

# Evaluación de la Uniformidad de Cintas de Riego en Condiciones de Campo. Elección del Tiempo de Riego más Adecuado



1. Antecedentes y objetivos

---

2. El lugar, el suelo y el diseño experimental

---

3. ¿Cómo se llevó a cabo el ensayo?

---

4. Los resultados

---

5. Conclusiones y recomendaciones

---



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera  
**CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL**



**Unión Europea**  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Evaluación de la Uniformidad de Cintas de Riego en Condiciones de Campo. Elección del Tiempo de Riego más Adecuado. / [Ruiz, N.; Lozano, D.; Gavilán, P.]. - Córdoba. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2014. 1-14 p. Formato digital (e-book) - (Producción Ecológica y Recursos Naturales).

Riego - uniformidad - cintas - evaluación



Este documento está bajo Licencia Creative Commons.  
Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada.  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es>

## **Evaluación de la Uniformidad de Cintas de Riego en Condiciones de Campo. Elección del Tiempo de Riego más Adecuado**

© Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.  
Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.  
Córdoba, Diciembre de 2014.

### **Autoría:**

Natividad Ruiz Baena <sup>1</sup>

David Lozano Pérez <sup>1</sup>

Pedro Gavilán Zafra <sup>1</sup>

### **Agradecimientos:**

SUREXPORT Compañía Agraria S.L.

---

<sup>1</sup> IFAPA, Centro *Alameda del Obispo*

## 1. Antecedentes y objetivos

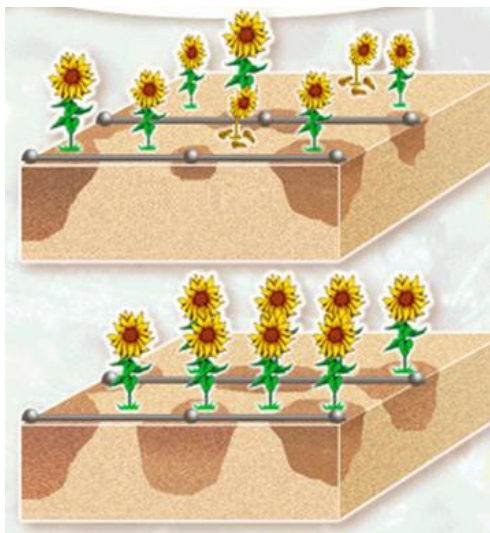
En la Corona del Parque Nacional de Doñana es especialmente importante utilizar todas las herramientas a nuestro alcance para regar de forma adecuada y con el menor impacto ambiental posible, especialmente en un cultivo como la fresa, de alto valor añadido y generador de un gran número de puestos de trabajo. Los esfuerzos por reducir los consumos de agua en el regadío se centran habitualmente en optimizar los calendarios de riego a partir del cálculo preciso de las necesidades de agua de los cultivos, prestando menor atención al diseño del sistema de riego. Ambas vías de mejora son, además de necesarias, complementarias, por ello cualquier proceso de optimización del riego pasa por el conocimiento de la capacidad de la red de distribución para aplicar el agua en tiempo y forma adecuada (Foto 1), lo que no es sencillo, ya que el riego en condiciones de campo tiende a ser con frecuencia poco uniforme.

**El diseño del sistema de riego es tan importante como los calendarios de riego.**

**Foto 1.** Cinta de riego con caudal de 5 l /m.h que forma parte del sistema de aplicación del agua en parcela en un cultivo de fresa.



## 1. Antecedentes y objetivos



**Figura 1.** Arriba: baja uniformidad del riego. Abajo: adecuado reparto del agua en el suelo

La uniformidad de distribución (UD) del riego permite conocer si todas las partes del campo están siendo regadas de forma adecuada. Si algunas partes reciben menos agua, para regar la más desfavorable sin provocar déficit habrá otras que recibirán un volumen extra que no será aprovechado por el cultivo, provocando una disminución de la eficiencia del riego. Además, si la fertilización se realiza a través del sistema de riego, a la pérdida de agua habrá que sumarle la pérdida de fertilizantes, lo que implica un incremento innecesario del coste económico y medioambiental de la actividad. Por el contrario, si se ajusta el riego a las necesidades del cultivo habrá partes del campo que recibirán una cantidad deficitaria de agua con la consiguiente pérdida de producción (Figura 1). Por tanto, la UD del riego es especialmente crítica si los fertilizantes son aplicados a través del agua de riego.

La uniformidad de distribución es especialmente importante cuando se aplica el fertilizante junto al agua de riego.

## 1. Antecedentes y objetivos

El interés por cuantificar la UD de un sistema de riego comenzó a finales de los años 50, generando procedimientos de evaluación del riego por superficie y aspersión, pero es a partir de mediados de la década de los setenta cuando se desarrolla una de las primeras técnicas de evaluación del riego por goteo.

Paralelamente se han analizado los **FACTORES** que afectan en mayor o menor medida a la UD, que en sistemas de riego por goteo se pueden ser las diferencias de presiones en el sistema, la variación de los goteros a lo largo de la cinta, al taponamiento de los mismos y las escorrentías hacia áreas más bajas.

La principal causa es la diferencia de presiones en el sistema, que suele estar provocada por la pendiente del terreno, tuberías de alimentación de pequeño diámetro que producen elevadas pérdidas de carga, largas longitudes de los ramales y problemas con las válvulas o los reguladores de presión, todos ellos de difícil detección en condiciones que no sean las de campo.

Además, es necesario realizar evaluaciones de los sistemas de riego en condiciones de campo, ya que la información que ofrecen los fabricantes de los emisores de riego suele obtenerse en bancos de ensayo y en condiciones que podríamos denominar “de laboratorio”, omitiendo los factores ya mencionados, a los que habría que añadir otros, como el tiempo de llenado y vaciado de la tubería en función del intervalo entre riegos cuando no se usan emisores antidrenantes.

### OBJETIVO

**Determinar la uniformidad de distribución del agua cuando se usan cintas de riego de diferente caudal y distintas duraciones de los pulsos de riego.**

## 2. El lugar, el suelo y el diseño experimental

### EL LUGAR

La evaluación de la UD del riego, usando cintas de distintos caudales y diferentes duraciones de los pulsos de riego, se realizó en una finca comercial del T.M. de Almonte (Huelva), cerca de la Aldea de “El Rocío”, sobre un cultivo de fresa.

### EL DISEÑO EXPERIMENTAL

En esta finca, el IFAPA lleva dos años realizando ensayos de aplicación óptima del agua de riego, con un diseño experimental de bloques al azar con **cuatro tratamientos y cuatro repeticiones**. La unidad experimental del ensayo fue un invernadero de 50 x 6.6 m<sup>2</sup>, con 5 lomos de 50 m de longitud (Figura 2). Los lomos estaban prácticamente horizontales, salvo una ligera pendiente descendente en sus extremos.

### EL SUELO

El suelo de la zona donde se realizó el trabajo se califica como **arenoso** (90% de arena, 5% de limo y 5% de arcilla), lo que implica una baja capacidad de retención de agua.

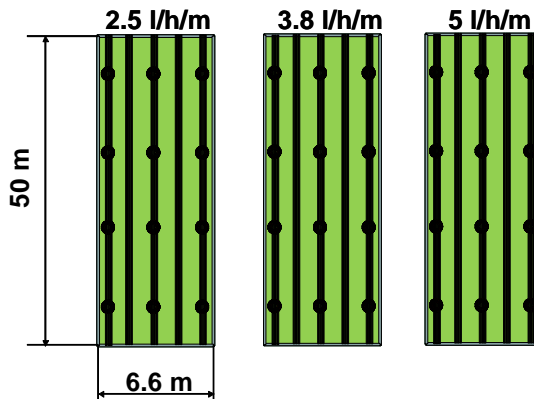


Figura 2. Esquema de las dimensiones del ensayo.

### 3. Cómo se llevó a cabo el ensayo

En la primera campaña de ensayos, el agricultor regaba la finca con pulsos de riego de 30 minutos, lo que resultaba excesivo para un suelo tan arenoso, por lo que los ensayos se regaron con pulsos de 10 a 15 minutos usando cintas de 5 l/h·m. La incertidumbre sobre la utilización de pulsos de diferente duración requiere un estudio del efecto de las distintas duraciones de los pulsos de riego sobre la UD. Con el objetivo de establecer unos umbrales mínimo y máximo de la duración del pulso de riego para cintas de diferentes caudal, se incluyeron en el ensayo los tratamientos y los materiales descritos en la Tabla 1.

Tabla 1. Material de riego y tratamientos contemplados en el ensayo.

Caudal nominal (l/h·m)	Presión (bares)	Marca comercial	Distancia entre goteros (cm)	Pulsos cortos (minutos)	Pulsos largos (minutos)
2.5	0.8	Netafim	21.5	5	30
3.8	0.55	UraT Pathfinder (Chamartin)	21.5	4	20
5	0.55	Rodrip (John Deere)	20	3	15



### 3. Cómo se llevó a cabo el ensayo

La metodología que se empleó para el cálculo de la UD del riego se basó en la recogida de volúmenes de agua de doce goteros por invernadero (Foto 2), cuatro en cada uno de los dos lomos exteriores y otros cuatro en el lomo central (ver Figura 2). Las medidas se realizaron a  $1/8$ ,  $3/8$ ,  $5/8$  y  $7/8$  del inicio del lomo, recogiendo todo el volumen de agua suministrado por los goteros entre el inicio del riego y los diez minutos posteriores a su finalización. Tras estos diez minutos, la mayoría de los goteros no suministraban agua. Para conocer la UD en sistemas de riego con cintas que no son antidrenantes hay que considerar las fases de llenado y vaciado de las tuberías portagoteros. Si sólo se hubieran recogido los volúmenes de agua durante el pulso de riego, como se suele indicar en los protocolos de evaluación de la uniformidad del riego, no se hubiera obtenido la UD real. Es necesario señalar que este aspecto fue especialmente importante en los pulsos de menor duración y que a pesar de que los goteros situados al final del ramal comienzan a aplicar el agua más tarde que los del principio, la ligera pendiente descendente del lomo hace que suministren una parte importante del agua una vez finalizada la duración del pulso de riego, compensándose ambas circunstancias.



Foto 2. Imágenes del trabajo de campo para la evaluación de las cintas de riego.



### 3. Cómo se llevó a cabo el ensayo

Se realizaron cuatro repeticiones de cada evaluación, utilizando para ello los cuatro túneles de un mismo tratamiento, lo que implica que se evaluaron de forma simultánea cuatro invernaderos con el mismo tipo de cinta y con igual presión de trabajo.

Para cuantificar la uniformidad se utilizó el concepto de Uniformidad de Distribución (UD) denominado del cuarto menor, expresada en porcentaje:

$$UD = \frac{V_{25\%}}{V_m} \times 100$$

**UD** es la uniformidad de distribución del sistema de riego en tanto por ciento.

**$V_{25\%}$**  es la media del volumen recogido en la cuarta parte de los goteros que aplican menos agua (en este caso tres goteros).

**$V_m$**  es la media del volumen recogido en todos los goteros evaluados (12 goteros en este trabajo).

El intervalo entre evaluaciones de riego de un mismo tipo de cinta fue de 2 a 3 horas, al objeto de simular las condiciones reales en las que se dan los pulsos de riego habitualmente. Con ello se garantizó que la dinámica de llenado y vaciado de la tubería fuera similar en todas las evaluaciones a partir del segundo riego de la jornada, pues el primer riego se produce tras más de 12 horas de parada del sistema de suministro de agua. Por ello, el primer riego se consideró en el análisis de forma separada.

## 4. Los resultados

En primer lugar, se consideró que los **límites aceptables** de UD para un sistema de riego localizado diseñado para dar riegos de precisión debían situarse en el rango que va desde el 85% hasta el 95%, lo que puede calificarse como UD buena, siendo excelente cuando se supera el 95% (Tabla 2).

Como puede apreciarse en la Figura 3 y en la Tabla 3, en todos los casos una aumento del tiempo de riego supuso un incremento de la UD. En las condiciones del ensayo, un tiempo de riego superior a 10 minutos estaría por encima del umbral mínimo requerido para los tres tipos de tuberías, pues equivaldría a una UD igual o superior al 85%. Para obtener valores de UD iguales o superiores al 90%, la duración mínima de los riegos para las cintas de 5, 3.8 y 2.5 l/h·m sería de **15, 13 y 20 minutos**, respectivamente. Se observa que la cinta de 3.8 l/h·m presentó mayores valores de UD que la de 5 l/h·m con menores tiempos de riego. Ninguna de las cintas evaluadas alcanzó valores de UD que pudieran ser calificados como “excelentes” para los tiempos de riego evaluados en las condiciones del ensayo.

Tabla 2. Calificación de los sistemas de riego en función de su uniformidad de distribución (UD). Fuente: “Evaluaciones de riego localizado. Procedimiento y formulario”. SERVIFAPA.

UD	Calificación
>95%	Excelente
85%-95%	Buena
80%-85%	Aceptable
70-80%	Pobre
<70%	Inaceptable

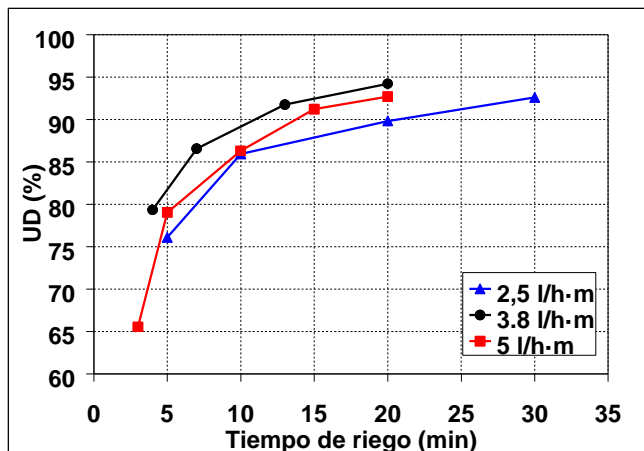


Figura 3. Valores de uniformidad de distribución (UD) medida en función del tiempo de riego para cintas de diferente caudal nominal.

## 4. Los resultados

**Tabla 3.** Uniformidades de distribución para cintas de diferente caudal nominal y diferentes tiempos de riego.

2.5 l/h·m		3.8 l/h·m		5 l/h·m	
Tiempo de riego (minutos)	UD (%)	Tiempo de riego (minutos)	UD (%)	Tiempo de riego (minutos)	UD (%)
5	76	4	79	3	66
10	86	7	87	5	79
20	90	13	92	10	86
30	93	20	94	15	91
				20	93

Lo mismo ocurrió cuando se evaluaron separadamente el primer riego de la mañana. Un aumento del tiempo de riego supuso un incremento de la UD (Tabla 4). Como norma general el primero y el segundo riego tuvieron UD similares. Sin embargo, en la cinta de 5 l/h·m se produjo un notable incremento de la UD entre el primer y segundo riego para el tiempo de riego de 3 minutos.

**Tabla 4.** Comparación de la UD del primer y segundo riego para cintas de diferente caudal nominal.

2.5 l/h·m			3.8 l/h·m			5 l/h·m		
Tiempo de riego (min)	UD (%)		Tiempo de riego (min)	UD (%)		Tiempo de riego (min)	UD (%)	
	1º	2º		1º	2º		1º	2º
5	78	76	4	68	79	3	44	66
10	87	86	7	88	87	5	85	79

## 5. Conclusiones y recomendaciones

No se debe confundir la UD con la eficiencia de aplicación del riego, como muchas veces ocurre, ya que si se aplica agua en exceso disminuye la eficiencia de aplicación, pues aunque el sistema tenga una elevada UD se producen mayores pérdidas de agua y abono por percolación y/o escorrentía. Este aspecto es especialmente importante en el caso que nos ocupa, ya que estos suelos tienen una baja capacidad de retención de agua, lo que conlleva que se alcance rápidamente el límite superior de almacenamiento de agua en el suelo. Esto implica que el riego suministrado no se almacena, sino que por el contrario va hacia capas más profundas donde no puede ser utilizado por las plantas. Y en último extremo llega hasta los acuíferos, llevándose consigo una buena parte de los fertilizantes que aplicamos, lo que incrementa el impacto ambiental sobre el entorno.

Como se observa en la Figura 3, para tiempos de riego inferiores a 5 minutos, la UD desciende notablemente, por lo que parece razonable recomendar a los agricultores moverse en el rango que va desde los 10 a 15 minutos para cintas de 5 l/h·m, de 7 a 20 minutos para cintas de 3.8 l/h·m y de 10 a 30 minutos para cintas de 2.5 l/h·m, siendo estos intervalos en los que se consiguen valores de UD entre el 85 y el 95%.

**Se recomiendan pulsos de 10 a 15 minutos para cintas de 5 l/h·m que son las más usadas en Huelva para el riego de la fresa.**

## 5. Conclusiones y recomendaciones

En las condiciones del ensayo, un tiempo de riego igual o superior a 10 minutos sería necesario en cualquiera de las cintas de riego evaluadas para conseguir una UD igual o superior al 85%. Además, se concluye que para alcanzar valores de UD superiores al 90% en condiciones de campo se necesitan tiempos de riego aproximados de 15, 13 y 20 minutos para cintas de 5, 3.8 y 2.5 l/h·m, respectivamente.

Este trabajo viene a confirmar que con un buen diseño y manejo del sistema de riego es posible obtener valores altos de UD con cualquier tipo de emisor. Un factor clave de este trabajo es que se alcanzaron altos valores de UD usando cintas de riego con goteros no autocompensantes ni antidrenantes, lo que supone un ahorro en la adquisición de las mismas. Sin embargo, resulta imprescindible un correcto diseño del lomo, con longitudes inferiores a 60 metros, una pendiente prácticamente nula en la parte central del lomo y con una ligera pendiente descendiente al final del mismo, para que el efecto de una mayor distancia de los goteros del final del lomo se compense con el mayor aporte de estos en la fase de vaciado de la tubería. Por último, se recomienda, para realizar una correcta programación de los pulsos de riego, evaluar la UD de las cintas de riego de los invernaderos en las condiciones de campo.



# Evaluación de la Uniformidad de Cintas de Riego en Condiciones de Campo. Elección del Tiempo de Riego más Adecuado

## Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

Edificio Administrativo Bermejales  
Avda. de Grecia, s/n  
41012 Sevilla (Sevilla) España  
Teléfonos: 954 994 593 / 954 994 666 Fax: 954 994 664  
e-mail: [webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es](mailto:webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es)  
[www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa)



[www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa)



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera  
**CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL**



**Unión Europea**  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional