitio de estudio.....	12
4	METODOLOGÍA.....	14
4.1	Ecuaciones.....	14
4.1.1	Cálculo de caudal.....	14
4.1.2	Cálculo Precipitación.....	14
4.1.3	Cálculo de tasa de aplicación.....	15
4.1.4	Uniformidad de riego.....	15
4.2	Evaluación de la curva característica de descarga del aspersor.....	17
4.2.1	Presiones evaluadas.....	17
4.2.2	Regulación y medición de la presión entrante.....	17
4.2.3	Determinación del caudal.....	17
4.3	Evaluación de la curva de distribución de la tasa de aplicación del aspersor.....	18
4.3.1	Presiones evaluadas.....	18
4.3.2	Regulación y medición de la presión entrante.....	19
4.3.3	Distribución de la tasa de aplicación y determinación de la precipitación aplicada por el aspersor.....	19
4.4	Evaluación de la uniformidad del riego.....	21
4.4.1	Presión evaluada.....	22
4.4.2	Regulación y medición de la presión entrante.....	22
4.4.3	Marco de espaciamiento.....	23
4.4.4	Variables meteorológicas.....	25
4.4.5	Obtención del coeficiente de uniformidad de Christiansen (CUc) y uniformidad de distribución de Merriam y Keller (UD).....	26
4.4.6	Curvas de nivel y mapas 3D .....	28
5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	29
5.1	Resultados curva presión – caudal.....	29

		Página
5.2	Resultados curva de distribución del aspersor .....	31
5.3	Resultados de la uniformidad del riego .....	34
6	CONCLUSIÓN .....	40
7	LITERATURA CITADA.....	42
8	ANEXOS Y APÉNDICES.....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Escala de valoración para el coeficiente de uniformidad de Christiansen (CUc) y uniformidad de distribución (UD)	16
Tabla 2	Alcance radial del aspersor con respecto al rango de presión recomendado por el fabricante. (Nelson Irrigation Corporation, 2023).....	31
Tabla 3	Valoración del coeficiente de uniformidad de Christiansen (CUc) y la uniformidad de distribución de Merriam y Keller (UD), para cada prueba.....	34
Tabla 4	Promedio del coeficiente de uniformidad de Christiansen (CUc) y de la uniformidad de distribución de Merriam y Keller (UD) para cada marco de espaciamiento.....	35
Tabla 5	Rendimiento aspersor R2000FX. (Nelson Irrigation Corporation, 2023) .....	43
Tabla 6	Primera prueba presión caudal 0,5 bar.....	44
Tabla 7	Primera prueba presión caudal 1 bar.....	44
Tabla 8	Primera prueba presión caudal 1,5 bar.....	44
Tabla 9	Primera prueba presión caudal 2 bar.....	45
Tabla 10	Primera prueba presión caudal 2,5 bar.....	45
Tabla 11	Primera prueba presión caudal 3 bar.....	45
Tabla 12	Segunda prueba presión caudal 0,5 bar.....	46
Tabla 13	Segunda prueba presión caudal 1 bar.....	46
Tabla 14	Segunda prueba presión caudal 1,5 bar.....	46
Tabla 15	Segunda prueba presión caudal 2 bar.....	47
Tabla 16	Segunda prueba presión caudal 2,5 bar.....	47
Tabla 17	Segunda prueba presión caudal 3 bar.....	47
Tabla 18	Distancia acumulada (X), volumen de agua captado por el vaso (V) para cada repetición (R1, R2, R3) y tasa de aplicación (TA), para la curva de distribución a 1 bar de presión.....	48
Tabla 19	Distancia acumulada (X), volumen de agua captado por el vaso (V) para cada repetición (R1, R2, R3) y tasa de aplicación (TA), para la curva de distribución a 1,5 bar de presión.....	49

	Página	
Tabla 20	Distancia acumulada (X), volumen de agua captado por el vaso (V) para cada repetición (R1, R2, R3) y tasa de aplicación (TA), para la curva de distribución a 2 bar de presión.....	50
Tabla 21	Distancia acumulada (X), volumen de agua captado por el vaso (V) para cada repetición (R1, R2, R3) y tasa de aplicación (TA), para la curva de distribución a 2,5 bar de presión.....	51
Tabla 22	Distancia acumulada (X), volumen de agua captado por el vaso (V) para cada repetición (R1, R2, R3) y tasa de aplicación (TA), para la curva de distribución a 3 bar de presión.....	52
Tabla 23	Valores obtenidos uniformidad de riego marco 10x10 m prueba 1, con una evaporación de 1 mL.....	53
Tabla 24	Valores obtenidos uniformidad de riego marco 10x10 m prueba 2, con una evaporación de 2 mL.....	56
Tabla 25	Valores obtenidos uniformidad de riego marco 10x10 m prueba 3, con una evaporación de 2 mL.....	59
Tabla 26	Valores obtenidos uniformidad de riego marco 12x12 m prueba 1, con una evaporación de 1 mL.....	62
Tabla 27	Valores obtenidos uniformidad de riego marco 12x12 m prueba 2, con una evaporación de 2 mL.....	66
Tabla 28	Valores obtenidos uniformidad de riego marco 12x12 m prueba 3, con una evaporación de 1 mL.....	70
Tabla 29	Valores obtenidos uniformidad de riego marco 12x9 m prueba 1, con una evaporación de 2 mL.....	74
Tabla 30	Valores obtenidos uniformidad de riego marco 12x9 m prueba 2, con una evaporación de 3 mL.....	77
Tabla 31	Valores obtenidos uniformidad de riego marco 12x9 m prueba 3, con una evaporación de 2 mL.....	80
Tabla 32	Valores obtenidos uniformidad de riego marco 9x9 m prueba 1, con una evaporación de 2 mL.....	83
Tabla 33	Valores obtenidos uniformidad de riego marco 9x9 m prueba 2, con una evaporación de 3 mL.....	86
Tabla 34	Valores obtenidos uniformidad de riego marco 9x9 m prueba 3, con una evaporación de 3 mL.....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Aspersor Nelson R2000FX, con plato azul y boquilla 2,0 GMP (Fuente: Elaboración Propia) .....	11
Figura 2	Diagrama de un aspersor instalado (Fuente: Elaboración Propia) .....	12
Figura 3	Imagen satelital de la ubicación de las zonas de estudio ( <i>Fuente: Google earth</i> ) .....	13
Figura 4	Proceso del llenado del balde con el caudal del aspersor, en el Laboratorio de Recursos Hídricos. (Fuente: elaboración propia).....	18
Figura 5	Obtención curva de distribución, en el Laboratorio de Recursos Hídricos (Fuente: Elaboración Propia).....	21
Figura 6	Ejemplo de disposición de aspersores que afectan la zona de estudio, y disposición de tuberías. ( <i>Fuente: Elaboración propia</i> ).....	24
Figura 7	Ejemplo de disposición de vasos captadores para un marco de 12 m x 12 m. ( <i>Fuente: Elaboración propia</i> )....	25
Figura 8	Prueba de uniformidad realizada en el terreno adyacente al Laboratorio de Recursos Hídricos. ( <i>Fuente: elaboración propia</i> ).....	27
Figura 9	Curva caudal (Q) vs presión (P) del aspersor Nelson R2000FX. ( <i>Fuente: Elaboración propia</i> ).....	30
Figura 10	Tasa de aplicación de agua (Ta) vs distancia (X), para un rango de presiones entre 1 - 3 bar, con 3 repeticiones para cada presión.....	32
Figura 11	Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 10x10 m en la prueba 3. (Fuente: elaboración propia).....	36
Figura 12	Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 9x9 m en la prueba 2. ( <i>Fuente: elaboración propia</i> ).....	37
Figura 13	Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 10x10 m en la prueba 1. ( <i>Fuente: elaboración propia</i> ).....	92
Figura 14	Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 10x10 m en la prueba 2. ( <i>Fuente: elaboración propia</i> ).....	93
Figura 15	Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 12x12 m en la prueba 1. ( <i>Fuente: elaboración propia</i> ).....	94

	Página
Figura 16 Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 12x12 m en la prueba 2. ( <i>Fuente: elaboración propia</i> ).....	95
Figura 17 Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 12x12 m en la prueba 3. ( <i>Fuente: elaboración propia</i> ).....	96
Figura 18 Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 12x9 m en la prueba 1. ( <i>Fuente: elaboración propia</i> ).....	97
Figura 19 Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 12x9 m en la prueba 2. ( <i>Fuente: elaboración propia</i> ).....	98
Figura 20 Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 12x9 m en la prueba 3. ( <i>Fuente: elaboración propia</i> ).....	99
Figura 21 Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 9x9 m en la prueba 1. ( <i>Fuente: elaboración propia</i> ).....	100
Figura 22 Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 9x9 m en la prueba 3. ( <i>Fuente: elaboración propia</i> ).....	101

**ÍNDICE DE ECUACIONES**

	Página
Ecuación 1. Cálculo de caudal.....	14
Ecuación 2. Cálculo precipitación.....	14
Ecuación 3. Cálculo de tasa de aplicación.....	15
Ecuación 4. Coeficiente de uniformidad de Christiansen.....	15
Ecuación 5. Uniformidad de distribución de Merriam y Keller .....	16

# EVALUACIÓN TÉCNICA DE UN ASPERSOR AUTOCOMPENSADO

## TECHNICAL EVALUATION OF A PRESSURE COMPENSATED SPRINKLER

**Palabras claves:** uniformidad de riego, tasa de aplicación, curva presión-caudal, eficiencia hídrica, riego por aspersión.

### RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo evaluar técnicamente el desempeño del aspersor autocompensado Nelson R2000FX. Específicamente se evaluó el coeficiente de uniformidad, la curva característica de descarga y la curva de distribución de la tasa de aplicación. Para ello, se realizaron pruebas experimentales en el Laboratorio de Recursos Hídricos de la Universidad de Concepción, utilizando configuraciones específicas de presión: entre 0,5 y 3 bar para la obtención de la curva característica, y de 1 a 3 bar para la curva de distribución. Asimismo, se evaluó la uniformidad de riego en diferentes marcos de espaciamiento (9x9, 10x10, 12x9 y 12x12 m), buscando las condiciones óptimas de operación del aspersor. Los resultados mostraron que el aspersor mantiene un caudal constante dentro del rango de presión recomendado (1,5 - 2,5 bar), con una variación promedio del 1,5% respecto a los valores entregados por fabricante. Los resultados indicaron que las presiones de 1,5 y 2 bar son las óptimas para obtener una buena uniformidad de riego, mientras

que los coeficientes de Christiansen (CUc) y Merriam y Keller (UD) fueron más altos en marcos de espaciamiento reducidos, como 9x9 y 12x9 m, debido a un mayor traslape entre aspersores. Este estudio confirma que el aspersor Nelson R2000FX es un emisor eficiente y sostenible para el manejo hídrico agrícola, destacándose por su capacidad de operación a bajas presiones y por contribuir a la optimización de los recursos Hídricos.

## TECHNICAL EVALUATION OF A PRESSURE COMPENSATED SPRINKLER

**Keywords:** irrigation uniformity, application rate, pressure-flow curve, water efficiency, sprinkler irrigation.

### SUMMARY

The purpose of this thesis is to technically evaluate the performance of the Nelson R2000FX self-compensating sprinkler. Specifically, the uniformity coefficient, the discharge characteristic curve and the application rate distribution curve were evaluated. To this end, experimental tests were carried out at the Water Resources Laboratory of the University of Concepción, using specific pressure settings: between 0.5 and 3 bar to obtain the characteristic curve, and from 1 to 3 bar for the distribution curve. Likewise, irrigation uniformity was evaluated in different spacing frames (9x9, 10x10, 12x9 and 12x12 m), seeking the optimal operating conditions of the sprinkler. The results showed that the sprinkler maintains a constant flow rate within the recommended pressure range (1.5 - 2.5 bar), with an average variation of 1.5% with respect to the values provided by the manufacturer. The results indicated that pressures of 1.5 and 2 bar are optimal for obtaining good irrigation uniformity, while the Christiansen (CUc) and Merriam and Keller (UD) coefficients were higher in reduced spacing frames, such as 9x9 and 12x9 m, due to a greater overlap between sprinklers. This study confirms that the

Nelson R2000FX sprinkler is an efficient and sustainable emitter for agricultural water management, standing out for its capacity to operate at low pressures and for contributing to the optimization of water resources.

## 1. INTRODUCCIÓN

La agricultura desempeña un papel fundamental en la economía de numerosos países en desarrollo, siendo un pilar clave en la generación de ingresos, empleo y, sobre todo, en la seguridad alimentaria (FAO,2006). En todo el mundo, el empleo de los recursos hídricos y su gestión han sido un factor esencial para elevar la productividad de la agricultura y asegurar una producción previsible. El agua es fundamental para maximizar los rendimientos agrícolas, al permitir que otros factores de producción trabajen de manera efectiva, aprovechando así el máximo potencial de la tierra (IICA,2021). En la actualidad, con el aumento de la población y el cambio climático, la gestión sostenible de los recursos hídricos se ha convertido en una prioridad global.

En Chile, a excepción del 2023, presenta un decrecimiento de las precipitaciones en la macrozona Centro-Sur de Chile, las cuales oscilan entre 100 y 400 mm en los últimos 10 años (CNR, 2023), lo que representa un escenario de disminución de la disponibilidad de agua y por ende una disminución de los recursos hídricos para el riego. En este contexto, el desarrollo y la implementación de sistemas de riego eficientes y sostenibles son cruciales para mejorar la productividad agrícola y garantizar la seguridad alimentaria en el país.

Dentro de los sistemas de riego más utilizados en Chile se encuentra el riego superficial, el cual abarca un 41% de la superficie regada en Chile, mientras que los riegos por aspersión y localizado (microriego) abarcan el 17% y 42%, respectivamente (INE,2021).

De estos sistemas, el riego por aspersión se caracteriza por aplicar el agua como si fuera lluvia (INIA,2001) pulverizando y/o distribuyendo el agua mediante boquillas, difusores y/o platos rotatorios. En Chile, los tipos de aspersión más ocupados son: Riego por aspersión mediante pivote central-avance frontal, el cual abarca un 55% del total, seguido por el riego por carrete con un 18%, aspersión móvil con 15%, aspersión por tazas con 8% y aspersión por cobertura total con un 4% (INE,2021).

En Chile las regiones con mayor superficie de riego por aspersión son: La Región del Maule, representando un 13,0%, La Región de Los Ríos con un 13,3%, La Región de la Araucanía con un 16,7%, La Región de Ñuble con un 19,4% y la región con mayor cobertura, la Región del Biobío con un 19,8% (INE,2021).

Un concepto fundamental en el diseño y operación de sistemas de riego es la uniformidad de distribución (UD). La UD se refiere a la capacidad de un sistema de riego para distribuir el agua de manera uniforme sobre el área de cultivo, asegurando que todas las plantas reciban la cantidad adecuada para su crecimiento y desarrollo óptimos.

Otro concepto fundamental es el espaciamiento de aspersores, lo cual afecta la UD del agua en el campo. El espaciamiento adecuado de los aspersores garantiza una cobertura óptima del área de riego, minimizando las zonas secas o sobre irrigadas.

Además, para comprender en su mayoría un sistema de riego, es importante analizar la curva de distribución de un aspersor. Esta curva describe la distribución espacial del agua rociada por un aspersor en función de la distancia desde el aspersor hasta el punto más lejano regado. Comprender la curva de distribución de un aspersor es esencial para determinar su eficiencia y hacer ajustes adecuados en el diseño del sistema de riego como por ejemplo en el marco de espaciamiento.

La tecnología aplicada al riego evoluciona rápidamente, con el objetivo de optimizar factores clave como la UD del agua, la eficiencia en su aplicación y la sostenibilidad de los recursos; y dentro de estos avances destacan los aspersores autocompensados, una innovación significativa en sistemas de riego. Estos dispositivos están diseñados para mantener un caudal constante dentro de un rango de presiones, lo que los hace ideales para terrenos con pendientes o desniveles pronunciados; ya que garantiza un flujo uniforme, contribuyendo a mejorar la distribución del agua, maximizando su aprovechamiento y promoviendo un uso más eficiente y sostenible de los recursos hídricos en los cultivos.

En la presente tesis, se evaluará un aspersor autocompensado marca Nelson modelo Rotator R2000FX, el cual posee una presión de funcionamiento óptima de 1,5 - 2,5 bar de acuerdo con el fabricante. El interés por evaluar este aspersor radica en su capacidad para mantener un caudal constante dentro de este rango de presión, a diferencia de los aspersores convencionales que operan a presiones superiores a 2,5 bar y no regulan el caudal, lo que lo posiciona como una alternativa más eficiente en términos de consumo energético y distribución de agua.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Evaluar técnicamente un aspersor autocompensado marca Nelson modelo R2000FX.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Evaluar la curva de distribución de la tasa de aplicación del aspersor Nelson R2000FX entre 1– 3 bar en el laboratorio de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola.
- Evaluar la curva característica de descarga del aspersor en un rango de presiones entre 0,5 - 3 bar.
- Evaluar el coeficiente de uniformidad de Christiansen y la uniformidad de distribución de Merriam y Keller para 4 diferentes marcos de aspersión: 9 x 9 m, 10 x 10 m, 12 x 9 m y 12 x 12 m.

### **3.ANTECEDENTES GENERALES**

#### **3.1 Aspersor en estudio**

El aspersor en estudio es de la marca Nelson, modelo R2000FX (Figura 1 y 2), de plato azul, equipado con una boquilla de 2 GPM. Este aspersor se destaca por su capacidad de operar a bajas presiones de funcionamiento y su amplio radio de mojamiento, con un rango de presiones recomendado entre 1,5 bar y 2,5 bar, y un alcance de hasta 11 m.

Una de sus principales características es que el Nelson R2000FX cuenta con boquillas autocompensadas, lo que garantiza un caudal constante en el rango de presiones recomendado, resultando especialmente adecuado para terrenos inclinados; además, su diseño y estructura están optimizados para prevenir el taponamiento y reducir el desgaste, dado que no dispone de partes móviles expuestas a la presión, lo que aumenta su durabilidad y eficiencia en el riego.

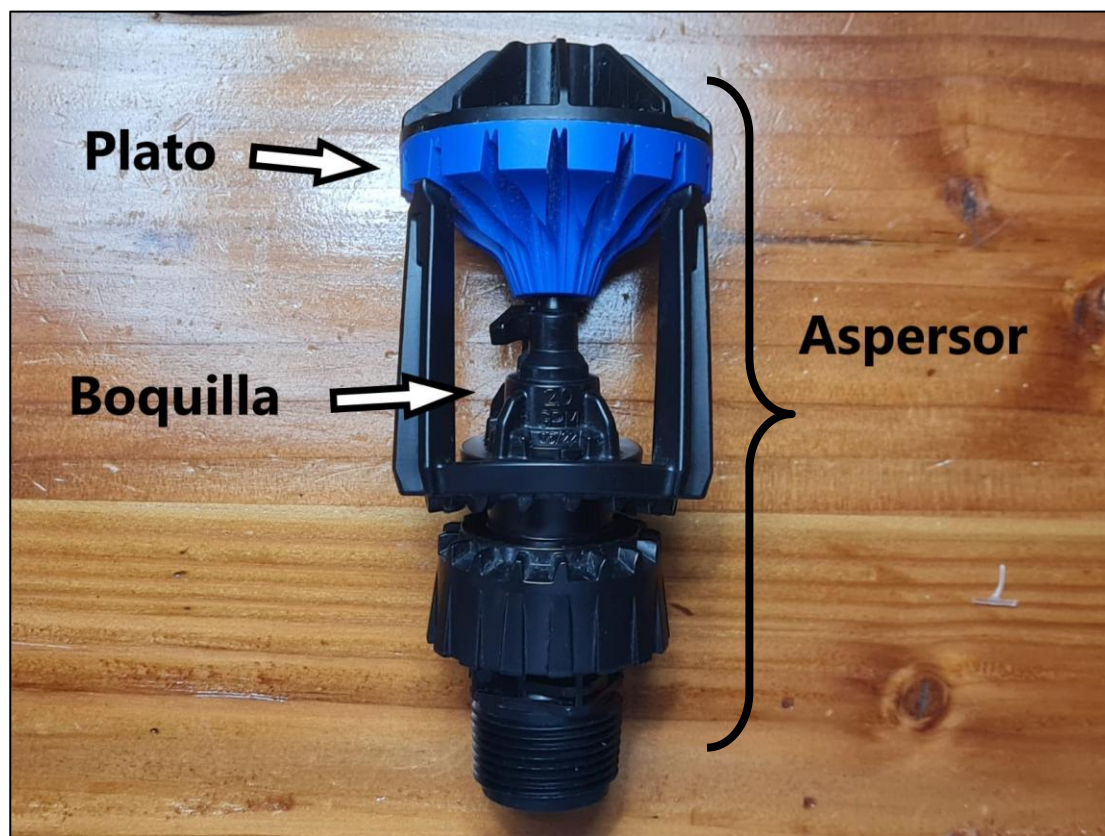


Figura 1. Aspersor Nelson R2000FX, con plato azul y boquilla de 2 GMP  
(Fuente: *Elaboración Propia*).

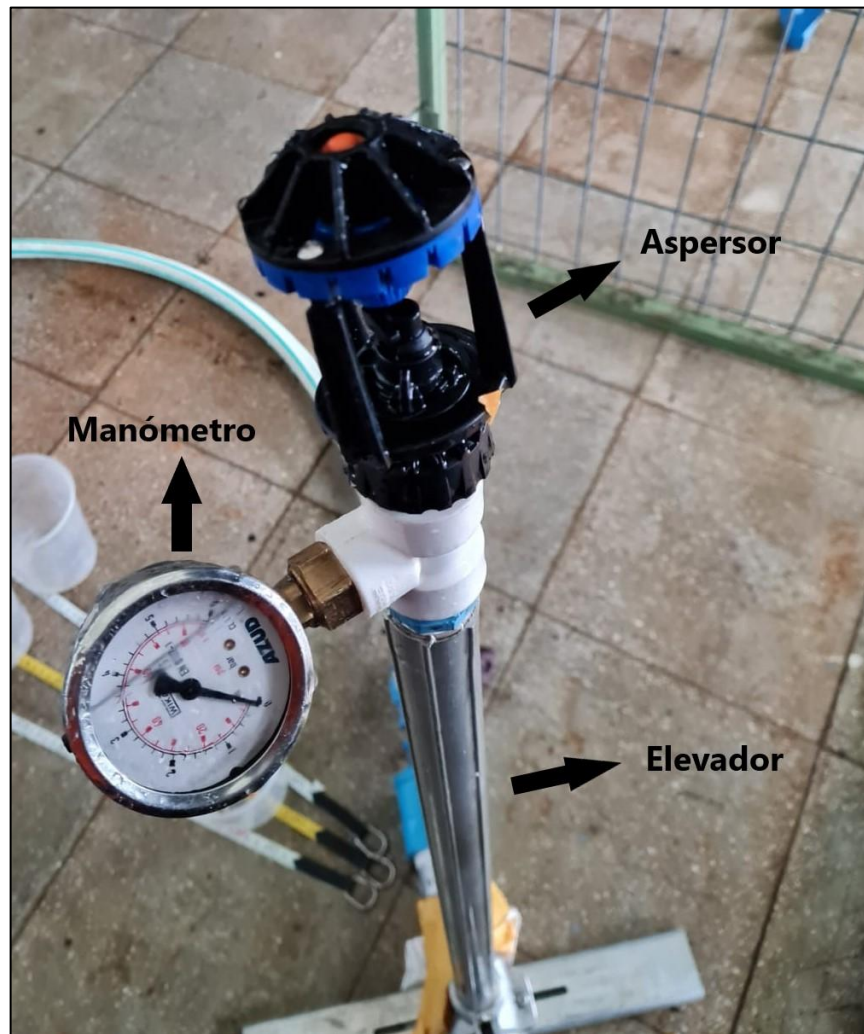


Figura 2. Diagrama de un aspersor instalado (*Fuente: Elaboración Propia*).

### 3.2 Sitio de estudio

La evaluación del aspersor fue realizada en el Laboratorio de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción, campus Chillán, como también en el predio experimental adyacente a dicho laboratorio (Figura 3), donde se evaluaron los diferentes marcos de aspersión.



Figura 3. Imagen satelital de la ubicación de las zonas de estudio (*Fuente: Google earth*).

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Ecuaciones

#### 4.1.1 Cálculo de caudal

Para el cálculo del caudal del aspersor se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{V}{T} \quad \text{[Ecuación 1]}$$

Donde:

$Q$  = Caudal ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ )

$V$  = Volumen captado por un balde ( $\text{m}^3$ )

$T$  = Tiempo de llenado del balde (s)

#### 4.1.2 Cálculo precipitación

Para calcular la precipitación obtenida en cada vaso captador se utilizó la siguiente ecuación:

$$PP = \frac{V}{1000 * A} \quad \text{[Ecuación 2]}$$

Donde:

$PP$  = Precipitación (mm)

$V$  = Volumen captado por el vaso ( $\text{cm}^3$ )

$A$  = Área de la boca del vaso ( $\text{m}^2$ )

### 4.1.3 Cálculo de tasa de aplicación

Para calcular la tasa de aplicación obtenida en cada vaso se utilizó la siguiente fórmula:

$$Ta = \frac{PP}{t} \quad \text{[Ecuación 3]}$$

Ta= Tasa de aplicación (mm h<sup>-1</sup>)

PP= Precipitación (mm)

t = tiempo de riego (h)

### 4.1.4 Uniformidad de riego

Para determinar la uniformidad del riego se utilizó el coeficiente de uniformidad de Christiansen (ISO,1990), la cual dice:

$$CUC = \left( 1 - \frac{\sum |h_i - h_m|}{N * h_m} \right) * 100 \quad \text{[Ecuación 4]}$$

Donde:

CUC = Coeficiente de uniformidad de Christiansen (%)

$h_i$  = Lecturas individuales de cada colector (mm)

$h_m$  = Promedio de lecturas (mm)

N = Número de lecturas.

Asimismo, se utilizó la Uniformidad de distribución (UD) de Merriam y Keller (USU, 1978), la cual se presenta a continuación:

$$UD = I_{25} * I_Y^{-1} \quad \text{[Ecuación 5]}$$

Donde:

$UD$  = Uniformidad de distribución de Merriam y Keller (cuarto menor)

$I_{25}$  = Promedio de las alturas infiltradas en el 25% del área de menor infiltración ( $mm$ )

$I_Y$  = Promedio de las alturas infiltradas en toda el área evaluada ( $mm$ )

Para clasificar el coeficiente de uniformidad de Christiansen (CUc) y uniformidad de distribución (UD), se empleó la escala de valoración presentada en la Tabla 1.

Tabla 1. Escala de valoración para el coeficiente de uniformidad de Christiansen (CUc) y uniformidad de distribución (UD)

Clasificación	CUc (%)	UD (%)
Excelente	> 90	> 85
Buena	80-90	80-85
Regular	70-80	70-80
Pobre	< 70	< 70

Fuente: Universidad de Chile (2011).

## **4.2 Evaluación de la curva característica de descarga del aspersor**

### **4.2.1 Presiones evaluadas**

Para la obtención de la curva característica de descarga del aspersor, se evaluó el caudal del aspersor a 6 presiones (0,5 - 1,0 – 1,5 – 2,0 – 2,5 – 3,0 bar), de tal manera de abarcar las presiones recomendadas por el fabricante y las necesarias para formar la curva, a fin de verificar si el aspersor mantiene un caudal constante dentro de su rango de operación, confirmando así su funcionalidad como dispositivo autocompensado.

### **4.2.2 Regulación y medición de la presión entrante**

Para garantizar que las presiones aplicadas fuesen precisas, se utilizó una válvula de paso ubicada entre la bomba y el aspersor, permitiendo un control adecuado del flujo de agua; además, se usó un manómetro instalado entre el elevador y el aspersor para verificar visualmente la presión entrante antes de cada prueba.

### **4.2.3 Determinación del caudal**

El caudal del aspersor fue determinado mediante la realización de dos pruebas (o repeticiones) para cada nivel de presión indicado en el apartado 4.2.1.

El procedimiento consistió en operar el aspersor y utilizar su flujo para llenar un balde con capacidad de 22,5 L, registrando el tiempo requerido para

completarlo (Figura 4). Finalmente, el cálculo del caudal se realizó utilizando los valores medidos de volumen y tiempo, aplicando la Ecuación 1.



Figura 4. Medición del caudal del aspersor, en el Laboratorio de Recursos Hídricos (*Fuente: elaboración propia*).

### **4.3 Evaluación de la curva de distribución de la tasa de aplicación del aspersor**

#### **4.3.1 Presiones evaluadas**

Para la obtención de la curva de distribución del aspersor, se evaluó la tasa de aplicación de agua a cinco presiones diferentes (1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 bar),

realizando tres repeticiones para cada una de ellas. Este análisis permitió determinar la distribución del agua a lo largo del radio de alcance del aspersor, identificando cómo se distribuye el caudal dentro de su zona de cobertura. Asimismo, se evaluó la distancia máxima de mojadura alcanzada por el aspersor en cada nivel de presión, proporcionando información clave para analizar su rendimiento y uniformidad.

#### **4.3.2 Regulación y medición de la presión entrante**

Para asegurar que las presiones de operación fueran las correctas, se siguió el mismo procedimiento descrito en el apartado 4.2.2.

#### **4.3.3 Distribución de la tasa de aplicación y determinación de la precipitación aplicada por el aspersor.**

Para determinar la tasa de aplicación y medir la precipitación aplicada, se realizaron pruebas experimentales en el laboratorio de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción.

Dichas pruebas se realizaron en condiciones ideales (sin influencia o con baja presencia de viento), ubicando al aspersor evaluado sobre un elevador de 70 cm de altura, dentro de una cobertura de malla raschell de tal manera de asperjar solo la línea de vasos, y desde este punto, se instalaron tres líneas de vasos recolectores (una por cada repetición) con las siguientes especificaciones:

- Espaciado entre vasos: 50 cm.
- Longitud de cada línea de vasos: 12 m.
- Diámetro superior de cada vaso: 11 cm.

Una vez situados los materiales de acuerdo con las condiciones mencionadas (Figura 5), se operó el sistema (aspersor) durante aproximadamente 2 horas, para asegurar una lámina de agua medible; no obstante, el tiempo de operación del aspersor fue variable, ya que, al cumplirse las dos horas de funcionamiento, se permitió un tiempo adicional para que el aspersor completara su ciclo de rotación y regresara a su posición inicial.

Finalmente, se midió la cantidad de agua entregada por el aspersor en cada vaso receptor, para determinar la precipitación (mediante la Ecuación 2), y por consecuencia, calcular la tasa de aplicación a diferentes distancias del alcance del aspersor (mediante la Ecuación 3).



Figura 5. Obtención curva de distribución, en el Laboratorio de Recursos Hídricos (*Fuente: Elaboración Propia*).

#### 4.4 Evaluación de la uniformidad del riego

El coeficiente de uniformidad de Christiansen (CUc) y uniformidad de distribución de Merriam y Keller (UD), son parámetros esenciales en las pruebas de riego en terreno, ya que permiten analizar tanto la eficiencia como

la equidad en la distribución del agua. Un CUc alto indica una distribución uniforme, lo que previene zonas con exceso o falta de agua, optimizando el uso de los recursos hídricos y mejorando el rendimiento de los cultivos. Por otro lado, el coeficiente de Merriam y Keller destaca las diferencias en la distribución de agua entre las zonas más mojadas y secas, permitiendo identificar posibles fallas en el sistema, como obstrucciones o desajustes en la presión, y realizar ajustes necesarios para mejorar la eficiencia del riego.

#### **4.4.1 Presión evaluada**

Se determinó el CUc y UD para diferentes marcos de espaciamiento a una presión de 2 bar, la cual está dentro del rango recomendado por el fabricante (1,5 - 2,5 bar). Cada prueba incluyó tres repeticiones de una hora de duración, monitoreando la presión de entrada tanto en el aspersor más cercano a la bomba como en el más lejano, asegurando así que no se presentarán variaciones significativas de presión durante los ensayos.

#### **4.4.2 Regulación y medición de la presión entrante**

Para asegurar que la presión de operación fuera la correcta, se siguió el mismo procedimiento descrito en el apartado 4.2.2.

#### 4.4.3 Marco de espaciamento

Los espaciamentos tendrán la disposición de aspersores y tuberías indicada en la Figura 6 donde se evaluarán las siguientes configuraciones:

- 9 m x 9 m: La distancia entre aspersores será de 9 m, y entre laterales de 9 m.
- 10 m x 10 m: La distancia entre aspersores será de 10 m, y entre laterales de 10 m.
- 12 m x 9 m: La distancia entre aspersores será de 12 m, y entre laterales de 9 m.
- 12 m x 12 m: La distancia entre aspersores será de 12 m, y entre laterales de 12 m.

Estas configuraciones tienen como objetivo simular un sistema de riego por aspersión convencional, garantizando un traslape adecuado entre los aspersores adyacentes en la zona de estudio. Para ello, se emplearon 12 aspersores, que eran los que influían directamente en dicha área, considerando que el radio de mojamiento es de 11 m, tal como se muestra en la Figura 6.

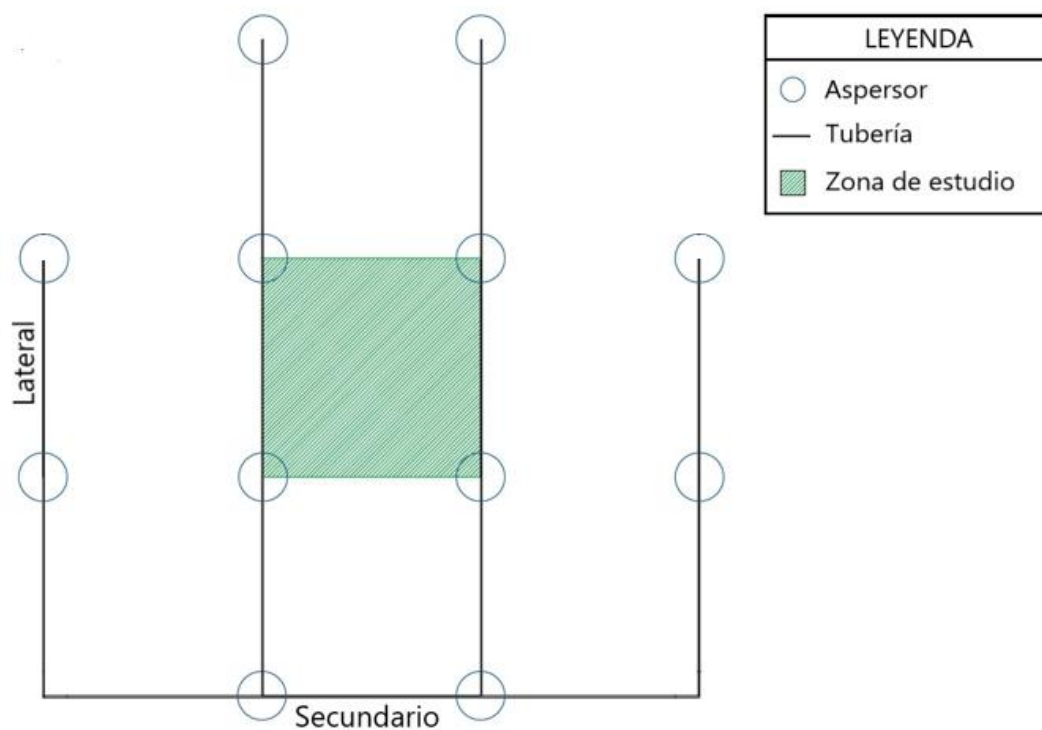


Figura 6. Ejemplo de disposición de aspersores que afectan la zona de estudio, y disposición de tuberías. (Fuente: *Elaboración propia*)

En la zona de estudio se instalaron vasos recolectores ubicados cada 1 m de distancia entre ellos y a 50 cm de los bordes de la zona de estudio tal como se muestra en la Figura 7, donde cada vaso se fijó con estacas de metal ubicadas a ras de suelo.

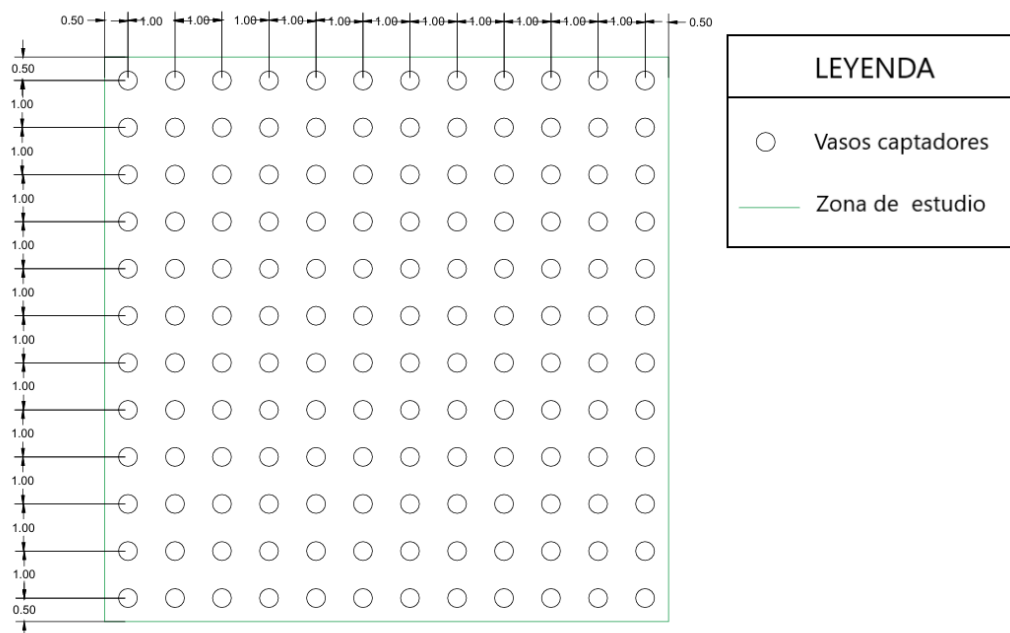


Figura 7. Ejemplo de disposición de vasos captadores para un marco de 12 m x 12 m. (Fuente: *Elaboración propia*)

#### 4.5.4 Variables meteorológicas

Para garantizar la precisión en la medición de la precipitación y la confiabilidad de los datos obtenidos, se considerarán dos parámetros clave: la velocidad del viento y la evaporación en la zona de estudio.

Para evaluar la evaporación, se utilizó un vaso al que se agregó un volumen arbitrario de agua al inicio de cada prueba. Este vaso se dejó expuesto durante la duración de la prueba (aproximadamente una hora) y, al finalizar, se midió el volumen remanente para determinar la cantidad de agua evaporada. El volumen evaporado se sumará a las mediciones obtenidas en los vasos recolectores para ajustar los resultados.

La velocidad del viento, por su parte, se obtuvo de los registros de la estación meteorológica de la Dirección General de Aguas (DGA) ubicada en el campus Chillán de la Universidad de Concepción. Estos datos permitieron analizar posibles influencias del viento en la uniformidad de la distribución del agua y corroborar la confiabilidad de las mediciones realizadas.

#### **4.4.5 Obtención del coeficiente de uniformidad de Christiansen (CUc) y uniformidad de distribución de Merriam y Keller (UD).**

Para determinar el CUc y el UD, se llevaron a cabo tres pruebas (o repeticiones) para cada configuración de espaciamiento, con una duración de una hora por prueba. Durante cada prueba, se dejó operar el sistema de riego, activando los aspersores en estudio para asperjar la zona de riego seleccionada. Al finalizar cada prueba, se midió el volumen de agua recolectado en cada vaso utilizando una probeta, asignando a cada vaso una coordenada específica en el área de estudio. Esta metodología permitió construir una grilla de datos, que incluyó tanto el volumen captado por los vasos como el volumen evaporado durante el ensayo, los cuales fueron convertidos en valores de precipitación utilizando la Ecuación 2, y con estos valores, se procedió al cálculo del CUc y el UD, aplicando las Ecuaciones 4 y 5, respectivamente.



Figura 8. Prueba de uniformidad realizada en el terreno adyacente al Laboratorio de Recursos Hídricos. (*Fuente: elaboración propia*)

#### **4.4.6 Curvas de nivel y mapas 3D**

Para generar las curvas de nivel de las láminas de agua recolectadas y los mapas 3D a partir de los datos de precipitación obtenidos en las pruebas de uniformidad, se utilizó el software Surfer. Este programa está diseñado para la visualización tridimensional, la generación de isolíneas y el modelado de superficies, siendo ampliamente utilizado en tareas como el modelado de terrenos en 3D, análisis batimétrico, visualización de paisajes, estudios de superficies, cartografía tridimensional, creación de mapas de curvas de nivel, generación de mallas y cálculo de volúmenes, entre otras aplicaciones.

En este caso, se empleó la grilla de datos de precipitación, la cual fue ingresada al programa Surfer para crear dos tipos de mapas. Por un lado, se generó un mapa de curvas de nivel que permite visualizar la distribución del agua en la zona de estudio. Por otro lado, se elaboró un mapa en 3D que facilita la interpretación de la uniformidad del riego, mostrando los desniveles superficiales y el grosor de la lámina de agua aplicada sobre el terreno. Estos mapas resultan fundamentales para analizar la eficiencia y uniformidad del sistema de riego en cuestión.

Para complementar el análisis, se generó un resumen visual que incluyeron los resultados de CUc y UD, junto con información sobre la velocidad y dirección del viento durante cada prueba, además de los mapas mencionados.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Resultados curva de descarga presión - caudal

El aspersor evaluado para el rango de presiones recomendado (1,5 – 2,5 bar) presenta un caudal dado por el fabricante de  $454 \text{ L h}^{-1}$ , lo que es similar a los resultados obtenidos en las pruebas, que se sitúan entre  $442$  y  $450 \text{ L h}^{-1}$  en dichas presiones (Figura 9). Estos valores son ligeramente inferiores a los proporcionados por el fabricante (1,5 % en promedio), esto podría deberse a que, al ingresar el agua a presión al balde, se formó rocío al impacto, lo que generó cierta pérdida por deriva.

En presiones superiores a las recomendadas (como 3 bar), el aspersor muestra un comportamiento lineal constante, manteniendo un caudal cercano al especificado por el fabricante. En cambio, al aplicar presiones inferiores a las recomendadas, se observa una disminución del caudal entregado. Aun así, a 1 bar de presión, la disminución fue del 8% en comparación con el valor especificado por el fabricante.

Con base en los datos obtenidos, se concluye que el aspersor es auto compensado, entregando un caudal promedio aproximado de  $447 \text{ L h}^{-1}$  en el rango de presiones 1,5 y 2,5 bar.

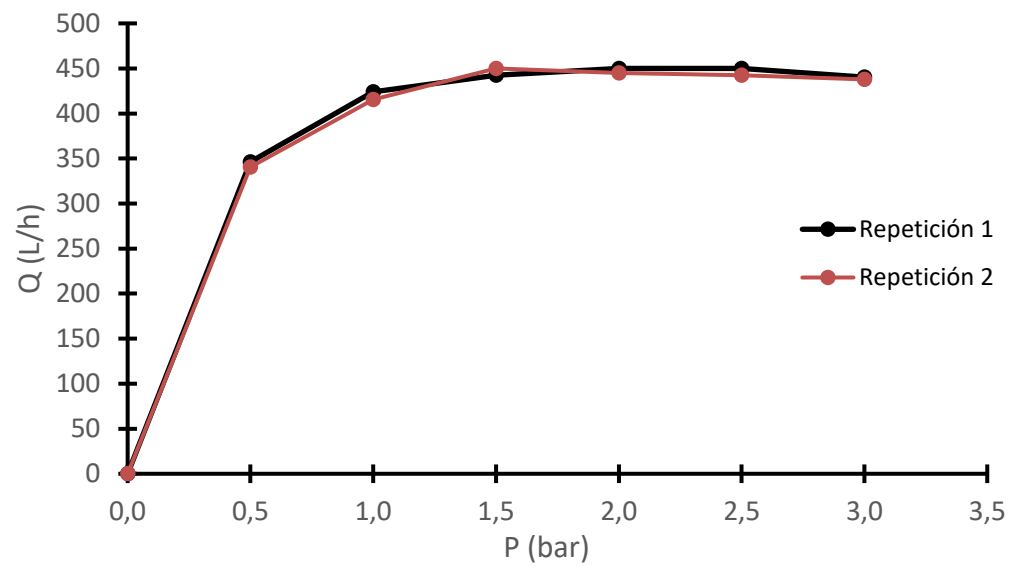


Figura 9: Curva caudal (Q) vs presión (P) del aspersor Nelson R2000FX.

(Fuente: Elaboración propia)

## 5.2 Resultados curva de distribución del aspersor

El aspersor evaluado dentro del rango de presión recomendado por el fabricante (1,5 - 2,5 bar) presenta resultados coherentes con las especificaciones indicadas tal como lo indica la Tabla 2, alcanzando consistentemente un radio de mojamiento de 11 m en las tres pruebas realizadas dentro de este rango.

Tabla 2. Alcance radial del aspersor con respecto al rango de presión recomendado por el fabricante. (Nelson Irrigation Corporation, 2023)

<b>Datos fabricante</b>		
Tipo de plato	Azul	
Caudal	454	$L h^{-1}$
Radio a 1,5 bar	11	$m$
Radio a 2 bar	11	$m$
Radio a 2,5 bar	10,7	$m$

Sin embargo, al operar a presiones superiores, como 3 bar, se observó una reducción del radio de mojamiento, registrándose una precipitación medible recién a los 10,5 m. De manera similar, a presiones inferiores, como 1 bar, también se detectó una disminución del alcance, con una precipitación medible a los 10 m (Figura 10).

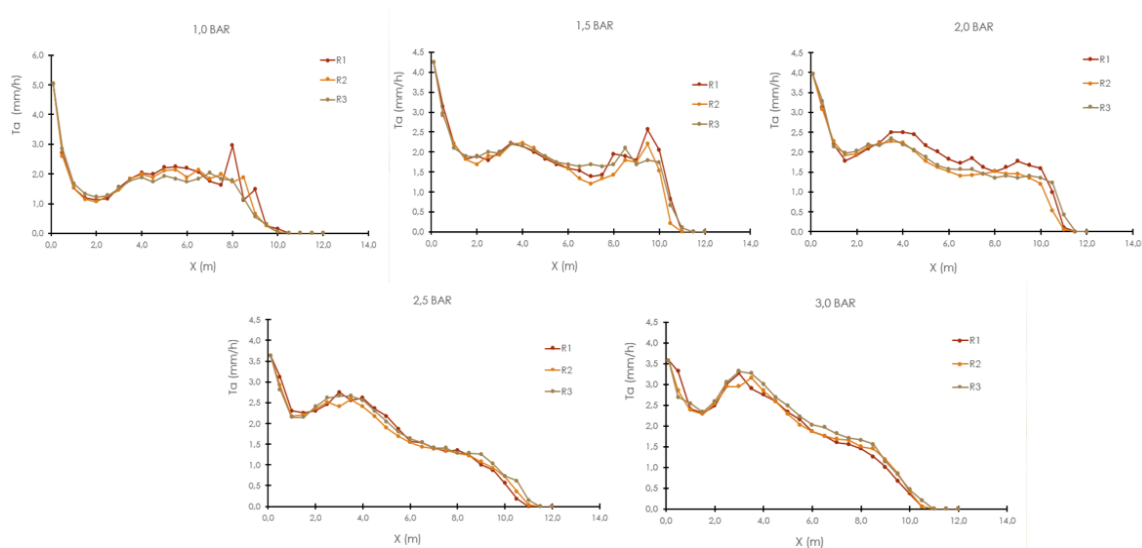


Figura 10. Tasa de aplicación de agua ( $T_a$ ) vs distancia ( $X$ ), para un rango de presiones entre 1 – 3 bar, con 3 repeticiones (R1, R2 Y R3) para cada presión. *(Fuente: elaboración propia)*

En términos de distribución hídrica, se evidenció que, al incrementar la presión, aumenta la precipitación en los primeros 5 m del alcance radial, alcanzando un pico aproximado entre los 3 y 3,5 m, seguido de un descenso abrupto en los siguientes 6 m. Asimismo, se observó que las pruebas realizadas a presiones de 1,5 y 2 bares presentan una mejor uniformidad en la distribución hídrica, caracterizada por una curva más plana y menos inclinada, lo que implica pendientes menos pronunciadas y una mayor consistencia en la irrigación.

Se observa que el aumento de la precipitación en los primeros metros del alcance radial del aspersor, a medida que incrementa la presión, podría estar relacionado con el tamaño de las gotas generadas en función de la presión

aplicada. En general, se ha observado que un aumento de presión produce gotas más pequeñas, mientras que una disminución genera gotas más grandes. Esta hipótesis se comprobó durante las pruebas, ya que en las presiones de 1,5 y 1 bar se implementó un material adherente en los vasos recolectores como medida preventiva, evitando que el impacto de las gotas los desplazara. Sin embargo, esta medida no fue necesaria en presiones mayores, donde las gotas, al ser más pequeñas, no generaron el mismo nivel de impacto.

### 5.3 Resultados de la uniformidad del riego

Se calcularon los valores de CUC y UD para cada prueba, los cuales fueron clasificados según los criterios definidos en la Tabla 1, que establece la escala de valoración para ambos indicadores, a fin de evaluar la calidad de riego.

Tabla 3. Valoración del coeficiente de uniformidad de Christiansen (CUC) y la uniformidad de distribución de Merriam y Keller (UD), para cada prueba.

<b>Valoración CUC y UD</b>					
<b>Marco</b>	<b>Prueba</b>	<b>CUC</b>	<b>Valoración</b>	<b>UD</b>	<b>Valoración</b>
10x10	Prueba 1	79,4	Regular	67,6	Pobre
	Prueba 2	89,7	Buena	82,9	Buena
	Prueba 3	87,2	Buena	79,8	Regular
12x12	Prueba 1	84,8	Buena	73,6	Regular
	Prueba 2	86,4	Buena	77,3	Regular
	Prueba 3	88,5	Buena	79,0	Regular
12x9	Prueba 1	87,5	Buena	79,2	Regular
	Prueba 2	91,6	Excelente	80,4	Buena
	Prueba 3	89,2	Buena	80,7	Buena
9x9	Prueba 1	88,9	Buena	81,1	Buena
	Prueba 2	89,4	Buena	83,4	Buena
	Prueba 3	89,7	Buena	81,8	Buena

Finalmente, se realizó un promedio del CUC y UD para cada espaciamiento, acompañado de su respectiva clasificación.

Tabla 4. Promedio del coeficiente de uniformidad de Christiansen (CUc) y de la uniformidad de distribución de Merriam y Keller (UD) para cada marco de espaciamento.

<b>Espaciamento</b>	<b>Promedio 3 lecturas</b>			
	<b>CUc (%)</b>	<b>UD (%)</b>	<b>Valoración CUc</b>	<b>Valoración UD</b>
10x10	85,4	76,8	Buena	Regular
12x12	86,6	76,6	Buena	Regular
12x9	89,4	80,1	Buena	Buena
9x9	89,3	82,1	Buena	Buena

Los resultados obtenidos para los coeficientes de uniformidad de Christiansen (CUc) y de distribución (UD) muestran una clara tendencia relacionada con el espaciamento entre aspersores, pero también deben considerarse algunos factores que podrían haber influido en los resultados.

Una de las condiciones a tener en cuenta es que algunas de las pruebas de uniformidad se realizaron con una velocidad de viento de aproximadamente  $4 \text{ m s}^{-1}$  (Figura x, y), lo cual es muy superior al límite de velocidad de viento en riego por aspersión, el cual es de  $2,5 \text{ m s}^{-1}$  (según INIA,2001); sin embargo, sorprendentemente, no se observaron diferencias significativas en los resultados en función de esta situación. Este hallazgo sugiere que, en este caso, el sistema de riego mantuvo un desempeño relativamente constante, incluso bajo condiciones de viento desfavorable.

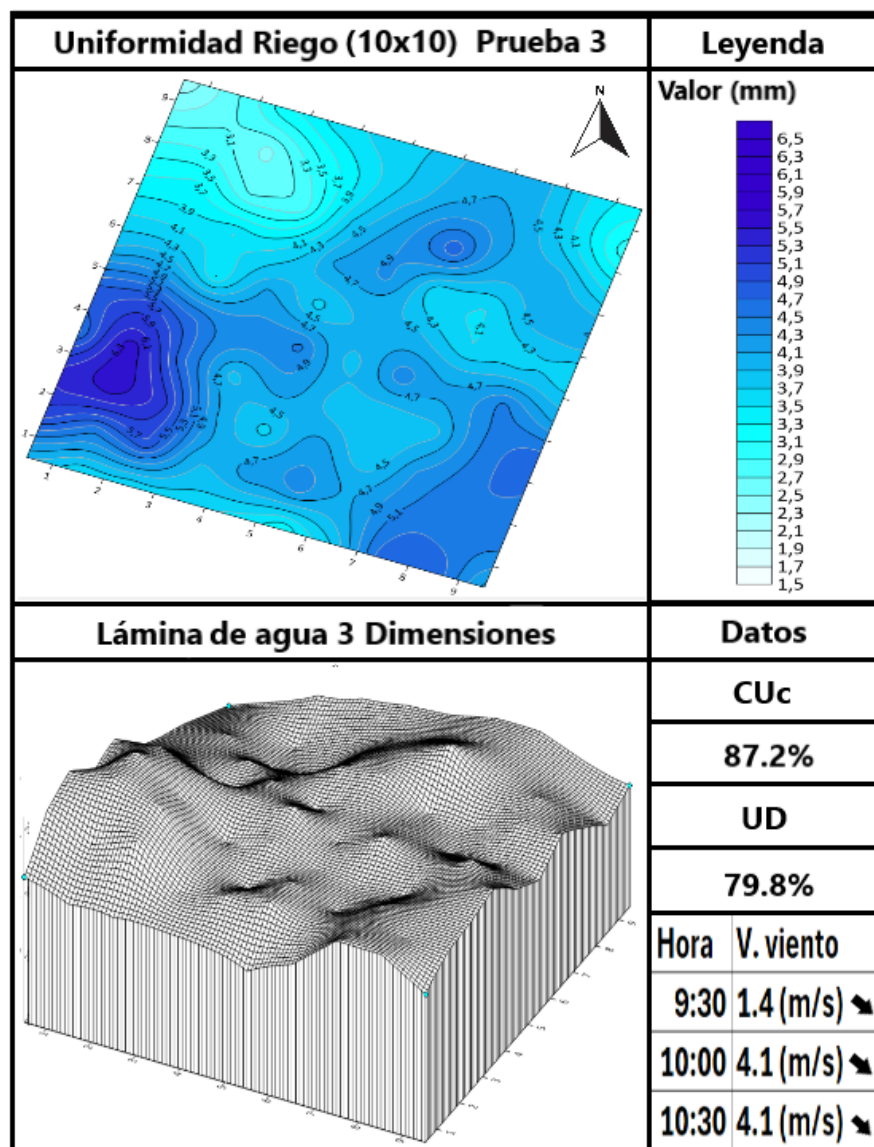


Figura 11. Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 10x10 m en la prueba 3. (Fuente: elaboración propia)

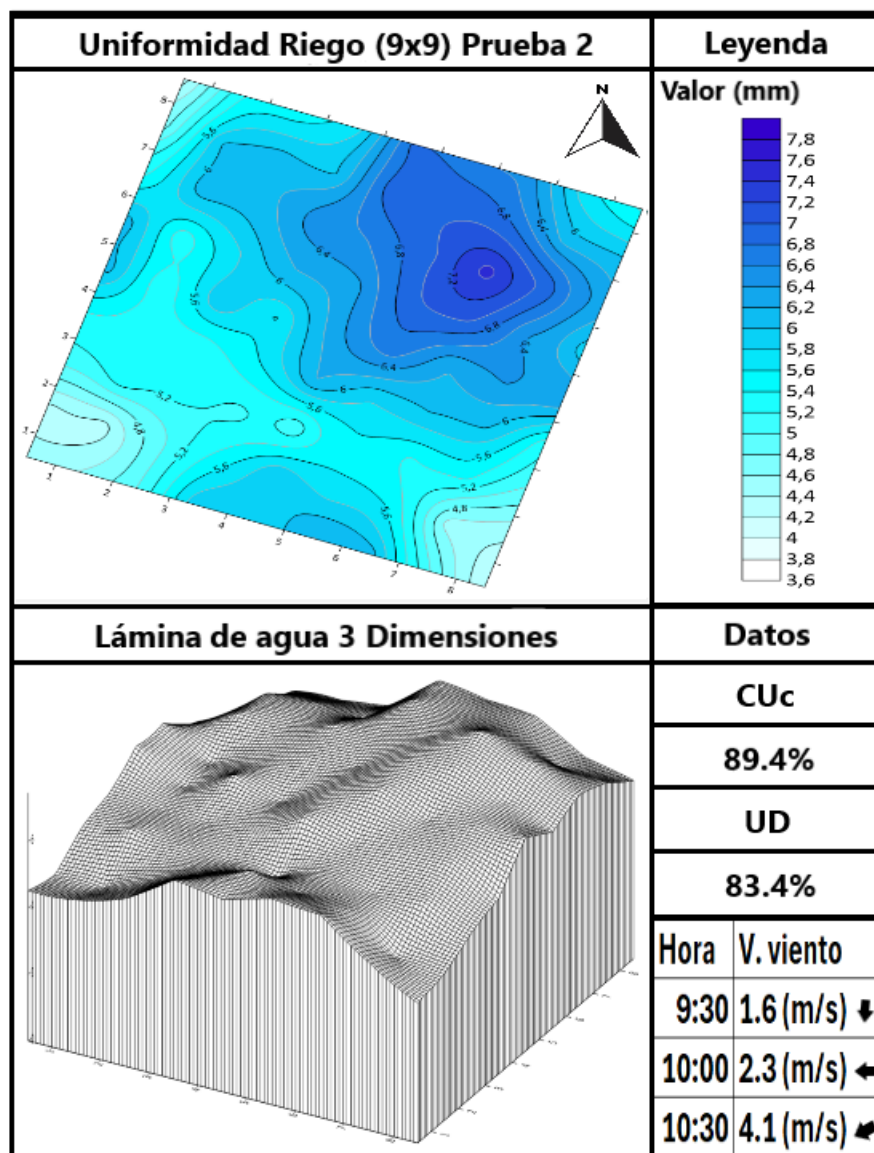


Figura 12. Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 9x9 m en la prueba 2. (Fuente: elaboración propia)

Es relevante señalar que, aunque los resultados de uniformidad no alcanzan niveles de "excelencia" para un aspersor autocompensado, estos son considerados buenos dentro de las presiones operativas típicas para este tipo de aspersores.

Por otro lado, es importante reconocer que la cantidad de precipitación registrada pudo haberse visto afectada por dos factores: el primero de ellos es la posible falta de giro completo del aspersor al momento de detener el riego, lo que pudo haber alterado la distribución del agua, y el segundo factor fue el uso de marcos de espaciamiento superiores a 11 m, lo cual no permitió un traslape total del radio de mojado de los aspersores, lo que generó zonas sin traslape y, por ende, con menor precipitación, lo cual pudo haber afectado la uniformidad en dichas áreas. A pesar de estas posibles irregularidades, los resultados finales mostraron una tendencia coherente en cuanto a la uniformidad, la cual se alinea con la información teórica disponible.

En cuanto a la relación entre CUC y UD, los resultados mostraron una tendencia consistente: a medida que el espaciamiento entre aspersores disminuía, mejoraba la uniformidad; esto se debe a un mayor traslape en la distribución del agua, lo que facilita una distribución más homogénea y eficiente en la zona de estudio. Este comportamiento es consistente con la teoría sobre la importancia del traslape en sistemas de riego por aspersión, donde una mayor superposición de los radios de mojado mejora la uniformidad.

De acuerdo con los valores promedios obtenidos, los mejores resultados de uniformidad de riego se logran con espaciamientos más reducidos, como 9x9 m y 12x9 m, donde el traslape de los aspersores es mayor, asegurando una distribución más uniforme del agua. Estos espaciamientos son los más recomendables para lograr una distribución eficiente y homogénea, mientras que los espaciamientos más grandes, aunque aún efectivos, presentan limitaciones en la uniformidad de distribución.

## 6. CONCLUSIÓN

El estudio realizado permitió evaluar técnica y experimentalmente el desempeño del aspersor autocompensado Nelson R2000FX, destacando su capacidad para mantener un caudal constante dentro del rango de presiones operativas recomendadas (1,5 - 2,5 bar). Los resultados obtenidos confirmaron que el aspersor cumple con los valores especificados por el fabricante, evidenciando una variación del 1,5% de caudal promedio atribuida a factores como la formación de rocío al impacto del agua.

Con respecto a las curvas de distribución, estas muestran que el incremento de presión aumenta la tasa de aplicación en el rango de distancias cercanas al aspersor, mientras que una disminución de la presión (mínimo 1,5 bar), genera una precipitación más uniforme. Este comportamiento se atribuye al efecto del tamaño de las gotas que se generan al aumentar o disminuir la presión, teniendo gotas más pequeñas a presiones mayores y gotas más grandes a presiones menores, lo que produce que a presiones mayores, las gotas al tener menos masa, no logran llegar a mayores distancias y por ende habiendo un aumento en la tasa de aplicación en las zonas más cercanas al aspersor. También se observó que las presiones más favorables y con tasas de aplicación más uniformes, son las presiones de 1,5 y 2 bares, las cuales presentaban pendientes suaves a lo largo del alcance radial del aspersor.

En cuanto a la uniformidad del riego, los coeficientes de Christiansen (CUc) y Merriam y Keller (UD) mostraron que los mejores resultados se obtuvieron en configuraciones de espaciamiento más reducidas (9x9 m y 12x9 m), debido al mayor traslape entre los aspersores, que asegura una distribución más homogénea del agua. A pesar de las variaciones observadas bajo condiciones de viento desfavorables y otros factores experimentales, los valores obtenidos fueron consistentes y reflejan un desempeño adecuado del aspersor, dentro de los parámetros aceptables para este tipo de sistemas.

Se sugiere analizar el cómo influye el uso de este aspersor autocompensado en la creación de posturas de riego por cobertura total, ya que este aspersor posee un rango de presiones en los que entrega un mismo caudal, por lo que las pérdidas de carga dentro de un lateral pueden variar en un rango mas amplio que por un aspersor convencional el cual es susceptible al cambio de presión (por pérdidas de carga) con respecto al caudal que entrega a lo largo de un lateral

En síntesis, el aspersor Nelson R2000FX demostró ser una solución eficiente y sostenible para sistemas de riego que requieren una buena uniformidad y control de caudal en terrenos con diversas condiciones, destacándose como una alternativa viable para optimizar el uso de recursos hídricos en la agricultura.

## 7. LITERATURA CITADA

- García, Z., Nyberg, J., & Saadat, S. O. (2006). Agricultura, expansión del comercio y equidad de género. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Zúñiga, D., Mendoza, R., & Watson, G. (2021). Gestión y manejo del agua en la agricultura. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Lagos, O., Pérez, A., Souto, C., Valdivia, W., Ulloa, J., Gadaleta, D., & Valenzuela, L. (2023). Manual de Programación y Control de Riego Tecnificado. Comisión Nacional de Riego.
- Lagos, O., Manríquez, P., Contreras, J., Valdivia, W., Souto, C., Pérez, A., & Murillo, H. (2019). Manual Sistemas de Riego y Manejo Hídrico de Cultivos. Comisión Nacional de Riego.
- Peralta, J. & Simpfendörfer, C. (2001). Riego por Aspersión. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- ISO 7749-2, 1990. Rotating Sprinklers. Uniformity of Distribution and Test Methods. Agricultural Irrigation Equipment. International Standards Organization.
- Merriam, J.L. and Keller, J. 1978. Farm Irrigation System Evaluation: A guide for management. Utah State University.
- Corrales, J.P. 2011. Evaluación de un Dispositivo Antiniebla en Riego por Microaspersión. Universidad de Chile.
- Instituto Nacional Estadístico. 2021. Superficie Principal Sistema de Riego [Archivo Excel]. <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/agricultura-agroindustria-y-pesca/censos-agropecuarios>
- Nelson Irrigation Corporation. 2023. Catálogo técnico del aspersor R2000FX. pp: 1-2. Manual técnico preliminar 11/23. Nelson Irrigation Corporation. Walla Walla, Washington, USA.

## 8. ANEXOS Y APÉNDICES

### 8.1 Catalogo aspersor

Tabla 5. Rendimiento aspersor R2000FX. (Nelson Irrigation Corporation, 2023)

			1,5 BAR	1,5 BAR	2,0 BAR	2,0 BAR	2,5 BAR	2,5 BAR
PLATO	BOQUILLA	Q (L h <sup>-1</sup> )	Rad (m)	Altura de Chorro (m)	Rad (m)	Altura de Chorro (m)	Rad (m)	Altura de Chorro (m)
Plato azul	1,75 GMP	397	11,0	1,98	11,0	2,46	10,7	2,54
Plato azul	2,0 GMP	454	11,0	2,06	11,0	2,46	10,7	2,57
Plato azul	2,5 GMP	568	11,6	2,06	11,6	2,59	11,3	2,64
Plato azul	3,0 GMP	681	11,9	2,21	12,2	2,62	11,9	2,69

## 8.2 Mediciones obtenidas en las pruebas de presión - caudal.

Tabla 6. Primera prueba presión caudal 0,5 bar.

Presión	0,5	bar
Tiempo	234	s
Volumen	22,5	L
Caudal	346,2	L h <sup>-1</sup>

Tabla 7. Primera prueba presión caudal 1 bar.

Presión	1	bar
Tiempo	191	s
Volumen	22,5	L
Caudal	424,1	L h <sup>-1</sup>

Tabla 8. Primera prueba presión caudal 1,5 bar.

Presión	1,5	bar
Tiempo	183	s
Volumen	22,5	L
Caudal	442,6	L h <sup>-1</sup>

Tabla 9. Primera prueba presión caudal 2 bar.

Presión	2	bar
Tiempo	180	s
Volumen	22,5	L
Caudal	450,0	L h <sup>-1</sup>

Tabla 10. Primera prueba presión caudal 2,5 bar.

Presión	2,5	bar
Tiempo	180	s
Volumen	22,5	L
Caudal	450,0	L h <sup>-1</sup>

Tabla 11. Primera prueba presión caudal 3 bar.

Presión	3	bar
Tiempo	184	s
Volumen	22,5	L
Caudal	440,2	L h <sup>-1</sup>

Tabla 12. Segunda prueba presión caudal 0,5 bar.

Presión	0,5	bar
Tiempo	238	s
Volumen	22,5	L
Caudal	340,3	L h <sup>-1</sup>

Tabla 13. Segunda prueba presión caudal 1 bar.

Presión	1	bar
Tiempo	195	s
Volumen	22,5	L
Caudal	415,4	L h <sup>-1</sup>

Tabla 14. Segunda prueba presión caudal 1,5 bar

Presión	1,5	bar
Tiempo	180	s
Volumen	22,5	L
Caudal	450,0	L h <sup>-1</sup>

Tabla 15. Segunda prueba presión caudal 2 bar.

Presión	2	bar
Tiempo	180	s
Volumen	22,5	L
Caudal	445,1	L h <sup>-1</sup>

Tabla 16. Segunda prueba presión caudal 2,5 bar.

Presión	2,5	bar
Tiempo	183	s
Volumen	22,5	L
Caudal	442,6	L h <sup>-1</sup>

Tabla 17. Segunda prueba presión caudal 3 bar.

Presión	3	bar
Tiempo	185	s
Volumen	22,5	L
Caudal	437,8	L h <sup>-1</sup>

### 8.3 Mediciones obtenidas en las pruebas de curva de distribución.

Tabla 18. Distancia acumulada (X), volumen de agua captado por el vaso (V) para cada repetición (R1, R2, R3) y tasa de aplicación (TA), para la curva de distribución a 1 bar de presión.

X (m)	R1		R2		R3	
	V (mL)	TA (mm h <sup>-1</sup> )	V (mL)	TA (mm h <sup>-1</sup> )	V (mL)	TA (mm h <sup>-1</sup> )
0,1	99,0	5,0	99,0	5,0	99,0	5,0
0,5	53,0	2,7	51,0	2,6	56,0	2,9
1,0	30,0	1,5	30,0	1,5	33,0	1,7
1,5	23,5	1,2	22,5	1,1	26,0	1,3
2,0	22,0	1,1	21,0	1,1	24,0	1,2
2,5	23,0	1,2	25,0	1,3	25,0	1,3
3,0	30,5	1,6	28,5	1,5	30,0	1,5
3,5	36,0	1,8	36,0	1,8	35,0	1,8
4,0	40,0	2,0	39,0	2,0	37,0	1,9
4,5	39,0	2,0	37,0	1,9	34,0	1,7
5,0	43,5	2,2	41,5	2,1	38,0	1,9
5,5	44,0	2,2	42,0	2,1	36,0	1,8
6,0	43,0	2,2	37,0	1,9	34,0	1,7
6,5	40,5	2,1	42,0	2,1	36,0	1,8
7,0	34,5	1,8	36,0	1,8	40,0	2,0
7,5	32,0	1,6	39,0	2,0	36,0	1,8
8,0	58,0	3,0	34,0	1,7	35,0	1,8
8,5	22,0	1,1	37,0	1,9	23,0	1,2
9,0	29,0	1,5	13,0	0,7	11,0	0,6
9,5	5,0	0,3	5,0	0,3	6,0	0,3
10,0	3,0	0,2	1,0	0,1	1,0	0,1
10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 19. Distancia acumulada (X), volumen de agua captado por el vaso (V) para cada repetición (R1, R2, R3) y tasa de aplicación (TA), para la curva de distribución a 1,5 bar de presión.

X (m)	R1		R2		R3	
	V (mL)	TA (mm h <sup>-1</sup> )	V (mL)	TA (mm h <sup>-1</sup> )	V (mL)	TA (mm h <sup>-1</sup> )
0,1	83,0	4,2	83,0	4,2	83,0	4,2
0,5	61,5	3,1	57,0	2,9	58,0	3,0
1,0	43,0	2,2	43,0	2,2	41,0	2,1
1,5	35,5	1,8	35,5	1,8	37,0	1,9
2,0	37,0	1,9	33,0	1,7	36,5	1,9
2,5	35,0	1,8	37,0	1,9	39,0	2,0
3,0	39,0	2,0	37,5	1,9	38,5	2,0
3,5	43,5	2,2	43,0	2,2	43,0	2,2
4,0	42,0	2,1	43,5	2,2	42,0	2,1
4,5	39,0	2,0	41,0	2,1	40,0	2,0
5,0	35,7	1,8	36,5	1,9	37,0	1,9
5,5	33,0	1,7	34,0	1,7	34,0	1,7
6,0	31,2	1,6	31,0	1,6	33,0	1,7
6,5	30,0	1,5	26,0	1,3	32,0	1,6
7,0	27,0	1,4	23,5	1,2	33,0	1,7
7,5	28,0	1,4	26,0	1,3	32,0	1,6
8,0	38,0	1,9	28,0	1,4	33,0	1,7
8,5	37,0	1,9	35,0	1,8	41,0	2,1
9,0	35,0	1,8	34,0	1,7	33,0	1,7
9,5	50,0	2,6	43,0	2,2	35,0	1,8
10,0	40,0	2,0	30,0	1,5	34,0	1,7
10,5	16,0	0,8	4,0	0,2	13,0	0,7
11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,1
11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 20. Resultados Distancia acumulada (X), volumen de agua captado por el vaso (V) para cada repetición (R1, R2, R3) y tasa de aplicación (TA), para la curva de distribución a 2 bar de presión.

X (m)	R1		R2		R3	
	V (mL)	TA (mm h <sup>-1</sup> )	V (mL)	TA (mm h <sup>-1</sup> )	V (mL)	TA (mm h <sup>-1</sup> )
0,1	76,0	4,0	76,0	4,0	76,0	4,0
0,5	60,0	3,1	59,0	3,1	63,0	3,3
1,0	42,2	2,2	43,5	2,3	41,0	2,1
1,5	34,1	1,8	37,0	1,9	38,0	2,0
2,0	37,0	1,9	37,5	2,0	39,0	2,0
2,5	40,0	2,1	41,0	2,1	42,0	2,2
3,0	43,0	2,2	42,5	2,2	41,5	2,2
3,5	48,0	2,5	43,5	2,3	45,0	2,3
4,0	48,0	2,5	43,0	2,2	42,0	2,2
4,5	47,0	2,4	39,0	2,0	39,5	2,1
5,0	41,5	2,2	34,0	1,8	36,0	1,9
5,5	38,6	2,0	31,0	1,6	32,0	1,7
6,0	35,0	1,8	29,0	1,5	30,3	1,6
6,5	33,0	1,7	27,0	1,4	30,0	1,6
7,0	35,5	1,8	27,2	1,4	30,0	1,6
7,5	31,0	1,6	28,0	1,5	28,0	1,5
8,0	29,0	1,5	29,0	1,5	26,0	1,4
8,5	31,0	1,6	28,0	1,5	27,0	1,4
9,0	34,0	1,8	28,0	1,5	26,0	1,4
9,5	32,0	1,7	26,0	1,4	27,0	1,4
10,0	30,5	1,6	23,0	1,2	26,0	1,4
10,5	19,0	1,0	10,0	0,5	23,5	1,2
11,0	2,0	0,1	1,0	0,1	8,0	0,4
11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 21. Distancia acumulada (X), volumen de agua captado por el vaso (V) para cada repetición (R1, R2, R3) y tasa de aplicación (TA), para la curva de distribución a 2,5 bar de presión.

X (m)	R1		R2		R3	
	V (mL)	TA (mm h <sup>-1</sup> )	V (mL)	TA (mm h <sup>-1</sup> )	V (mL)	TA (mm h <sup>-1</sup> )
0,1	71,0	3,6	71,0	3,6	71,0	3,6
0,5	61,0	3,1	57,0	2,9	55,0	2,8
1,0	45,0	2,3	42,5	2,2	42,0	2,2
1,5	44,0	2,3	43,0	2,2	42,0	2,2
2,0	45,0	2,3	46,0	2,4	47,0	2,4
2,5	48,0	2,5	49,0	2,5	51,0	2,6
3,0	53,8	2,8	47,0	2,4	52,0	2,7
3,5	50,0	2,6	50,5	2,6	52,0	2,7
4,0	51,0	2,6	47,0	2,4	50,0	2,6
4,5	46,0	2,4	42,5	2,2	45,0	2,3
5,0	42,5	2,2	37,0	1,9	40,0	2,0
5,5	36,5	1,9	33,0	1,7	35,0	1,8
6,0	30,5	1,6	30,0	1,5	32,0	1,6
6,5	30,0	1,5	28,0	1,4	30,0	1,5
7,0	27,5	1,4	27,0	1,4	27,5	1,4
7,5	26,0	1,3	26,5	1,4	27,5	1,4
8,0	26,5	1,4	25,0	1,3	25,0	1,3
8,5	24,0	1,2	24,0	1,2	25,0	1,3
9,0	19,5	1,0	21,0	1,1	24,5	1,3
9,5	17,0	0,9	18,0	0,9	20,0	1,0
10,0	11,0	0,6	14,0	0,7	14,2	0,7
10,5	3,5	0,2	7,0	0,4	12,0	0,6
11,0	0,0	0,0	0,8	0,0	3,0	0,2
11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 22. Distancia acumulada (X), volumen de agua captado por el vaso (V) para cada repetición (R1, R2, R3) y tasa de aplicación (TA), para la curva de distribución a 3 bar de presión.

X (m)	R1		R2		R3	
	V (mL)	TA (mm h <sup>-1</sup> )	V (mL)	TA (mm h <sup>-1</sup> )	V (mL)	TA (mm h <sup>-1</sup> )
0,1	69,0	3,6	69,0	3,6	69,0	3,6
0,5	64,0	3,3	55,0	2,8	52,0	2,7
1,0	46,5	2,4	46,0	2,4	49,0	2,5
1,5	44,5	2,3	44,0	2,3	45,0	2,3
2,0	48,0	2,5	49,0	2,5	50,0	2,6
2,5	58,0	3,0	57,0	3,0	59,0	3,1
3,0	63,0	3,3	57,0	3,0	64,0	3,3
3,5	56,0	2,9	61,0	3,2	63,0	3,3
4,0	53,0	2,7	55,0	2,8	58,0	3,0
4,5	50,0	2,6	50,0	2,6	52,0	2,7
5,0	45,0	2,3	44,0	2,3	48,0	2,5
5,5	41,5	2,2	39,0	2,0	43,0	2,2
6,0	36,0	1,9	36,0	1,9	39,0	2,0
6,5	34,0	1,8	34,0	1,8	38,0	2,0
7,0	30,8	1,6	32,5	1,7	35,0	1,8
7,5	30,0	1,6	32,0	1,7	33,0	1,7
8,0	28,0	1,5	29,0	1,5	32,0	1,7
8,5	24,3	1,3	28,0	1,5	30,0	1,6
9,0	19,4	1,0	23,0	1,2	22,0	1,1
9,5	13,0	0,7	16,5	0,9	16,0	0,8
10,0	7,0	0,4	8,0	0,4	9,0	0,5
10,5	1,0	0,1	1,0	0,1	4,0	0,2
11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

#### 8.4 Mediciones obtenidas en las pruebas de uniformidad del riego.

Tabla 23. Valores obtenidos uniformidad de riego marco 10x10 m prueba 1, con una evaporación de 1 mL.

Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Volumen vaso (mL)	Volumen vaso + evaporado (mL)	Precipitación (mm)
0,5	0,5	14,0	15,0	1,6
0,5	1,5	20,0	21,0	2,2
0,5	2,5	23,0	24,0	2,5
0,5	3,5	22,0	23,0	2,4
0,5	4,5	24,0	25,0	2,6
0,5	5,5	21,0	22,0	2,3
0,5	6,5	25,0	26,0	2,7
0,5	7,5	20,0	21,0	2,2
0,5	8,5	23,0	24,0	2,5
0,5	9,5	30,0	31,0	3,3
1,5	0,5	17,0	18,0	1,9
1,5	1,5	22,0	23,0	2,4
1,5	2,5	25,0	26,0	2,7
1,5	3,5	27,0	28,0	2,9
1,5	4,5	24,0	25,0	2,6
1,5	5,5	28,0	29,0	3,1
1,5	6,5	24,0	25,0	2,6
1,5	7,5	24,0	25,0	2,6
1,5	8,5	22,0	23,0	2,4
1,5	9,5	24,0	25,0	2,6
2,5	0,5	18,0	19,0	2,0
2,5	1,5	25,0	26,0	2,7
2,5	2,5	26,0	27,0	2,8
2,5	3,5	29,0	30,0	3,2
2,5	4,5	28,0	29,0	3,1
2,5	5,5	25,5	26,5	2,8
2,5	6,5	34,0	35,0	3,7
2,5	7,5	28,0	29,0	3,1
2,5	8,5	28,0	29,0	3,1
2,5	9,5	36,0	37,0	3,9
3,5	0,5	23,0	24,0	2,5
3,5	1,5	30,0	31,0	3,3
3,5	2,5	29,0	30,0	3,2
3,5	3,5	30,0	31,0	3,3

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
3,5	4,5	32,0	33,0	3,5
3,5	5,5	35,0	36,0	3,8
3,5	6,5	38,0	39,0	4,1
3,5	7,5	36,0	37,0	3,9
3,5	8,5	40,0	41,0	4,3
3,5	9,5	39,5	40,5	4,3
4,5	0,5	29,0	30,0	3,2
4,5	1,5	33,0	34,0	3,6
4,5	2,5	32,0	33,0	3,5
4,5	3,5	30,5	31,5	3,3
4,5	4,5	40,0	41,0	4,3
4,5	5,5	41,0	42,0	4,4
4,5	6,5	35,0	36,0	3,8
4,5	7,5	42,0	43,0	4,5
4,5	8,5	41,0	42,0	4,4
4,5	9,5	40,0	41,0	4,3
5,5	0,5	39,0	40,0	4,2
5,5	1,5	34,0	35,0	3,7
5,5	2,5	35,0	36,0	3,8
5,5	3,5	44,0	45,0	4,7
5,5	4,5	40,5	41,5	4,4
5,5	5,5	44,0	45,0	4,7
5,5	6,5	41,0	42,0	4,4
5,5	7,5	41,5	42,5	4,5
5,5	8,5	41,5	42,5	4,5
5,5	9,5	45,0	46,0	4,8
6,5	0,5	43,0	44,0	4,6
6,5	1,5	42,0	43,0	4,5
6,5	2,5	45,0	46,0	4,8
6,5	3,5	46,0	47,0	4,9
6,5	4,5	39,0	40,0	4,2
6,5	5,5	39,0	40,0	4,2
6,5	6,5	44,0	45,0	4,7
6,5	7,5	39,5	40,5	4,3
6,5	8,5	41,0	42,0	4,4
6,5	9,5	42,0	43,0	4,5
7,5	0,5	40,0	41,0	4,3
7,5	1,5	44,0	45,0	4,7
7,5	2,5	51,0	52,0	5,5

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
7,5	3,5	46,0	47,0	4,9
7,5	4,5	40,0	41,0	4,3
7,5	5,5	39,0	40,0	4,2
7,5	6,5	40,5	41,5	4,4
7,5	7,5	39,0	40,0	4,2
7,5	8,5	40,0	41,0	4,3
7,5	9,5	39,0	40,0	4,2
8,5	0,5	39,0	40,0	4,2
8,5	1,5	46,0	47,0	4,9
8,5	2,5	42,0	43,0	4,5
8,5	3,5	44,0	45,0	4,7
8,5	4,5	39,5	40,5	4,3
8,5	5,5	42,0	43,0	4,5
8,5	6,5	36,0	37,0	3,9
8,5	7,5	33,0	34,0	3,6
8,5	8,5	31,0	32,0	3,4
8,5	9,5	34,0	35,0	3,7
9,5	0,5	36,0	37,0	3,9
9,5	1,5	45,5	46,5	4,9
9,5	2,5	45,0	46,0	4,8
9,5	3,5	47,0	48,0	5,1
9,5	4,5	39,5	40,5	4,3
9,5	5,5	36,0	37,0	3,9
9,5	6,5	32,0	33,0	3,5
9,5	7,5	28,0	29,0	3,1
9,5	8,5	28,0	29,0	3,1
9,5	9,5	24,0	25,0	2,6

Tabla 24. Valores obtenidos uniformidad de riego marco 10x10 m prueba 2, con una evaporación de 2 mL.

Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Volumen vaso (mL)	Volumen vaso + evaporado (mL)	Precipitación (mm)
0,5	0,5	29,0	31,0	3,3
0,5	1,5	26,0	28,0	2,9
0,5	2,5	31,0	33,0	3,5
0,5	3,5	41,0	43,0	4,5
0,5	4,5	47,0	49,0	5,2
0,5	5,5	42,0	44,0	4,6
0,5	6,5	48,0	50,0	5,3
0,5	7,5	50,0	52,0	5,5
0,5	8,5	44,0	46,0	4,8
0,5	9,5	39,0	41,0	4,3
1,5	0,5	32,5	34,5	3,6
1,5	1,5	28,0	30,0	3,2
1,5	2,5	35,0	37,0	3,9
1,5	3,5	38,0	40,0	4,2
1,5	4,5	42,0	44,0	4,6
1,5	5,5	39,0	41,0	4,3
1,5	6,5	37,0	39,0	4,1
1,5	7,5	46,0	48,0	5,1
1,5	8,5	41,0	43,0	4,5
1,5	9,5	40,0	42,0	4,4
2,5	0,5	39,5	41,5	4,4
2,5	1,5	36,5	38,5	4,1
2,5	2,5	33,0	35,0	3,7
2,5	3,5	37,0	39,0	4,1
2,5	4,5	39,0	41,0	4,3
2,5	5,5	42,0	44,0	4,6
2,5	6,5	48,0	50,0	5,3
2,5	7,5	40,0	42,0	4,4
2,5	8,5	44,0	46,0	4,8
2,5	9,5	42,0	44,0	4,6
3,5	0,5	41,0	43,0	4,5
3,5	1,5	38,0	40,0	4,2
3,5	2,5	35,0	37,0	3,9
3,5	3,5	37,0	39,0	4,1
3,5	4,5	42,0	44,0	4,6
3,5	5,5	40,0	42,0	4,4

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
3,5	6,5	50,0	52,0	5,5
3,5	7,5	42,0	44,0	4,6
3,5	8,5	36,0	38,0	4,0
3,5	9,5	38,0	40,0	4,2
4,5	0,5	49,0	51,0	5,4
4,5	1,5	42,0	44,0	4,6
4,5	2,5	35,0	37,0	3,9
4,5	3,5	43,0	45,0	4,7
4,5	4,5	41,0	43,0	4,5
4,5	5,5	50,0	52,0	5,5
4,5	6,5	41,0	43,0	4,5
4,5	7,5	39,0	41,0	4,3
4,5	8,5	36,0	38,0	4,0
4,5	9,5	39,0	41,0	4,3
5,5	0,5	45,0	47,0	4,9
5,5	1,5	42,0	44,0	4,6
5,5	2,5	41,0	43,0	4,5
5,5	3,5	36,0	38,0	4,0
5,5	4,5	39,0	41,0	4,3
5,5	5,5	37,0	39,0	4,1
5,5	6,5	46,0	48,0	5,1
5,5	7,5	41,0	43,0	4,5
5,5	8,5	35,0	37,0	3,9
5,5	9,5	40,0	42,0	4,4
6,5	0,5	45,0	47,0	4,9
6,5	1,5	41,0	43,0	4,5
6,5	2,5	44,0	46,0	4,8
6,5	3,5	43,0	45,0	4,7
6,5	4,5	41,0	43,0	4,5
6,5	5,5	44,0	46,0	4,8
6,5	6,5	45,0	47,0	4,9
6,5	7,5	38,0	40,0	4,2
6,5	8,5	34,0	36,0	3,8
6,5	9,5	42,0	44,0	4,6
7,5	0,5	45,5	47,5	5,0
7,5	1,5	43,0	45,0	4,7
7,5	2,5	43,0	45,0	4,7
7,5	3,5	43,0	45,0	4,7
7,5	4,5	47,0	49,0	5,2

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
7,5	5,5	49,0	51,0	5,4
7,5	6,5	51,0	53,0	5,6
7,5	7,5	47,0	49,0	5,2
7,5	8,5	38,0	40,0	4,2
7,5	9,5	38,0	40,0	4,2
8,5	0,5	37,0	39,0	4,1
8,5	1,5	39,5	41,5	4,4
8,5	2,5	42,0	44,0	4,6
8,5	3,5	46,0	48,0	5,1
8,5	4,5	41,0	43,0	4,5
8,5	5,5	51,0	53,0	5,6
8,5	6,5	51,0	53,0	5,6
8,5	7,5	48,0	50,0	5,3
8,5	8,5	35,0	37,0	3,9
8,5	9,5	29,0	31,0	3,3
9,5	0,5	30,0	32,0	3,4
9,5	1,5	30,5	32,5	3,4
9,5	2,5	36,0	38,0	4,0
9,5	3,5	45,0	47,0	4,9
9,5	4,5	42,0	44,0	4,6
9,5	5,5	52,0	54,0	5,7
9,5	6,5	45,0	47,0	4,9
9,5	7,5	53,0	55,0	5,8
9,5	8,5	38,0	40,0	4,2
9,5	9,5	29,0	31,0	3,3

Tabla 25. Valores obtenidos uniformidad de riego marco 10x10 m prueba 3, con una evaporación de 2 mL.

Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Volumen vaso (mL)	Volumen vaso + evaporado (mL)	Precipitación (mm)
0,5	0,5	41,0	43,0	4,5
0,5	1,5	53,0	55,0	5,8
0,5	2,5	57,0	59,0	6,2
0,5	3,5	48,0	50,0	5,3
0,5	4,5	51,0	53,0	5,6
0,5	5,5	41,0	43,0	4,5
0,5	6,5	36,0	38,0	4,0
0,5	7,5	32,0	34,0	3,6
0,5	8,5	27,0	29,0	3,1
0,5	9,5	22,0	24,0	2,5
1,5	0,5	37,0	39,0	4,1
1,5	1,5	47,0	49,0	5,2
1,5	2,5	59,0	61,0	6,4
1,5	3,5	59,0	61,0	6,4
1,5	4,5	53,0	55,0	5,8
1,5	5,5	42,0	44,0	4,6
1,5	6,5	36,0	38,0	4,0
1,5	7,5	33,0	35,0	3,7
1,5	8,5	28,0	30,0	3,2
1,5	9,5	27,0	29,0	3,1
2,5	0,5	37,0	39,0	4,1
2,5	1,5	52,0	54,0	5,7
2,5	2,5	55,0	57,0	6,0
2,5	3,5	49,0	51,0	5,4
2,5	4,5	48,0	50,0	5,3
2,5	5,5	35,0	37,0	3,9
2,5	6,5	37,0	39,0	4,1
2,5	7,5	27,0	29,0	3,1
2,5	8,5	25,0	27,0	2,8
2,5	9,5	33,0	35,0	3,7
3,5	0,5	37,5	39,5	4,2
3,5	1,5	41,0	43,0	4,5
3,5	2,5	43,0	45,0	4,7
3,5	3,5	40,0	42,0	4,4
3,5	4,5	46,0	48,0	5,1
3,5	5,5	43,0	45,0	4,7

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
3,5	6,5	37,0	39,0	4,1
3,5	7,5	28,0	30,0	3,2
3,5	8,5	31,0	33,0	3,5
3,5	9,5	36,0	38,0	4,0
4,5	0,5	36,5	38,5	4,1
4,5	1,5	44,0	46,0	4,8
4,5	2,5	38,0	40,0	4,2
4,5	3,5	44,0	46,0	4,8
4,5	4,5	47,0	49,0	5,2
4,5	5,5	38,0	40,0	4,2
4,5	6,5	43,0	45,0	4,7
4,5	7,5	39,0	41,0	4,3
4,5	8,5	36,0	38,0	4,0
4,5	9,5	38,0	40,0	4,2
5,5	0,5	33,0	35,0	3,7
5,5	1,5	46,0	48,0	5,1
5,5	2,5	44,0	46,0	4,8
5,5	3,5	40,0	42,0	4,4
5,5	4,5	40,0	42,0	4,4
5,5	5,5	41,0	43,0	4,5
5,5	6,5	45,0	47,0	4,9
5,5	7,5	44,0	46,0	4,8
5,5	8,5	40,0	42,0	4,4
5,5	9,5	39,0	41,0	4,3
6,5	0,5	39,0	41,0	4,3
6,5	1,5	42,5	44,5	4,7
6,5	2,5	39,0	41,0	4,3
6,5	3,5	39,0	41,0	4,3
6,5	4,5	46,0	48,0	5,1
6,5	5,5	41,0	43,0	4,5
6,5	6,5	37,0	39,0	4,1
6,5	7,5	50,0	52,0	5,5
6,5	8,5	43,0	45,0	4,7
6,5	9,5	42,0	44,0	4,6
7,5	0,5	50,0	52,0	5,5
7,5	1,5	47,0	49,0	5,2
7,5	2,5	45,0	47,0	4,9
7,5	3,5	40,0	42,0	4,4
7,5	4,5	43,0	45,0	4,7

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
7,5	5,5	37,0	39,0	4,1
7,5	6,5	37,0	39,0	4,1
7,5	7,5	42,0	44,0	4,6
7,5	8,5	42,0	44,0	4,6
7,5	9,5	42,0	44,0	4,6
8,5	0,5	50,0	52,0	5,5
8,5	1,5	47,0	49,0	5,2
8,5	2,5	48,0	50,0	5,3
8,5	3,5	47,0	49,0	5,2
8,5	4,5	47,0	49,0	5,2
8,5	5,5	38,0	40,0	4,2
8,5	6,5	42,0	44,0	4,6
8,5	7,5	42,0	44,0	4,6
8,5	8,5	37,0	39,0	4,1
8,5	9,5	37,0	39,0	4,1
9,5	0,5	42,0	44,0	4,6
9,5	1,5	47,0	49,0	5,2
9,5	2,5	48,0	50,0	5,3
9,5	3,5	50,0	52,0	5,5
9,5	4,5	42,0	44,0	4,6
9,5	5,5	37,0	39,0	4,1
9,5	6,5	43,0	45,0	4,7
9,5	7,5	37,0	39,0	4,1
9,5	8,5	30,0	32,0	3,4
9,5	9,5	34,0	36,0	3,8

Tabla 26. Valores obtenidos uniformidad de riego marco 12x12 m prueba 1, con una evaporación de 1 mL.

Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Volumen vaso (mL)	Volumen vaso + evaporado (mL)	Precipitación (mm)
0,5	0,5	22,5	23,5	2,5
0,5	1,5	28,0	29,0	3,1
0,5	2,5	37,0	38,0	4,0
0,5	3,5	35,0	36,0	3,8
0,5	4,5	31,0	32,0	3,4
0,5	5,5	28,0	29,0	3,1
0,5	6,5	23,0	24,0	2,5
0,5	7,5	24,5	25,5	2,7
0,5	8,5	24,0	25,0	2,6
0,5	9,5	22,0	23,0	2,4
0,5	10,5	19,0	20,0	2,1
0,5	11,5	18,0	19,0	2,0
1,5	0,5	26,0	27,0	2,8
1,5	1,5	32,0	33,0	3,5
1,5	2,5	35,0	36,0	3,8
1,5	3,5	31,0	32,0	3,4
1,5	4,5	27,0	28,0	2,9
1,5	5,5	23,0	24,0	2,5
1,5	6,5	25,0	26,0	2,7
1,5	7,5	23,0	24,0	2,5
1,5	8,5	25,0	26,0	2,7
1,5	9,5	25,0	26,0	2,7
1,5	10,5	20,0	21,0	2,2
1,5	11,5	22,0	23,0	2,4
2,5	0,5	29,0	30,0	3,2
2,5	1,5	34,0	35,0	3,7
2,5	2,5	31,0	32,0	3,4
2,5	3,5	30,0	31,0	3,3
2,5	4,5	32,0	33,0	3,5
2,5	5,5	27,0	28,0	2,9
2,5	6,5	28,0	29,0	3,1
2,5	7,5	29,0	30,0	3,2
2,5	8,5	22,5	23,5	2,5
2,5	9,5	28,0	29,0	3,1
2,5	10,5	29,0	30,0	3,2

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
2,5	11,5	32,0	33,0	3,5
3,5	0,5	33,0	34,0	3,6
3,5	1,5	33,0	34,0	3,6
3,5	2,5	28,0	29,0	3,1
3,5	3,5	25,0	26,0	2,7
3,5	4,5	27,0	28,0	2,9
3,5	5,5	24,0	25,0	2,6
3,5	6,5	25,0	26,0	2,7
3,5	7,5	23,0	24,0	2,5
3,5	8,5	27,0	28,0	2,9
3,5	9,5	29,0	30,0	3,2
3,5	10,5	34,0	35,0	3,7
3,5	11,5	30,0	31,0	3,3
4,5	0,5	32,0	33,0	3,5
4,5	1,5	24,0	25,0	2,6
4,5	2,5	26,5	27,5	2,9
4,5	3,5	23,0	24,0	2,5
4,5	4,5	23,0	24,0	2,5
4,5	5,5	21,0	22,0	2,3
4,5	6,5	23,0	24,0	2,5
4,5	7,5	31,0	32,0	3,4
4,5	8,5	27,0	28,0	2,9
4,5	9,5	27,5	28,5	3,0
4,5	10,5	32,0	33,0	3,5
4,5	11,5	30,0	31,0	3,3
5,5	0,5	32,0	33,0	3,5
5,5	1,5	21,0	22,0	2,3
5,5	2,5	20,0	21,0	2,2
5,5	3,5	21,0	22,0	2,3
5,5	4,5	20,0	21,0	2,2
5,5	5,5	20,0	21,0	2,2
5,5	6,5	26,0	27,0	2,8
5,5	7,5	39,0	40,0	4,2
5,5	8,5	25,0	26,0	2,7
5,5	9,5	30,0	31,0	3,3
5,5	10,5	34,0	35,0	3,7
5,5	11,5	36,0	37,0	3,9
6,5	0,5	29,0	30,0	3,2
6,5	1,5	21,0	22,0	2,3

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
6,5	2,5	18,0	19,0	2,0
6,5	3,5	23,0	24,0	2,5
6,5	4,5	26,0	27,0	2,8
6,5	5,5	26,0	27,0	2,8
6,5	6,5	26,0	27,0	2,8
6,5	7,5	26,0	27,0	2,8
6,5	8,5	32,0	33,0	3,5
6,5	9,5	33,0	34,0	3,6
6,5	10,5	32,0	33,0	3,5
6,5	11,5	33,0	34,0	3,6
7,5	0,5	27,0	28,0	2,9
7,5	1,5	26,0	27,0	2,8
7,5	2,5	26,0	27,0	2,8
7,5	3,5	23,0	24,0	2,5
7,5	4,5	23,0	24,0	2,5
7,5	5,5	27,0	28,0	2,9
7,5	6,5	23,5	24,5	2,6
7,5	7,5	23,0	24,0	2,5
7,5	8,5	29,0	30,0	3,2
7,5	9,5	29,0	30,0	3,2
7,5	10,5	30,0	31,0	3,3
7,5	11,5	36,0	37,0	3,9
8,5	0,5	31,0	32,0	3,4
8,5	1,5	35,0	36,0	3,8
8,5	2,5	37,0	38,0	4,0
8,5	3,5	27,0	28,0	2,9
8,5	4,5	22,0	23,0	2,4
8,5	5,5	23,0	24,0	2,5
8,5	6,5	32,5	33,5	3,5
8,5	7,5	26,0	27,0	2,8
8,5	8,5	27,0	28,0	2,9
8,5	9,5	30,0	31,0	3,3
8,5	10,5	28,0	29,0	3,1
8,5	11,5	34,0	35,0	3,7
9,5	0,5	31,0	32,0	3,4
9,5	1,5	40,0	41,0	4,3
9,5	2,5	30,0	31,0	3,3
9,5	3,5	28,0	29,0	3,1
9,5	4,5	38,0	39,0	4,1

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
9,5	5,5	27,0	28,0	2,9
9,5	6,5	23,0	24,0	2,5
9,5	7,5	28,0	29,0	3,1
9,5	8,5	25,0	26,0	2,7
9,5	9,5	24,0	25,0	2,6
9,5	10,5	20,0	21,0	2,2
9,5	11,5	27,0	28,0	2,9
10,5	0,5	31,0	32,0	3,4
10,5	1,5	32,0	33,0	3,5
10,5	2,5	37,0	38,0	4,0
10,5	3,5	45,0	46,0	4,8
10,5	4,5	39,0	40,0	4,2
10,5	5,5	29,0	30,0	3,2
10,5	6,5	29,0	30,0	3,2
10,5	7,5	27,0	28,0	2,9
10,5	8,5	24,0	25,0	2,6
10,5	9,5	24,0	25,0	2,6
10,5	10,5	18,0	19,0	2,0
10,5	11,5	18,5	19,5	2,1
11,5	0,5	29,0	30,0	3,2
11,5	1,5	35,0	36,0	3,8
11,5	2,5	42,0	43,0	4,5
11,5	3,5	33,0	34,0	3,6
11,5	4,5	29,0	30,0	3,2
11,5	5,5	26,0	27,0	2,8
11,5	6,5	23,0	24,0	2,5
11,5	7,5	21,0	22,0	2,3
11,5	8,5	22,0	23,0	2,4
11,5	9,5	20,0	21,0	2,2
11,5	10,5	15,0	16,0	1,7
11,5	11,5	16,0	17,0	1,8

Tabla 27. Valores obtenidos uniformidad de riego marco 12x12 m prueba 2, con una evaporación de 2 mL.

Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Volumen vaso (mL)	Volumen vaso + evaporado (mL)	Precipitación (mm)
0,5	0,5	13,0	15,0	1,6
0,5	1,5	14,5	16,5	1,7
0,5	2,5	22,5	24,5	2,6
0,5	3,5	26,0	28,0	2,9
0,5	4,5	25,5	27,5	2,9
0,5	5,5	26,0	28,0	2,9
0,5	6,5	24,5	26,5	2,8
0,5	7,5	21,5	23,5	2,5
0,5	8,5	24,0	26,0	2,7
0,5	9,5	27,0	29,0	3,1
0,5	10,5	18,0	20,0	2,1
0,5	11,5	16,0	18,0	1,9
1,5	0,5	22,0	24,0	2,5
1,5	1,5	19,0	21,0	2,2
1,5	2,5	21,0	23,0	2,4
1,5	3,5	24,0	26,0	2,7
1,5	4,5	23,0	25,0	2,6
1,5	5,5	29,5	31,5	3,3
1,5	6,5	29,0	31,0	3,3
1,5	7,5	32,5	34,5	3,6
1,5	8,5	27,0	29,0	3,1
1,5	9,5	27,5	29,5	3,1
1,5	10,5	20,5	22,5	2,4
1,5	11,5	16,5	18,5	1,9
2,5	0,5	28,5	30,5	3,2
2,5	1,5	20,0	22,0	2,3
2,5	2,5	22,0	24,0	2,5
2,5	3,5	27,0	29,0	3,1
2,5	4,5	26,0	28,0	2,9
2,5	5,5	30,0	32,0	3,4
2,5	6,5	28,0	30,0	3,2
2,5	7,5	23,0	25,0	2,6
2,5	8,5	24,5	26,5	2,8
2,5	9,5	35,5	37,5	3,9
2,5	10,5	23,5	25,5	2,7

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
2,5	11,5	28,5	30,5	3,2
3,5	0,5	31,0	33,0	3,5
3,5	1,5	26,0	28,0	2,9
3,5	2,5	26,5	28,5	3,0
3,5	3,5	20,5	22,5	2,4
3,5	4,5	26,0	28,0	2,9
3,5	5,5	30,0	32,0	3,4
3,5	6,5	21,0	23,0	2,4
3,5	7,5	27,0	29,0	3,1
3,5	8,5	34,5	36,5	3,8
3,5	9,5	33,0	35,0	3,7
3,5	10,5	25,0	27,0	2,8
3,5	11,5	28,5	30,5	3,2
4,5	0,5	32,5	34,5	3,6
4,5	1,5	28,0	30,0	3,2
4,5	2,5	24,5	26,5	2,8
4,5	3,5	20,5	22,5	2,4
4,5	4,5	23,0	25,0	2,6
4,5	5,5	22,0	24,0	2,5
4,5	6,5	31,0	33,0	3,5
4,5	7,5	31,0	33,0	3,5
4,5	8,5	33,0	35,0	3,7
4,5	9,5	29,0	31,0	3,3
4,5	10,5	29,0	31,0	3,3
4,5	11,5	32,0	34,0	3,6
5,5	0,5	34,0	36,0	3,8
5,5	1,5	27,0	29,0	3,1
5,5	2,5	20,5	22,5	2,4
5,5	3,5	24,0	26,0	2,7
5,5	4,5	20,5	22,5	2,4
5,5	5,5	26,5	28,5	3,0
5,5	6,5	28,5	30,5	3,2
5,5	7,5	30,0	32,0	3,4
5,5	8,5	28,0	30,0	3,2
5,5	9,5	34,0	36,0	3,8
5,5	10,5	30,0	32,0	3,4
5,5	11,5	33,5	35,5	3,7
6,5	0,5	32,0	34,0	3,6
6,5	1,5	25,0	27,0	2,8

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
6,5	2,5	22,0	24,0	2,5
6,5	3,5	24,5	26,5	2,8
6,5	4,5	28,0	30,0	3,2
6,5	5,5	27,5	29,5	3,1
6,5	6,5	26,5	28,5	3,0
6,5	7,5	21,5	23,5	2,5
6,5	8,5	27,0	29,0	3,1
6,5	9,5	33,0	35,0	3,7
6,5	10,5	30,0	32,0	3,4
6,5	11,5	33,0	35,0	3,7
7,5	0,5	35,5	37,5	3,9
7,5	1,5	26,0	28,0	2,9
7,5	2,5	29,0	31,0	3,3
7,5	3,5	28,0	30,0	3,2
7,5	4,5	27,0	29,0	3,1
7,5	5,5	34,5	36,5	3,8
7,5	6,5	28,0	30,0	3,2
7,5	7,5	25,4	27,4	2,9
7,5	8,5	25,0	27,0	2,8
7,5	9,5	36,0	38,0	4,0
7,5	10,5	29,5	31,5	3,3
7,5	11,5	32,5	34,5	3,6
8,5	0,5	37,0	39,0	4,1
8,5	1,5	25,5	27,5	2,9
8,5	2,5	31,5	33,5	3,5
8,5	3,5	26,0	28,0	2,9
8,5	4,5	28,0	30,0	3,2
8,5	5,5	31,0	33,0	3,5
8,5	6,5	30,0	32,0	3,4
8,5	7,5	30,5	32,5	3,4
8,5	8,5	31,0	33,0	3,5
8,5	9,5	29,5	31,5	3,3
8,5	10,5	27,0	29,0	3,1
8,5	11,5	29,5	31,5	3,3
9,5	0,5	31,5	33,5	3,5
9,5	1,5	30,0	32,0	3,4
9,5	2,5	29,0	31,0	3,3
9,5	3,5	32,0	34,0	3,6
9,5	4,5	29,0	31,0	3,3

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
9,5	5,5	31,0	33,0	3,5
9,5	6,5	26,5	28,5	3,0
9,5	7,5	27,5	29,5	3,1
9,5	8,5	34,0	36,0	3,8
9,5	9,5	38,5	40,5	4,3
9,5	10,5	23,0	25,0	2,6
9,5	11,5	25,0	27,0	2,8
10,5	0,5	23,5	25,5	2,7
10,5	1,5	26,0	28,0	2,9
10,5	2,5	27,0	29,0	3,1
10,5	3,5	31,0	33,0	3,5
10,5	4,5	33,5	35,5	3,7
10,5	5,5	37,0	39,0	4,1
10,5	6,5	34,0	36,0	3,8
10,5	7,5	32,5	34,5	3,6
10,5	8,5	30,5	32,5	3,4
10,5	9,5	32,0	34,0	3,6
10,5	10,5	26,5	28,5	3,0
10,5	11,5	17,0	19,0	2,0
11,5	0,5	21,0	23,0	2,4
11,5	1,5	22,5	24,5	2,6
11,5	2,5	26,0	28,0	2,9
11,5	3,5	30,0	32,0	3,4
11,5	4,5	31,5	33,5	3,5
11,5	5,5	37,0	39,0	4,1
11,5	6,5	33,0	35,0	3,7
11,5	7,5	36,0	38,0	4,0
11,5	8,5	33,0	35,0	3,7
11,5	9,5	33,0	35,0	3,7
11,5	10,5	20,5	22,5	2,4
11,5	11,5	17,0	19,0	2,0

Tabla 28. Valores obtenidos uniformidad de riego marco 12x12 m prueba 3, con una evaporación de 1 mL.

Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Volumen vaso (mL)	Volumen vaso + evaporado (mL)	Precipitación (mm)
0,5	0,5	20,0	21,0	2,2
0,5	1,5	21,0	22,0	2,3
0,5	2,5	24,0	25,0	2,6
0,5	3,5	26,0	27,0	2,8
0,5	4,5	29,0	30,0	3,2
0,5	5,5	27,0	28,0	2,9
0,5	6,5	25,0	26,0	2,7
0,5	7,5	30,0	31,0	3,3
0,5	8,5	30,0	31,0	3,3
0,5	9,5	31,0	32,0	3,4
0,5	10,5	24,0	25,0	2,6
0,5	11,5	17,0	18,0	1,9
1,5	0,5	30,0	31,0	3,3
1,5	1,5	24,0	25,0	2,6
1,5	2,5	17,0	18,0	1,9
1,5	3,5	30,0	31,0	3,3
1,5	4,5	25,0	26,0	2,7
1,5	5,5	27,0	28,0	2,9
1,5	6,5	30,0	31,0	3,3
1,5	7,5	34,0	35,0	3,7
1,5	8,5	31,0	32,0	3,4
1,5	9,5	28,0	29,0	3,1
1,5	10,5	26,0	27,0	2,8
1,5	11,5	24,0	25,0	2,6
2,5	0,5	34,0	35,0	3,7
2,5	1,5	31,0	32,0	3,4
2,5	2,5	30,0	31,0	3,3
2,5	3,5	32,0	33,0	3,5
2,5	4,5	31,0	32,0	3,4
2,5	5,5	26,0	27,0	2,8
2,5	6,5	30,0	31,0	3,3
2,5	7,5	29,0	30,0	3,2
2,5	8,5	30,0	31,0	3,3
2,5	9,5	30,0	31,0	3,3
2,5	10,5	34,0	35,0	3,7

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
2,5	11,5	34,0	35,0	3,7
3,5	0,5	37,0	38,0	4,0
3,5	1,5	36,0	37,0	3,9
3,5	2,5	31,0	32,0	3,4
3,5	3,5	30,0	31,0	3,3
3,5	4,5	31,0	32,0	3,4
3,5	5,5	28,0	29,0	3,1
3,5	6,5	26,0	27,0	2,8
3,5	7,5	25,0	26,0	2,7
3,5	8,5	33,0	34,0	3,6
3,5	9,5	35,0	36,0	3,8
3,5	10,5	30,0	31,0	3,3
3,5	11,5	40,0	41,0	4,3
4,5	0,5	38,0	39,0	4,1
4,5	1,5	33,0	34,0	3,6
4,5	2,5	32,0	33,0	3,5
4,5	3,5	31,0	32,0	3,4
4,5	4,5	27,0	28,0	2,9
4,5	5,5	30,0	31,0	3,3
4,5	6,5	31,0	32,0	3,4
4,5	7,5	31,0	32,0	3,4
4,5	8,5	35,0	36,0	3,8
4,5	9,5	30,0	31,0	3,3
4,5	10,5	34,0	35,0	3,7
4,5	11,5	37,0	38,0	4,0
5,5	0,5	36,0	37,0	3,9
5,5	1,5	34,0	35,0	3,7
5,5	2,5	32,0	33,0	3,5
5,5	3,5	32,0	33,0	3,5
5,5	4,5	31,0	32,0	3,4
5,5	5,5	28,0	29,0	3,1
5,5	6,5	30,0	31,0	3,3
5,5	7,5	29,0	30,0	3,2
5,5	8,5	30,0	31,0	3,3
5,5	9,5	27,0	28,0	2,9
5,5	10,5	33,0	34,0	3,6
5,5	11,5	31,0	32,0	3,4
6,5	0,5	32,0	33,0	3,5
6,5	1,5	35,0	36,0	3,8

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
6,5	2,5	28,0	29,0	3,1
6,5	3,5	28,0	29,0	3,1
6,5	4,5	23,0	24,0	2,5
6,5	5,5	30,0	31,0	3,3
6,5	6,5	30,0	31,0	3,3
6,5	7,5	35,0	36,0	3,8
6,5	8,5	30,0	31,0	3,3
6,5	9,5	35,0	36,0	3,8
6,5	10,5	31,0	32,0	3,4
6,5	11,5	30,0	31,0	3,3
7,5	0,5	34,0	35,0	3,7
7,5	1,5	30,0	31,0	3,3
7,5	2,5	29,0	30,0	3,2
7,5	3,5	27,0	28,0	2,9
7,5	4,5	26,0	27,0	2,8
7,5	5,5	29,0	30,0	3,2
7,5	6,5	35,0	36,0	3,8
7,5	7,5	30,0	31,0	3,3
7,5	8,5	32,0	33,0	3,5
7,5	9,5	27,0	28,0	2,9
7,5	10,5	30,0	31,0	3,3
7,5	11,5	30,0	31,0	3,3
8,5	0,5	30,0	31,0	3,3
8,5	1,5	28,0	29,0	3,1
8,5	2,5	27,0	28,0	2,9
8,5	3,5	26,0	27,0	2,8
8,5	4,5	33,0	34,0	3,6
8,5	5,5	31,0	32,0	3,4
8,5	6,5	30,0	31,0	3,3
8,5	7,5	33,0	34,0	3,6
8,5	8,5	35,0	36,0	3,8
8,5	9,5	32,0	33,0	3,5
8,5	10,5	30,0	31,0	3,3
8,5	11,5	30,0	31,0	3,3
9,5	0,5	27,0	28,0	2,9
9,5	1,5	34,0	35,0	3,7
9,5	2,5	35,0	36,0	3,8
9,5	3,5	32,0	33,0	3,5
9,5	4,5	26,0	27,0	2,8

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
9,5	5,5	35,0	36,0	3,8
9,5	6,5	30,0	31,0	3,3
9,5	7,5	39,0	40,0	4,2
9,5	8,5	30,0	31,0	3,3
9,5	9,5	32,0	33,0	3,5
9,5	10,5	28,0	29,0	3,1
9,5	11,5	24,0	25,0	2,6
10,5	0,5	18,0	19,0	2,0
10,5	1,5	18,0	19,0	2,0
10,5	2,5	26,0	27,0	2,8
10,5	3,5	29,0	30,0	3,2
10,5	4,5	30,0	31,0	3,3
10,5	5,5	38,0	39,0	4,1
10,5	6,5	38,0	39,0	4,1
10,5	7,5	40,0	41,0	4,3
10,5	8,5	40,0	41,0	4,3
10,5	9,5	35,0	36,0	3,8
10,5	10,5	28,0	29,0	3,1
10,5	11,5	20,0	21,0	2,2
11,5	0,5	16,0	17,0	1,8
11,5	1,5	15,0	16,0	1,7
11,5	2,5	20,0	21,0	2,2
11,5	3,5	29,0	30,0	3,2
11,5	4,5	35,0	36,0	3,8
11,5	5,5	37,0	38,0	4,0
11,5	6,5	36,0	37,0	3,9
11,5	7,5	39,0	40,0	4,2
11,5	8,5	35,0	36,0	3,8
11,5	9,5	33,0	34,0	3,6
11,5	10,5	30,0	31,0	3,3
11,5	11,5	21,0	22,0	2,3

Tabla 29. Valores obtenidos uniformidad de riego marco 12x9 m prueba 1, con una evaporación de 2 mL.

Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Volumen vaso (mL)	Volumen vaso + evaporado (mL)	Precipitación (mm)
0,5	0,5	32,0	34,0	3,6
0,5	1,5	33,0	35,0	3,7
0,5	2,5	38,0	40,0	4,2
0,5	3,5	40,0	42,0	4,4
0,5	4,5	42,0	44,0	4,6
0,5	5,5	38,0	40,0	4,2
0,5	6,5	34,0	36,0	3,8
0,5	7,5	30,0	32,0	3,4
0,5	8,5	30,0	32,0	3,4
1,5	0,5	37,0	39,0	4,1
1,5	1,5	42,5	44,5	4,7
1,5	2,5	46,0	48,0	5,1
1,5	3,5	51,0	53,0	5,6
1,5	4,5	44,0	46,0	4,8
1,5	5,5	43,0	45,0	4,7
1,5	6,5	36,0	38,0	4,0
1,5	7,5	32,0	34,0	3,6
1,5	8,5	36,0	38,0	4,0
2,5	0,5	43,0	45,0	4,7
2,5	1,5	43,0	45,0	4,7
2,5	2,5	50,0	52,0	5,5
2,5	3,5	50,0	52,0	5,5
2,5	4,5	45,0	47,0	4,9
2,5	5,5	48,0	50,0	5,3
2,5	6,5	44,0	46,0	4,8
2,5	7,5	42,0	44,0	4,6
2,5	8,5	39,0	41,0	4,3
3,5	0,5	50,0	52,0	5,5
3,5	1,5	50,0	52,0	5,5
3,5	2,5	50,0	52,0	5,5
3,5	3,5	50,0	52,0	5,5
3,5	4,5	57,0	59,0	6,2
3,5	5,5	47,0	49,0	5,2
3,5	6,5	49,0	51,0	5,4
3,5	7,5	41,0	43,0	4,5

Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Volumen vaso (mL)	Volumen vaso + evaporado (mL)	Precipitación (mm)
3,5	8,5	48,0	50,0	5,3
4,5	0,5	52,0	54,0	5,7
4,5	1,5	44,0	46,0	4,8
4,5	2,5	55,0	57,0	6,0
4,5	3,5	51,0	53,0	5,6
4,5	4,5	50,0	52,0	5,5
4,5	5,5	55,0	57,0	6,0
4,5	6,5	49,0	51,0	5,4
4,5	7,5	39,0	41,0	4,3
4,5	8,5	47,0	49,0	5,2
5,5	0,5	49,0	51,0	5,4
5,5	1,5	42,0	44,0	4,6
5,5	2,5	55,0	57,0	6,0
5,5	3,5	49,0	51,0	5,4
5,5	4,5	50,0	52,0	5,5
5,5	5,5	48,0	50,0	5,3
5,5	6,5	48,0	50,0	5,3
5,5	7,5	39,0	41,0	4,3
5,5	8,5	43,0	45,0	4,7
6,5	0,5	48,0	50,0	5,3
6,5	1,5	48,0	50,0	5,3
6,5	2,5	51,0	53,0	5,6
6,5	3,5	52,0	54,0	5,7
6,5	4,5	49,0	51,0	5,4
6,5	5,5	51,0	53,0	5,6
6,5	6,5	46,0	48,0	5,1
6,5	7,5	37,0	39,0	4,1
6,5	8,5	39,0	41,0	4,3
7,5	0,5	42,0	44,0	4,6
7,5	1,5	45,0	47,0	4,9
7,5	2,5	54,0	56,0	5,9
7,5	3,5	52,0	54,0	5,7
7,5	4,5	52,0	54,0	5,7
7,5	5,5	46,0	48,0	5,1
7,5	6,5	45,0	47,0	4,9
7,5	7,5	39,0	41,0	4,3
7,5	8,5	41,0	43,0	4,5
8,5	0,5	44,0	46,0	4,8
8,5	1,5	44,0	46,0	4,8

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
8,5	2,5	43,0	45,0	4,7
8,5	3,5	44,0	46,0	4,8
8,5	4,5	43,0	45,0	4,7
8,5	5,5	43,0	45,0	4,7
8,5	6,5	39,0	41,0	4,3
8,5	7,5	40,0	42,0	4,4
8,5	8,5	41,0	43,0	4,5
9,5	0,5	43,0	45,0	4,7
9,5	1,5	40,0	42,0	4,4
9,5	2,5	40,0	42,0	4,4
9,5	3,5	46,0	48,0	5,1
9,5	4,5	41,0	43,0	4,5
9,5	5,5	47,0	49,0	5,2
9,5	6,5	45,0	47,0	4,9
9,5	7,5	34,0	36,0	3,8
9,5	8,5	38,0	40,0	4,2
10,5	0,5	35,0	37,0	3,9
10,5	1,5	37,0	39,0	4,1
10,5	2,5	40,0	42,0	4,4
10,5	3,5	44,0	46,0	4,8
10,5	4,5	45,0	47,0	4,9
10,5	5,5	41,0	43,0	4,5
10,5	6,5	35,0	37,0	3,9
10,5	7,5	33,0	35,0	3,7
10,5	8,5	27,0	29,0	3,1
11,5	0,5	29,0	31,0	3,3
11,5	1,5	29,0	31,0	3,3
11,5	2,5	32,0	34,0	3,6
11,5	3,5	37,0	39,0	4,1
11,5	4,5	39,0	41,0	4,3
11,5	5,5	40,0	42,0	4,4
11,5	6,5	33,0	35,0	3,7
11,5	7,5	26,0	28,0	2,9
11,5	8,5	25,0	27,0	2,8

Tabla 30. Valores obtenidos uniformidad de riego marco 12x9 m prueba 2, con una evaporación de 3 mL.

Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Volumen vaso (mL)	Volumen vaso + evaporado (mL)	Precipitación (mm)
0,5	0,5	26,0	29,0	3,1
0,5	1,5	25,0	28,0	2,9
0,5	2,5	30,0	33,0	3,5
0,5	3,5	39,0	42,0	4,4
0,5	4,5	43,0	46,0	4,8
0,5	5,5	43,0	46,0	4,8
0,5	6,5	43,0	46,0	4,8
0,5	7,5	35,0	38,0	4,0
0,5	8,5	28,0	31,0	3,3
1,5	0,5	35,0	38,0	4,0
1,5	1,5	29,0	32,0	3,4
1,5	2,5	36,0	39,0	4,1
1,5	3,5	48,0	51,0	5,4
1,5	4,5	45,0	48,0	5,1
1,5	5,5	45,0	48,0	5,1
1,5	6,5	40,0	43,0	4,5
1,5	7,5	39,0	42,0	4,4
1,5	8,5	33,0	36,0	3,8
2,5	0,5	44,0	47,0	4,9
2,5	1,5	36,0	39,0	4,1
2,5	2,5	40,0	43,0	4,5
2,5	3,5	39,0	42,0	4,4
2,5	4,5	48,0	51,0	5,4
2,5	5,5	45,0	48,0	5,1
2,5	6,5	49,0	52,0	5,5
2,5	7,5	40,0	43,0	4,5
2,5	8,5	40,0	43,0	4,5
3,5	0,5	46,0	49,0	5,2
3,5	1,5	36,0	39,0	4,1
3,5	2,5	35,0	38,0	4,0
3,5	3,5	42,0	45,0	4,7
3,5	4,5	46,0	49,0	5,2
3,5	5,5	51,0	54,0	5,7
3,5	6,5	48,0	51,0	5,4
3,5	7,5	47,0	50,0	5,3

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
3,5	8,5	46,0	49,0	5,2
4,5	0,5	49,0	52,0	5,5
4,5	1,5	37,0	40,0	4,2
4,5	2,5	39,0	42,0	4,4
4,5	3,5	47,0	50,0	5,3
4,5	4,5	47,0	50,0	5,3
4,5	5,5	46,0	49,0	5,2
4,5	6,5	48,0	51,0	5,4
4,5	7,5	47,0	50,0	5,3
4,5	8,5	43,0	46,0	4,8
5,5	0,5	45,0	48,0	5,1
5,5	1,5	38,0	41,0	4,3
5,5	2,5	37,0	40,0	4,2
5,5	3,5	42,0	45,0	4,7
5,5	4,5	41,0	44,0	4,6
5,5	5,5	46,0	49,0	5,2
5,5	6,5	45,0	48,0	5,1
5,5	7,5	45,0	48,0	5,1
5,5	8,5	46,0	49,0	5,2
6,5	0,5	46,5	49,5	5,2
6,5	1,5	40,0	43,0	4,5
6,5	2,5	36,0	39,0	4,1
6,5	3,5	42,0	45,0	4,7
6,5	4,5	43,0	46,0	4,8
6,5	5,5	52,0	55,0	5,8
6,5	6,5	47,0	50,0	5,3
6,5	7,5	40,0	43,0	4,5
6,5	8,5	45,0	48,0	5,1
7,5	0,5	56,0	59,0	6,2
7,5	1,5	41,0	44,0	4,6
7,5	2,5	39,0	42,0	4,4
7,5	3,5	40,0	43,0	4,5
7,5	4,5	45,0	48,0	5,1
7,5	5,5	42,0	45,0	4,7
7,5	6,5	39,0	42,0	4,4
7,5	7,5	42,0	45,0	4,7
7,5	8,5	43,0	46,0	4,8
8,5	0,5	48,0	51,0	5,4
8,5	1,5	41,0	44,0	4,6

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
8,5	2,5	35,0	38,0	4,0
8,5	3,5	48,0	51,0	5,4
8,5	4,5	37,0	40,0	4,2
8,5	5,5	47,0	50,0	5,3
8,5	6,5	43,0	46,0	4,8
8,5	7,5	38,0	41,0	4,3
8,5	8,5	42,0	45,0	4,7
9,5	0,5	35,0	38,0	4,0
9,5	1,5	36,0	39,0	4,1
9,5	2,5	41,0	44,0	4,6
9,5	3,5	44,0	47,0	4,9
9,5	4,5	40,0	43,0	4,5
9,5	5,5	42,0	45,0	4,7
9,5	6,5	43,0	46,0	4,8
9,5	7,5	44,0	47,0	4,9
9,5	8,5	36,0	39,0	4,1
10,5	0,5	32,0	35,0	3,7
10,5	1,5	28,0	31,0	3,3
10,5	2,5	34,0	37,0	3,9
10,5	3,5	41,0	44,0	4,6
10,5	4,5	47,0	50,0	5,3
10,5	5,5	47,0	50,0	5,3
10,5	6,5	39,0	42,0	4,4
10,5	7,5	35,0	38,0	4,0
10,5	8,5	29,0	32,0	3,4
11,5	0,5	24,0	27,0	2,8
11,5	1,5	25,0	28,0	2,9
11,5	2,5	35,0	38,0	4,0
11,5	3,5	39,0	42,0	4,4
11,5	4,5	41,0	44,0	4,6
11,5	5,5	42,0	45,0	4,7
11,5	6,5	42,0	45,0	4,7
11,5	7,5	35,0	38,0	4,0
11,5	8,5	27,0	30,0	3,2

Tabla 31. Valores obtenidos uniformidad de riego marco 12x9 m prueba 3, con una evaporación de 2 mL.

Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Volumen vaso (mL)	Volumen vaso + evaporado (mL)	Precipitación (mm)
0,5	0,5	30,0	32,0	3,4
0,5	1,5	26,0	28,0	2,9
0,5	2,5	29,0	31,0	3,3
0,5	3,5	37,0	39,0	4,1
0,5	4,5	42,0	44,0	4,6
0,5	5,5	43,0	45,0	4,7
0,5	6,5	43,0	45,0	4,7
0,5	7,5	40,0	42,0	4,4
0,5	8,5	30,0	32,0	3,4
1,5	0,5	33,0	35,0	3,7
1,5	1,5	31,0	33,0	3,5
1,5	2,5	35,0	37,0	3,9
1,5	3,5	42,0	44,0	4,6
1,5	4,5	51,0	53,0	5,6
1,5	5,5	52,0	54,0	5,7
1,5	6,5	43,0	45,0	4,7
1,5	7,5	46,0	48,0	5,1
1,5	8,5	44,0	46,0	4,8
2,5	0,5	44,0	46,0	4,8
2,5	1,5	40,0	42,0	4,4
2,5	2,5	45,0	47,0	4,9
2,5	3,5	46,0	48,0	5,1
2,5	4,5	48,0	50,0	5,3
2,5	5,5	41,0	43,0	4,5
2,5	6,5	51,0	53,0	5,6
2,5	7,5	50,0	52,0	5,5
2,5	8,5	42,0	44,0	4,6
3,5	0,5	44,0	46,0	4,8
3,5	1,5	45,0	47,0	4,9
3,5	2,5	41,0	43,0	4,5
3,5	3,5	37,0	39,0	4,1
3,5	4,5	41,5	43,5	4,6
3,5	5,5	53,0	55,0	5,8
3,5	6,5	53,0	55,0	5,8
3,5	7,5	42,5	44,5	4,7

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
3,5	8,5	45,0	47,0	4,9
4,5	0,5	39,0	41,0	4,3
4,5	1,5	38,0	40,0	4,2
4,5	2,5	38,0	40,0	4,2
4,5	3,5	36,0	38,0	4,0
4,5	4,5	44,0	46,0	4,8
4,5	5,5	42,0	44,0	4,6
4,5	6,5	54,0	56,0	5,9
4,5	7,5	44,0	46,0	4,8
4,5	8,5	44,0	46,0	4,8
5,5	0,5	39,0	41,0	4,3
5,5	1,5	42,0	44,0	4,6
5,5	2,5	37,0	39,0	4,1
5,5	3,5	43,0	45,0	4,7
5,5	4,5	44,0	46,0	4,8
5,5	5,5	43,0	45,0	4,7
5,5	6,5	42,0	44,0	4,6
5,5	7,5	44,0	46,0	4,8
5,5	8,5	43,0	45,0	4,7
6,5	0,5	40,0	42,0	4,4
6,5	1,5	43,0	45,0	4,7
6,5	2,5	31,0	33,0	3,5
6,5	3,5	39,0	41,0	4,3
6,5	4,5	45,0	47,0	4,9
6,5	5,5	43,0	45,0	4,7
6,5	6,5	46,0	48,0	5,1
6,5	7,5	48,0	50,0	5,3
6,5	8,5	41,0	43,0	4,5
7,5	0,5	43,0	45,0	4,7
7,5	1,5	41,0	43,0	4,5
7,5	2,5	40,0	42,0	4,4
7,5	3,5	41,0	43,0	4,5
7,5	4,5	41,0	43,0	4,5
7,5	5,5	39,0	41,0	4,3
7,5	6,5	49,0	51,0	5,4
7,5	7,5	47,0	49,0	5,2
7,5	8,5	39,0	41,0	4,3
8,5	0,5	41,0	43,0	4,5
8,5	1,5	41,0	43,0	4,5

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
8,5	2,5	37,0	39,0	4,1
8,5	3,5	41,0	43,0	4,5
8,5	4,5	38,0	40,0	4,2
8,5	5,5	45,0	47,0	4,9
8,5	6,5	44,0	46,0	4,8
8,5	7,5	44,0	46,0	4,8
8,5	8,5	42,0	44,0	4,6
9,5	0,5	38,0	40,0	4,2
9,5	1,5	38,0	40,0	4,2
9,5	2,5	38,0	40,0	4,2
9,5	3,5	38,0	40,0	4,2
9,5	4,5	37,0	39,0	4,1
9,5	5,5	44,0	46,0	4,8
9,5	6,5	49,0	51,0	5,4
9,5	7,5	38,0	40,0	4,2
9,5	8,5	38,0	40,0	4,2
10,5	0,5	33,0	35,0	3,7
10,5	1,5	27,0	29,0	3,1
10,5	2,5	28,0	30,0	3,2
10,5	3,5	34,0	36,0	3,8
10,5	4,5	44,0	46,0	4,8
10,5	5,5	43,0	45,0	4,7
10,5	6,5	46,0	48,0	5,1
10,5	7,5	42,0	44,0	4,6
10,5	8,5	36,0	38,0	4,0
11,5	0,5	21,0	23,0	2,4
11,5	1,5	22,0	24,0	2,5
11,5	2,5	28,0	30,0	3,2
11,5	3,5	36,0	38,0	4,0
11,5	4,5	41,5	43,5	4,6
11,5	5,5	43,0	45,0	4,7
11,5	6,5	40,0	42,0	4,4
11,5	7,5	40,0	42,0	4,4
11,5	8,5	29,0	31,0	3,3

Tabla 32. Valores obtenidos uniformidad de riego marco 9x9 m prueba 1, con una evaporación de 2 mL.

Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Volumen vaso (mL)	Volumen vaso + evaporado (mL)	Precipitación (mm)
0,5	0,5	46,0	48,0	5,1
0,5	1,5	43,0	45,0	4,7
0,5	2,5	50,0	52,0	5,5
0,5	3,5	56,0	58,0	6,1
0,5	4,5	58,0	60,0	6,3
0,5	5,5	55,0	57,0	6,0
0,5	6,5	45,0	47,0	4,9
0,5	7,5	42,0	44,0	4,6
0,5	8,5	42,0	44,0	4,6
1,5	0,5	52,0	54,0	5,7
1,5	1,5	47,5	49,5	5,2
1,5	2,5	52,0	54,0	5,7
1,5	3,5	57,0	59,0	6,2
1,5	4,5	55,0	57,0	6,0
1,5	5,5	54,0	56,0	5,9
1,5	6,5	59,0	61,0	6,4
1,5	7,5	47,0	49,0	5,2
1,5	8,5	48,0	50,0	5,3
2,5	0,5	46,0	48,0	5,1
2,5	1,5	51,0	53,0	5,6
2,5	2,5	54,0	56,0	5,9
2,5	3,5	55,0	57,0	6,0
2,5	4,5	63,0	65,0	6,8
2,5	5,5	68,0	70,0	7,4
2,5	6,5	60,0	62,0	6,5
2,5	7,5	52,0	54,0	5,7
2,5	8,5	54,0	56,0	5,9
3,5	0,5	63,0	65,0	6,8
3,5	1,5	54,0	56,0	5,9
3,5	2,5	62,0	64,0	6,7
3,5	3,5	63,0	65,0	6,8
3,5	4,5	62,0	64,0	6,7
3,5	5,5	61,0	63,0	6,6
3,5	6,5	65,0	67,0	7,1
3,5	7,5	72,0	74,0	7,8

Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Volumen vaso (mL)	Volumen vaso + evaporado (mL)	Precipitación (mm)
3,5	8,5	42,0	44,0	4,6
4,5	0,5	55,0	57,0	6,0
4,5	1,5	58,0	60,0	6,3
4,5	2,5	58,0	60,0	6,3
4,5	3,5	63,0	65,0	6,8
4,5	4,5	60,0	62,0	6,5
4,5	5,5	60,0	62,0	6,5
4,5	6,5	68,0	70,0	7,4
4,5	7,5	66,0	68,0	7,2
4,5	8,5	50,0	52,0	5,5
5,5	0,5	56,0	58,0	6,1
5,5	1,5	54,0	56,0	5,9
5,5	2,5	55,0	57,0	6,0
5,5	3,5	56,0	58,0	6,1
5,5	4,5	61,0	63,0	6,6
5,5	5,5	62,0	64,0	6,7
5,5	6,5	63,0	65,0	6,8
5,5	7,5	57,0	59,0	6,2
5,5	8,5	51,0	53,0	5,6
6,5	0,5	48,0	50,0	5,3
6,5	1,5	52,0	54,0	5,7
6,5	2,5	48,0	50,0	5,3
6,5	3,5	55,0	57,0	6,0
6,5	4,5	59,0	61,0	6,4
6,5	5,5	54,0	56,0	5,9
6,5	6,5	61,0	63,0	6,6
6,5	7,5	55,0	57,0	6,0
6,5	8,5	53,0	55,0	5,8
7,5	0,5	45,0	47,0	4,9
7,5	1,5	40,0	42,0	4,4
7,5	2,5	42,0	44,0	4,6
7,5	3,5	44,0	46,0	4,8
7,5	4,5	53,0	55,0	5,8
7,5	5,5	58,0	60,0	6,3
7,5	6,5	61,0	63,0	6,6
7,5	7,5	57,0	59,0	6,2
7,5	8,5	44,0	46,0	4,8
8,5	0,5	34,0	36,0	3,8
8,5	1,5	33,0	35,0	3,7

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
8,5	2,5	42,0	44,0	4,6
8,5	3,5	50,0	52,0	5,5
8,5	4,5	47,0	49,0	5,2
8,5	5,5	50,0	52,0	5,5
8,5	6,5	52,0	54,0	5,7
8,5	7,5	53,0	55,0	5,8
8,5	8,5	42,0	44,0	4,6

Tabla 33. Valores obtenidos uniformidad de riego marco 9x9 m prueba 2, con una evaporación de 3 mL.

Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Volumen vaso (mL)	Volumen vaso + evaporado (mL)	Precipitación (mm)
0,5	0,5	40,0	43,0	4,5
0,5	1,5	38,0	41,0	4,3
0,5	2,5	45,0	48,0	5,1
0,5	3,5	48,0	51,0	5,4
0,5	4,5	55,0	58,0	6,1
0,5	5,5	55,0	58,0	6,1
0,5	6,5	48,0	51,0	5,4
0,5	7,5	42,0	45,0	4,7
0,5	8,5	38,0	41,0	4,3
1,5	0,5	41,0	44,0	4,6
1,5	1,5	38,0	41,0	4,3
1,5	2,5	48,0	51,0	5,4
1,5	3,5	47,0	50,0	5,3
1,5	4,5	47,0	50,0	5,3
1,5	5,5	47,0	50,0	5,3
1,5	6,5	55,0	58,0	6,1
1,5	7,5	54,0	57,0	6,0
1,5	8,5	48,0	51,0	5,4
2,5	0,5	45,0	48,0	5,1
2,5	1,5	44,0	47,0	4,9
2,5	2,5	47,0	50,0	5,3
2,5	3,5	47,0	50,0	5,3
2,5	4,5	54,0	57,0	6,0
2,5	5,5	52,0	55,0	5,8
2,5	6,5	55,0	58,0	6,1
2,5	7,5	55,0	58,0	6,1
2,5	8,5	49,0	52,0	5,5
3,5	0,5	54,0	57,0	6,0
3,5	1,5	49,0	52,0	5,5
3,5	2,5	46,0	49,0	5,2
3,5	3,5	50,0	53,0	5,6
3,5	4,5	50,0	53,0	5,6
3,5	5,5	56,0	59,0	6,2
3,5	6,5	59,0	62,0	6,5
3,5	7,5	54,0	57,0	6,0

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
3,5	8,5	51,0	54,0	5,7
4,5	0,5	52,0	55,0	5,8
4,5	1,5	54,0	57,0	6,0
4,5	2,5	45,0	48,0	5,1
4,5	3,5	56,0	59,0	6,2
4,5	4,5	57,0	60,0	6,3
4,5	5,5	57,0	60,0	6,3
4,5	6,5	60,0	63,0	6,6
4,5	7,5	63,0	66,0	6,9
4,5	8,5	62,0	65,0	6,8
5,5	0,5	56,0	59,0	6,2
5,5	1,5	51,0	54,0	5,7
5,5	2,5	50,0	53,0	5,6
5,5	3,5	52,5	55,5	5,8
5,5	4,5	61,0	64,0	6,7
5,5	5,5	63,0	66,0	6,9
5,5	6,5	63,0	66,0	6,9
5,5	7,5	63,0	66,0	6,9
5,5	8,5	60,0	63,0	6,6
6,5	0,5	55,0	58,0	6,1
6,5	1,5	50,0	53,0	5,6
6,5	2,5	48,0	51,0	5,4
6,5	3,5	54,0	57,0	6,0
6,5	4,5	56,0	59,0	6,2
6,5	5,5	64,0	67,0	7,1
6,5	6,5	68,0	71,0	7,5
6,5	7,5	62,0	65,0	6,8
6,5	8,5	59,0	62,0	6,5
7,5	0,5	45,0	48,0	5,1
7,5	1,5	40,0	43,0	4,5
7,5	2,5	49,0	52,0	5,5
7,5	3,5	54,0	57,0	6,0
7,5	4,5	58,0	61,0	6,4
7,5	5,5	58,0	61,0	6,4
7,5	6,5	63,0	66,0	6,9
7,5	7,5	55,0	58,0	6,1
7,5	8,5	51,0	54,0	5,7
8,5	0,5	37,0	40,0	4,2
8,5	1,5	39,0	42,0	4,4

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
8,5	2,5	44,0	47,0	4,9
8,5	3,5	47,0	50,0	5,3
8,5	4,5	58,0	61,0	6,4
8,5	5,5	53,0	56,0	5,9
8,5	6,5	57,0	60,0	6,3
8,5	7,5	54,0	57,0	6,0
8,5	8,5	48,0	51,0	5,4

Tabla 34. Valores obtenidos uniformidad de riego marco 9x9 m prueba 3, con una evaporación de 3 mL.

Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Volumen vaso (mL)	Volumen vaso + evaporado (mL)	Precipitación (mm)
0,5	0,5	64,0	67,0	6,7
0,5	1,5	40,0	43,0	4,2
0,5	2,5	44,0	47,0	4,6
0,5	3,5	50,0	53,0	5,3
0,5	4,5	55,0	58,0	5,8
0,5	5,5	51,0	54,0	5,4
0,5	6,5	45,0	48,0	4,7
0,5	7,5	38,0	41,0	4,0
0,5	8,5	38,0	41,0	4,0
1,5	0,5	45,0	48,0	4,7
1,5	1,5	48,0	51,0	5,1
1,5	2,5	48,0	51,0	5,1
1,5	3,5	52,0	55,0	5,5
1,5	4,5	58,0	61,0	6,1
1,5	5,5	58,0	61,0	6,1
1,5	6,5	52,0	55,0	5,5
1,5	7,5	42,0	45,0	4,4
1,5	8,5	43,0	46,0	4,5
2,5	0,5	47,0	50,0	4,9
2,5	1,5	48,0	51,0	5,1
2,5	2,5	55,0	58,0	5,8
2,5	3,5	59,0	62,0	6,2
2,5	4,5	50,0	53,0	5,3
2,5	5,5	56,0	59,0	5,9
2,5	6,5	57,0	60,0	6,0
2,5	7,5	58,0	61,0	6,1
2,5	8,5	52,0	55,0	5,5
3,5	0,5	58,0	61,0	6,1
3,5	1,5	54,0	57,0	5,7
3,5	2,5	55,0	58,0	5,8
3,5	3,5	55,0	58,0	5,8
3,5	4,5	57,0	60,0	6,0
3,5	5,5	58,0	61,0	6,1
3,5	6,5	59,0	62,0	6,2
3,5	7,5	61,0	64,0	6,4

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
3,5	8,5	57,0	60,0	6,0
4,5	0,5	55,0	58,0	5,8
4,5	1,5	53,0	56,0	5,6
4,5	2,5	58,0	61,0	6,1
4,5	3,5	59,0	62,0	6,2
4,5	4,5	58,0	61,0	6,1
4,5	5,5	65,0	68,0	6,8
4,5	6,5	63,0	66,0	6,6
4,5	7,5	54,0	57,0	5,7
4,5	8,5	58,0	61,0	6,1
5,5	0,5	58,0	61,0	6,1
5,5	1,5	52,0	55,0	5,5
5,5	2,5	52,0	55,0	5,5
5,5	3,5	52,0	55,0	5,5
5,5	4,5	64,0	67,0	6,7
5,5	5,5	65,0	68,0	6,8
5,5	6,5	61,0	64,0	6,4
5,5	7,5	58,0	61,0	6,1
5,5	8,5	62,0	65,0	6,5
6,5	0,5	54,0	57,0	5,7
6,5	1,5	51,0	54,0	5,4
6,5	2,5	50,0	53,0	5,3
6,5	3,5	56,0	59,0	5,9
6,5	4,5	51,0	54,0	5,4
6,5	5,5	60,0	63,0	6,3
6,5	6,5	59,0	62,0	6,2
6,5	7,5	63,0	66,0	6,6
6,5	8,5	58,0	61,0	6,1
7,5	0,5	51,0	54,0	5,4
7,5	1,5	47,0	50,0	4,9
7,5	2,5	50,0	53,0	5,3
7,5	3,5	56,0	59,0	5,9
7,5	4,5	59,0	62,0	6,2
7,5	5,5	61,0	64,0	6,4
7,5	6,5	58,0	61,0	6,1
7,5	7,5	54,0	57,0	5,7
7,5	8,5	44,0	47,0	4,6
8,5	0,5	40,0	43,0	4,2
8,5	1,5	36,0	39,0	3,8

<b>Coordenada X (m)</b>	<b>Coordenada Y (m)</b>	<b>Volumen vaso (mL)</b>	<b>Volumen vaso + evaporado (mL)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
8,5	2,5	40,0	43,0	4,2
8,5	3,5	45,0	48,0	4,7
8,5	4,5	58,0	61,0	6,1
8,5	5,5	53,0	56,0	5,6
8,5	6,5	57,0	60,0	6,0
8,5	7,5	46,0	49,0	4,8
8,5	8,5	56,0	59,0	5,9

## 8.5 Resultados Surfer

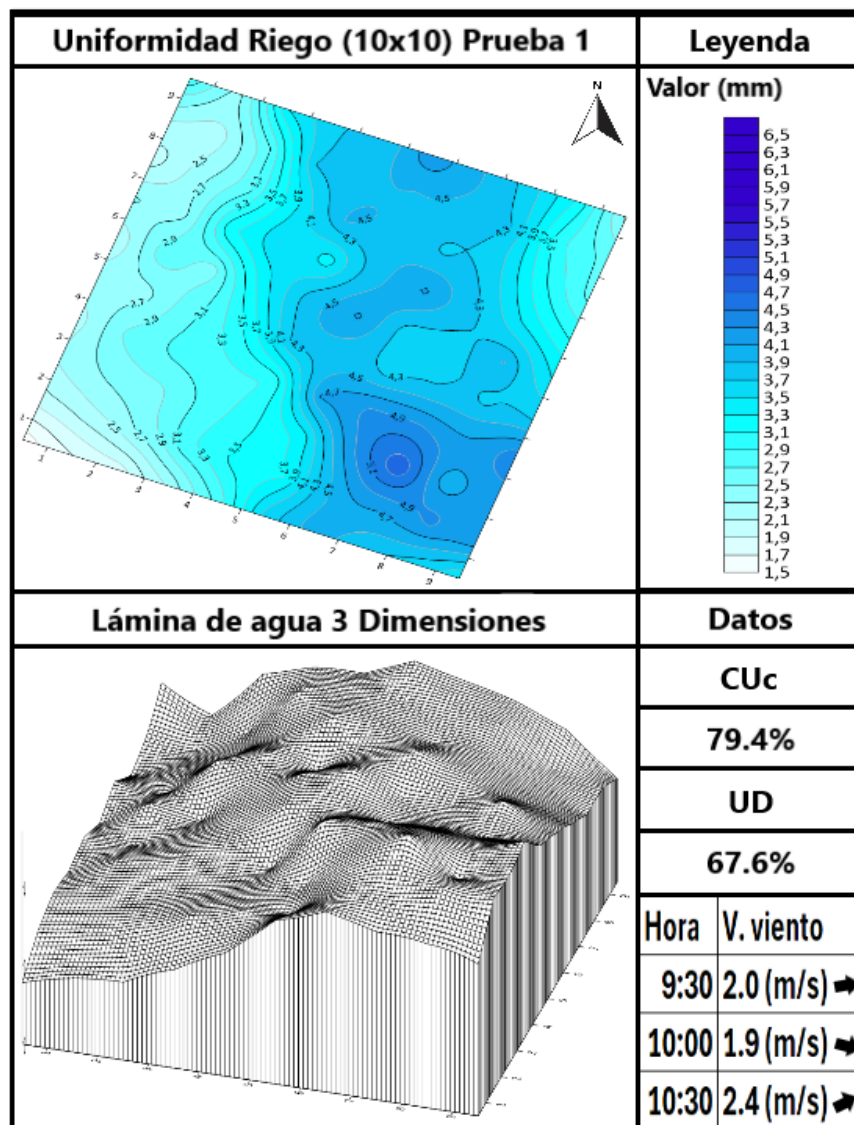


Figura 13. Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 10x10 m en la prueba 1. (Fuente: elaboración propia)

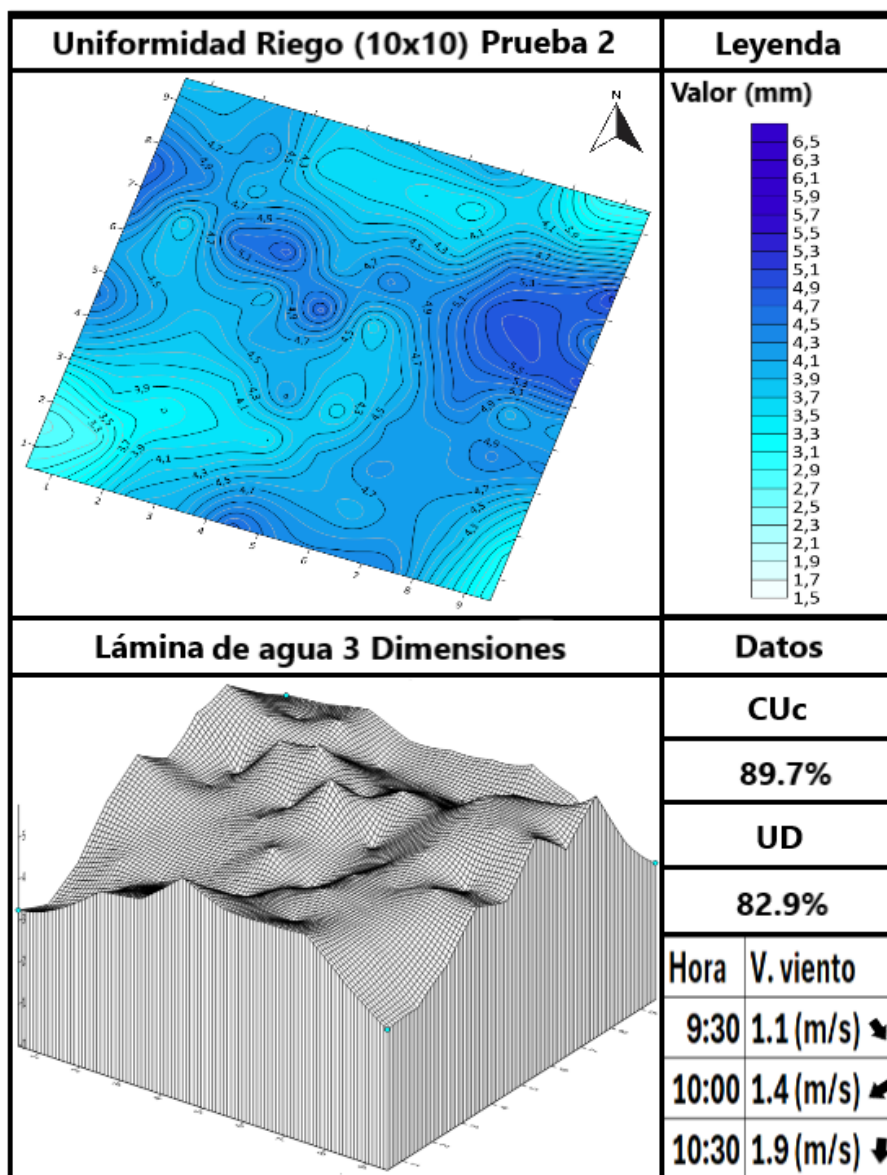


Figura 14. Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 10x10 m en la prueba 2. (Fuente: elaboración propia)

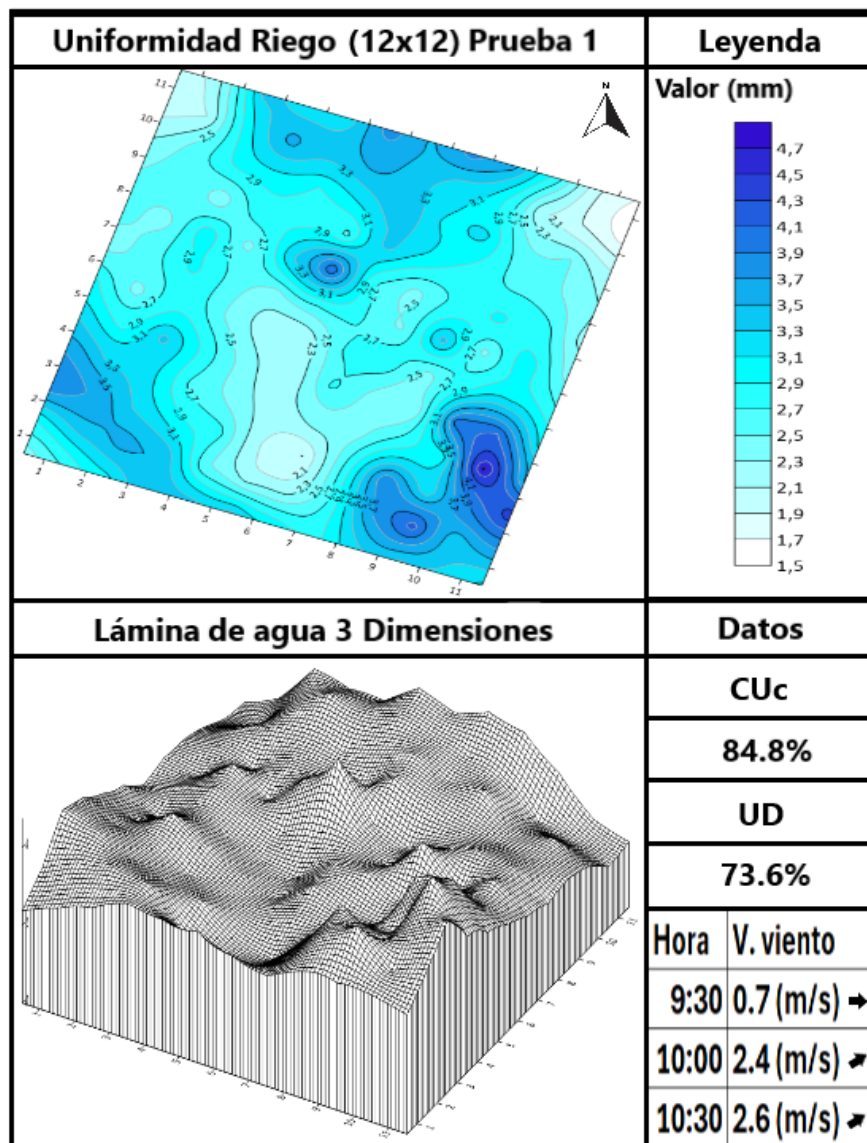


Figura 15. Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 12x12 m en la prueba 1. (Fuente: elaboración propia)

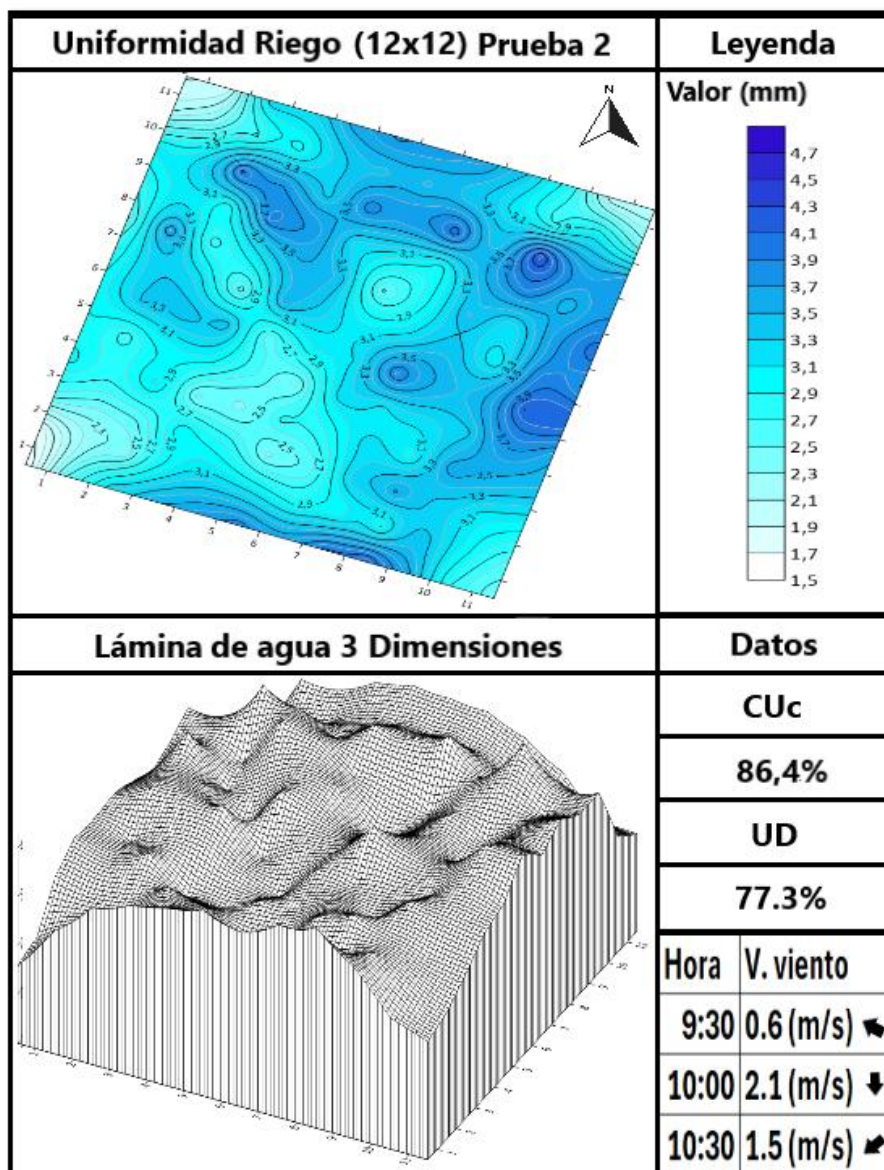


Figura 16. Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 12x12 m en la prueba 2. (Fuente: elaboración propia)

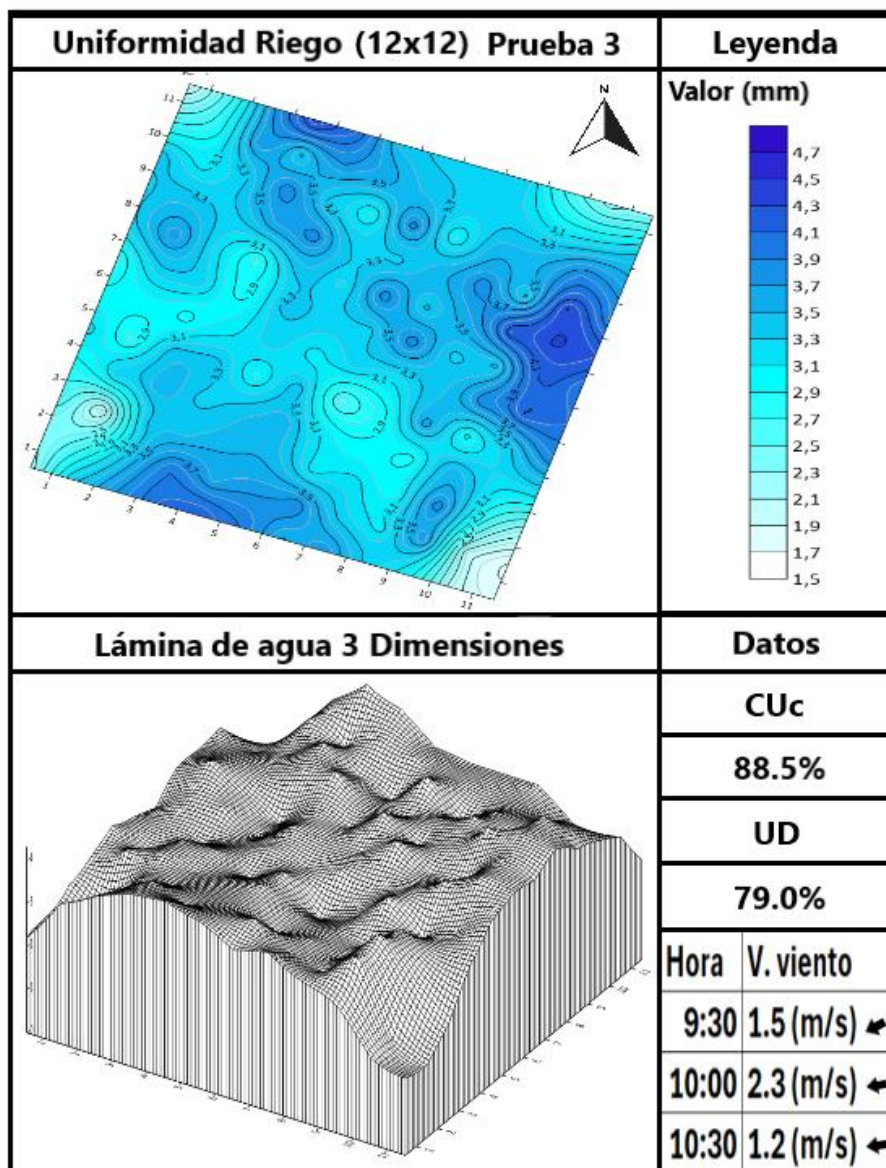


Figura 17. Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 12x12 m en la prueba 3. (Fuente: elaboración propia)

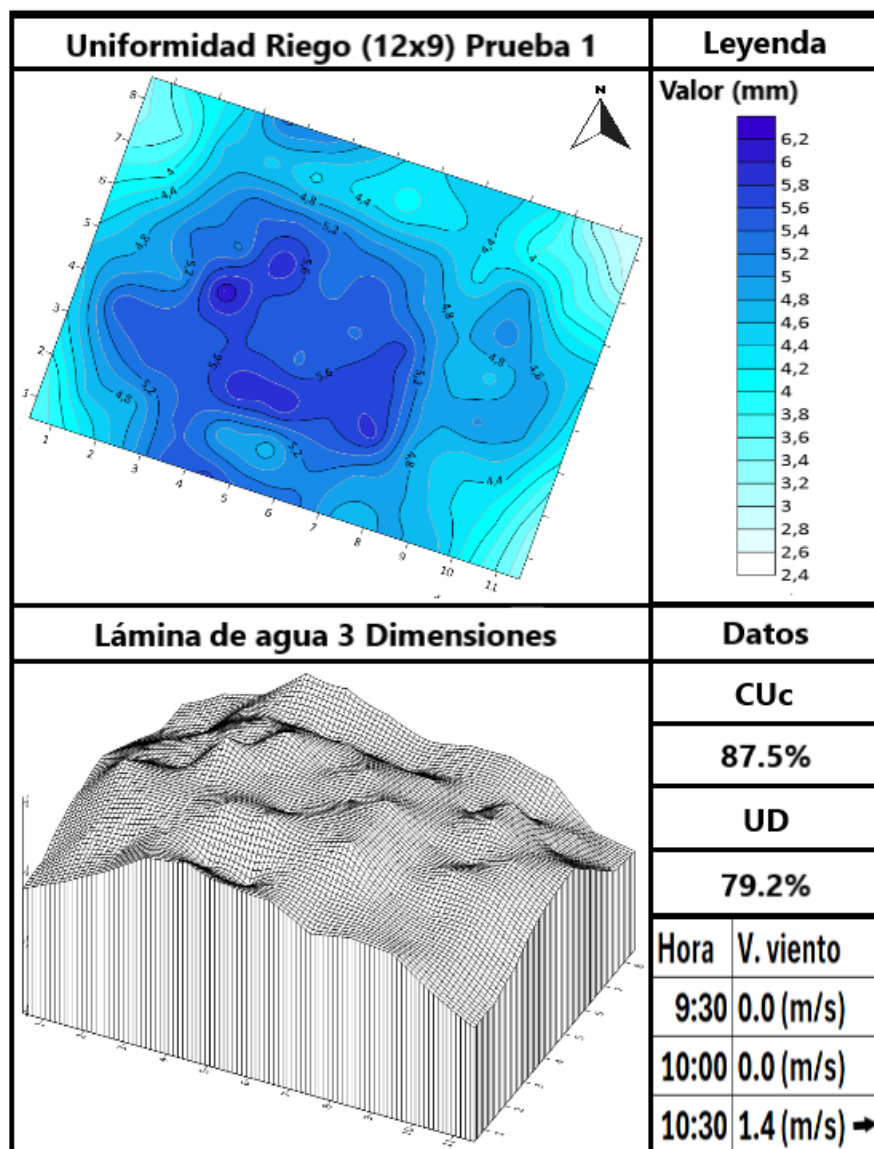


Figura 18. Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 12x9 m en la prueba 1. (Fuente: elaboración propia)

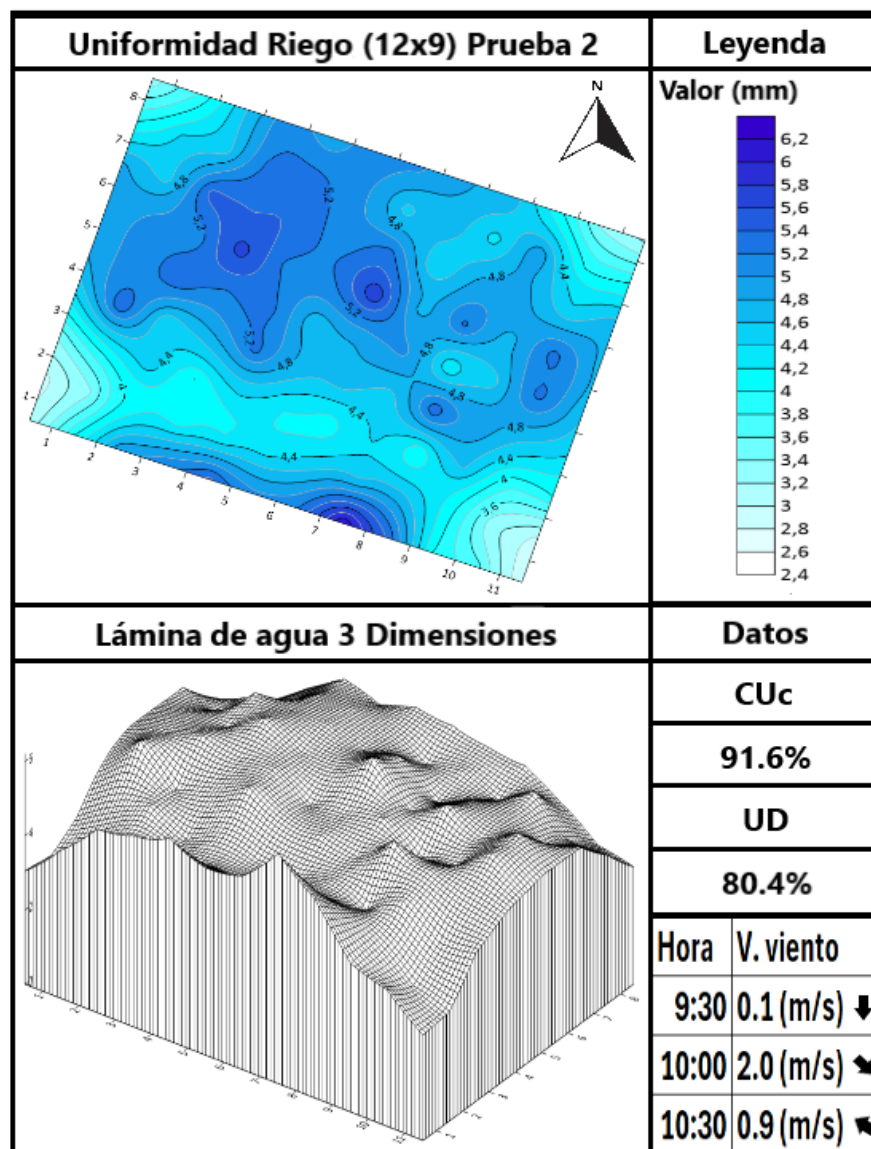


Figura 19. Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 12x9 m en la prueba 2. (Fuente: elaboración propia)

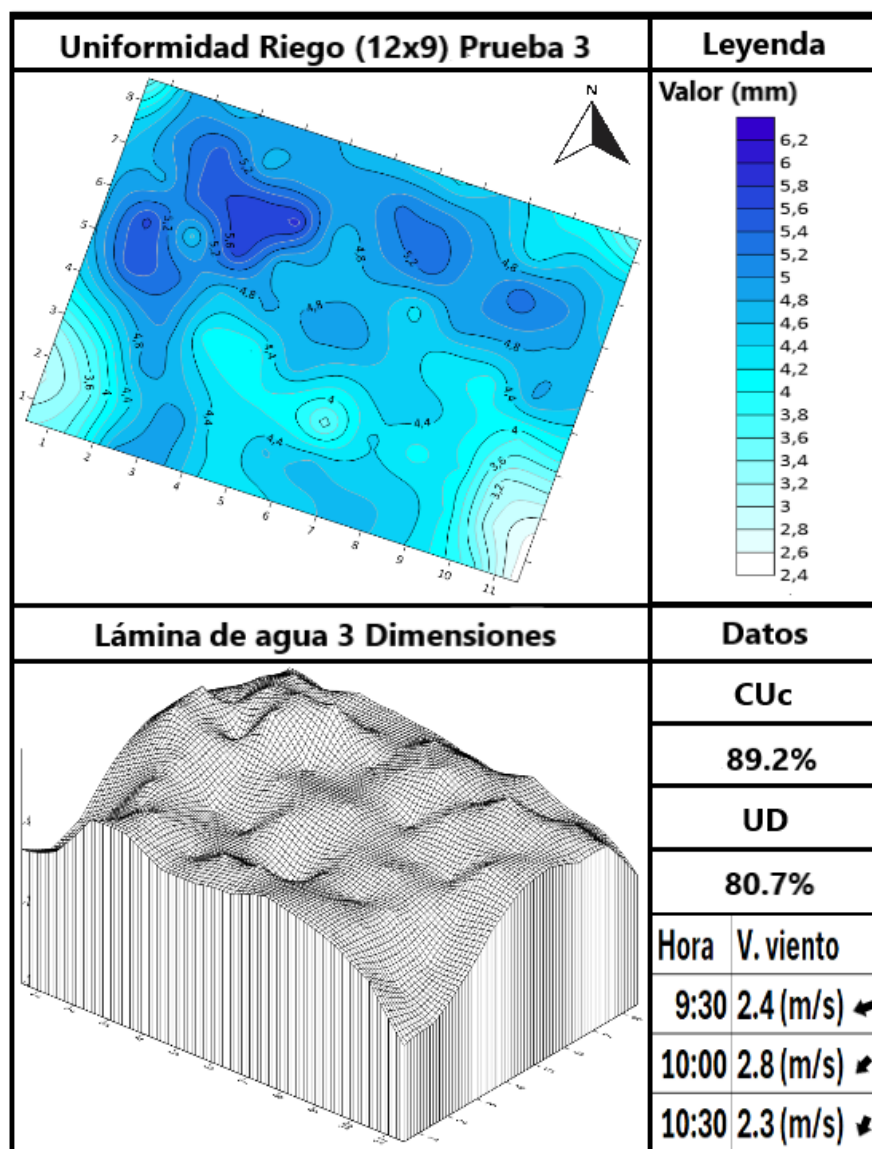


Figura 20. Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 12x9 m en la prueba 3. (Fuente: elaboración propia)

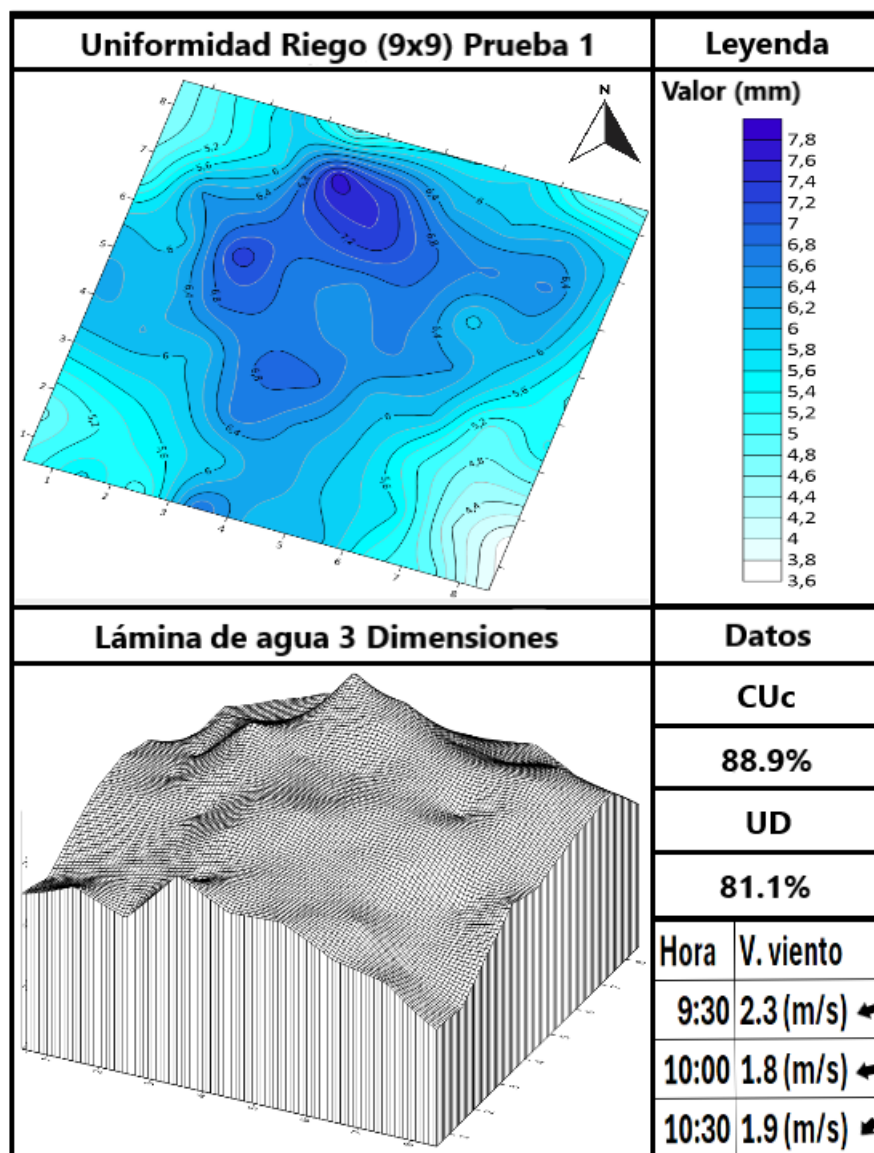


Figura 21. Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 9x9 m en la prueba 1. (Fuente: elaboración propia)

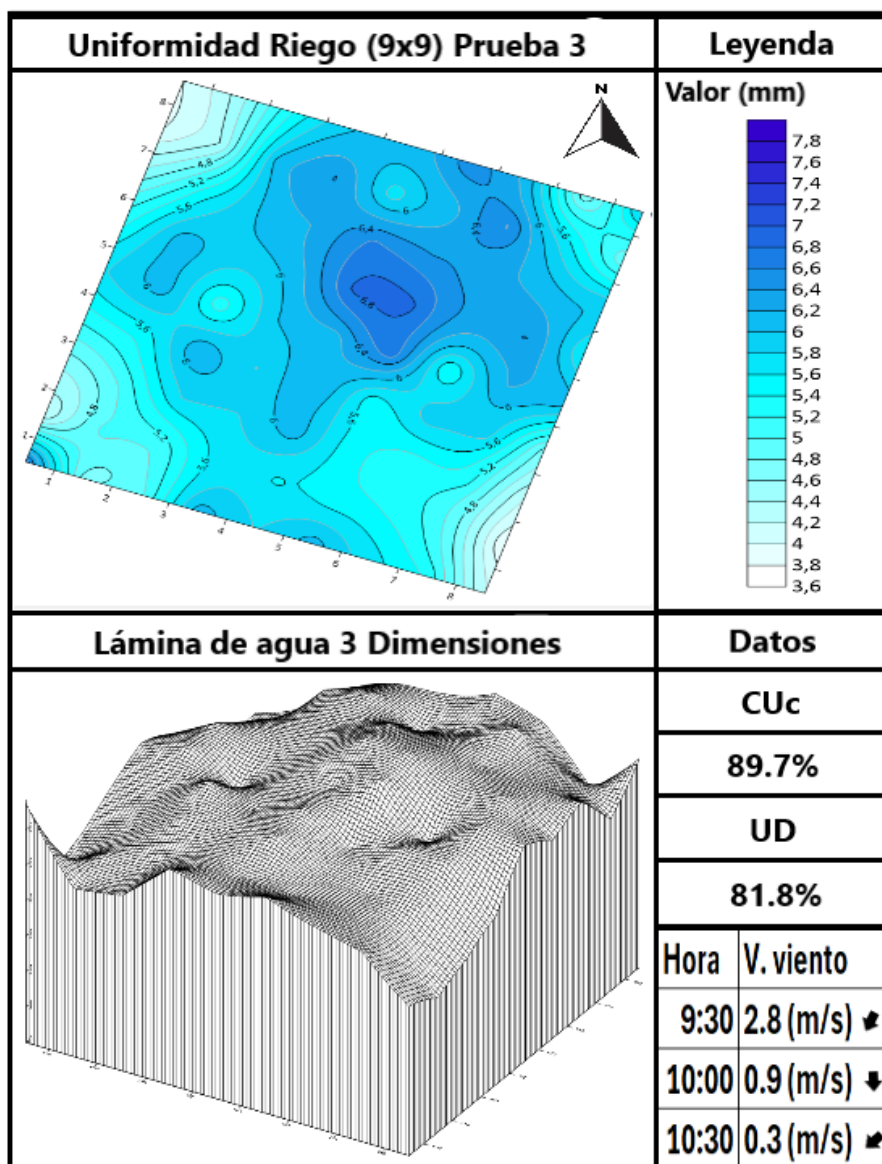


Figura 22. Uniformidad de riego y lámina de agua considerando un marco de aspersión de 9x9 m en la prueba 3. (Fuente: elaboración propia)