

EVALUACION DE SEIS LAMINAS DE RIEGO POR GOTEO EN EL CULTIVO DE REPOLLO *Brassica oleracea* var. Capitata Y LECHUGA *Lactuca sativa* EN LA GRANJA DE BOTANA, PASTO, NARIÑO

YUDY ERAZO RIVADENEIRA*
EUGENIO CHARRY MUÑOZ*
LUCIO LEGARDA BURBANO**
ORLANDO BENAVIDES*

RESUMEN

El trabajo se realizó en la Granja de Botana, municipio de Pasto, con el fin de comparar seis módulos de riego por goteo en tres variedades de repollo *Brassica oleracea* var. Capitata: Quintal, Redondo y Bola Verde y tres variedades de lechuga *Lactuca sativa* L.: Blanca Lisa, Batavia y Blanca de Boston.

Los tratamientos coeficientes fueron los siguientes: $K_1 = 1,1$; $K_2 = 0,8$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 0,9$; $K_5 = 0,6$; $K_6 = 0,7$

Se estableció un testigo sin riego, con la precipitación pluvial como única fuente de agua. Los mejores tratamientos para lechuga presentaron un coeficiente de evaporación $K = 1,0$ y una producción de 24,85 t/ha y para la variedades de repollo un coeficiente de evaporación $K = 1,1$ y una producción de 63,53 t/ha. Comparada con el testigo las producciones de lechuga y repollo fueron: 15,20 t/ha y 19,49 t/ha respectivamente.

* Ingenieros Agrónomos

** Profesor Titular, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

INTRODUCCION

El riego por goteo permite proporcionar a cada planta la cantidad de agua que necesita para su normal crecimiento y desarrollo, humedeciendo la parte del suelo que está cerca a la raíz, originándose así un sistema de gran eficiencia.

El presente estudio tuvo como objetivo general, la evaluación del sistema de riego por goteo, en tres variedades de repollo *Brassica oleracea* Var. Capitata y tres variedades de lechuga *Lactuca sativa*, debido a que estas especies son exigentes en requerimiento de agua para su normal desarrollo y además por ser ampliamente difundidas y cultivadas por el agricultor nariñense ya que hacen parte de la huerta casera y recurso económico para la familia campesina.

REVISION DE LITERATURA

En Colombia, en regiones como el oriente de Cundinamarca, caracterizada por tener un relieve quebrado, escasez de agua y condiciones desfavorables de clima y suelo, el riego por goteo, se presentó como una solución para aprovechar mejor los recursos existentes, obtener un buen margen de utilidad y evitar el éxodo de la familia campesina a otras zonas en busca de sustento durante los meses de verano (Forero *et. al.*, 1979).

En trabajos realizados con riego por goteo en diferentes regiones del país, se encontraron aumentos significativos de producción, reducción del ciclo vegetativo, calidad y uniformidad en los productos cosechados (Benavides, 1980).

Según Campos (1989), un sistema de riego por goteo se compone de los siguientes elementos:

1. El cabezal, que es el conjunto de partes colocadas junto a la fuente de agua, constituido por: el sistema de bombeo que proporciona energía y el caudal requeridos, el sistema de control y operación que almacena y ordena un plan de riego preestablecido, el

sistema de filtrado, que sirve para eliminar los sedimentos de agua y el sistema de fertilización que contiene el equipo de mezcla e inyección del fertilizante en el agua de riego.

2. La red de tubería formada por la tubería de conducción, la principal, la tubería lateral y los múltiplos (Goldberg y Shmueli, 1980) y

3. Goteros. Que son elementos importantes del sistema de riego por goteo, para dosificación del agua; los tipos de gotero más utilizados son de tipo cilindro alargado, orificios estrangulados, de turbulencia, tipo laberinto, múltiples orificios y microtubos (Blair, 1979).

Los microtubos son goteros fabricados de material de desecho con un diámetro de 1,1 mm y longitud de 0,50 m a 1 m para caudales promedios de 2 a 4 L/h y de bajo costo (Echavarría y Fernández, 1986).

El riego por goteo presenta las siguientes ventajas: mayor eficiencia en el uso del agua, mejor respuesta de la planta, rendimiento, calidad, uniformidad y precocidad del producto, ambiente radicular adecuado en cuanto a la relación agua y oxígeno y menor tensión de humedad, control de plagas y enfermedades más eficaz.

El riego por goteo presenta los siguientes problemas: taponamiento de los goteros, acumulación de sales en los bordes del bulbo húmedo y como resultado de un mal diseño se puede obtener una pobre distribución de la humedad (Avidan, 1979 y Legarda, 1974).

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó en la Granja de Botana de la Universidad de Nariño, municipio de Pasto, departamento de Nariño, a una altura de 2.800 msnm, con temperatura promedio de 12°C, precipitación pluvial anual de 890 mm y una humedad relativa del 73%.

Las distancias de siembra para las variedades de repollo fueron de

0,40 m por 0,40 y para las variedades de lechuga de 0,35 por 0,40 m entre plantas y surcos respectivamente. Con el propósito de comprobar los resultados obtenidos, se procedió a hacer una segunda siembra en iguales condiciones de manejo que la primera, efectuando únicamente una rotación lechuga-repollo sobre las parcelas sembradas inicialmente.

Como goteros se utilizaron microtubos de 1,1 mm de diámetro interno y 1 m de longitud, para un caudal promedio de 2 L/h se colocó un microtubo para dos plantas espaciadas a 40 cm. En cada parcela se instalaron 75 microtubos, para un total de 2700 goteros para todo el sistema (Figura 1).

Para la aplicación del riego se calibró la presión a 10 PSI y caudal de 2 L/ha, mediante el uso de piezómetros que se instalaron en cada tratamiento. La entrada de agua se graduó por medio de un registro ubicado en cada tratamiento hasta obtener el caudal y la altura adecuadas. El diseño experimental consistió en bloques al azar con arreglo factorial de tres variedades por siete láminas de riego con dos repeticiones.

Las láminas de riego se estimaron de acuerdo con seis factores K de la evaporación del tanque tipo "A" que fueron los siguientes:

Tratamiento $K_1 = 1,1$ Evaporación

Tratamiento $K_2 = 0,8$ Evaporación

Tratamiento $K_3 = 1,0$ Evaporación

Tratamiento $K_4 = 0,9$ Evaporación

Tratamiento $K_5 = 0,6$ Evaporación

Tratamiento $K_6 = 0,7$ Evaporación

Tratamiento Testigo

El sistema de riego estuvo compuesto de un tanque de 2000 litros de capacidad, elevado a una altura de 5 m sobre el área experimental, una motobomba de 1/3 de potencia, la cual se utiliza para llevar el

agua hasta el tanque elevado, un filtro de malla de cuatro pulgadas de diámetro y 70 cm de longitud, un filtro de grava de 40 cm de diámetro y 1 m de longitud, 40 m de manguera de polietileno para la tubería principal de 1 pulgada, 40 m de manguera para la tubería secundaria, cuyo diámetro es 3/4 de pulgada y 18 laterales de 1/2 pulgada y 30 m de longitud cada una.

En el filtro de grava se utilizaron tres tipos de grava de diferente diámetro: 10 mm, 5 mm, 3 mm. El filtro de malla utilizado en el sistema se construyó con material de PVC, con diámetro exterior de cuatro pulgadas y una entrada de agua de 1, 1/4 de pulgada y con una salida del mismo diámetro. Para la limpieza del filtro se utilizó un sistema de rosca que permite la extracción del cuerpo filtrante que tiene un diámetro de dos pulgadas.

Cada tratamiento tenía seis parcelas, tres para repollo y tres para lechuga, y fue regado por medio de tres laterales. Se hicieron dos camas para el testigo, el cual se regó durante un período de ocho días mientras las plantas se adaptaron al medio natural.

Se tomaron lecturas diarias de evaporación por medio de un tanque evaporímetro tipo "A" y de precipitación por medio de un pluviómetro instalados en la Estación Meteorológica de la Granja. Para establecer la lámina de riego por tratamiento, se empleó la siguiente ecuación:

donde:

$U_c = E_v \times K_i \times A$ donde

$U_c =$ Uso consuntivo

$E_v =$ Evaporación diaria mm

$K =$ Factor de evaporación del tanque tipo "A"

$i =$ 1, 2, 3, 4, 5, 6 según el tratamiento

$A =$ Área de riego m^2

RESULTADOS Y DISCUSION

Láminas de riego

Se aplicaron láminas diarias de agua, teniendo en cuenta el balance hídrico de la zona y factores climáticos como temperatura y humedad relativa que afectan la tasa de evapotranspiración del cultivo asegurando de esta manera que la planta reciba la cantidad necesaria en el momento oportuno.

Según los datos de la Tabla 1, se aprecia que las diferencias en la aplicación de cantidades de agua son realmente mínimas pero afectan el comportamiento de las variedades en estudio como se puede observar en la producción de cada tratamiento.

Producción de Repollo

En la Tabla 2 se registra la producción de repollo bajo diferentes tasas de aplicación de riego. Se observó un incremento gradual de la producción a medida que aumenta la lámina de agua. Los mejores rendimientos para las variedades Quintal, Redondo Verde y Bola Verde se obtuvieron con el tratamiento $K_1 = 1,1$ de evaporación, así: 65,87 t/ha, 62,74 t/ha, 61,98 t/ha respectivamente. El anterior resultado se debe posiblemente a que las plantas de repollo se mantuvieron a capacidad de campo y evapotranspiración potencial óptima.

Durante el ciclo vegetativo del cultivo se observó un buen desarrollo aéreo y radicular como respuesta a la lámina de agua.

El comportamiento de producción para el tratamiento $K_s = 0,6$ evaporación correspondiente a la menor lámina de agua, se presentó en forma similar en las tres variedades de repollo, registrando menor producción que los demás tratamientos; sin embargo, su promedio supera ampliamente al testigo, lo cual significa que este tipo de hortalizas responde positivamente a la aplicación de mínimas cantidades de agua.

Es importante anotar que la duración del período vegetativo también

está intensamente ligado con la aplicación de módulos de riego, por cuanto se observó que en el tratamiento $K_1 = 1,1$ las variedades de repollo redujeron considerablemente su período vegetativo, mientras que en los tratamientos con menos cantidades de agua, el período de producción se alargó varios días más.

Al realizar el análisis de variancia, se encontraron diferencias altamente significativas para las láminas aplicadas, lo cual confirma que la producción muestra la respuesta del efecto de la lámina de agua. Si se tiene en cuenta que el testigo tiene el menor promedio de producción, 19,50 t/ha, el mejor tratamiento con un factor K de evaporación 1,1 mm, obtuvo tres veces la producción promedio del testigo.

Al analizar las variedades se nota que éstas presentan diferencias de rendimiento pero no se registran diferencias significativas. Los anteriores resultados indican que las plantas logran su mayor rendimiento con una lámina $K = 1,1$ evaporación siendo éste el mejor módulo de riego para la producción de cada una de las variedades estudiadas.

Producción de lechuga

Los resultados de producción de lechuga bajo diferentes tasas de aplicación de riego se ilustran en la Tabla 3 donde las más altas producciones se obtienen con el tratamiento $K_3 = 1,0$ evaporación para las variedades Blanca Lisa, Batavia y Blanca de Boston con producciones de 19,05 t/ha, 37,06 t/ha y 18,43 t/ha respectivamente. Estos resultados se deben a que el cultivo de la lechuga reacciona mejor con una lámina de agua igual a la evaporada.

La variedad Batavia presenta el mayor promedio de producción con respecto a las variedades Lisa y Blanca de Boston debido posiblemente a que se adaptan mejor a las condiciones de suelo y clima de la zona.

Se observó que los períodos vegetativos para las tres variedades de lechuga se acortaron regularmente a medida que se aumentó la lámina de agua desde el testigo hasta los tratamientos $K_3 = 1,0$ Ev.; y $K_1 =$

1,1 Ev.

Los resultados anteriores se pueden explicar teniendo en cuenta que la transpiración en gran parte obedece a un proceso de equilibrio entre la presión de vapor de agua en el ambiente y la presión de vapor del agua en los estomas de la hoja. Con el riego por goteo la humedad del ambiente es baja, produciéndose una transpiración más rápida y en consecuencia una aceleración en el desarrollo general del cultivo. Además, la buena disponibilidad de humedad y fertilizantes en el suelo, permite a la planta contar con una mayor cantidad de energía para la producción.

Los resultados obtenidos muestran que al aplicar una lámina de riego igual a la evaporada $K_3 = 1,0$ Ev, se obtienen los mejores rendimientos, el cual presenta diferencia altamente significativa con respecto a los demás tratamientos y al testigo.

El costo de producción por hectárea para el cultivo de repollo y lechuga es mayor con el riego por goteo, debido al precio del equipo, jornales de instalación, filtro, goteros y tuberías.

El ingreso neto obtenido con el sistema de riego supera en un 87% al obtenido con el sistema tradicional, en el cultivo de repollo. En el cultivo de lechuga también se observa un incremento del ingreso neto con el sistema de riego en un 57% comparado con el obtenido con el sistema tradicional. Se debe anotar, sin embargo, que teniendo la región una inadecuada distribución de la precipitación pluvial, resulta poco posible obtener dos y tres cosechas/año de repollo y lechuga respectivamente, utilizando procedimientos convencionales, lo cual si se logra con el riego por goteo.

Por otra parte, los suelos de la granja de Botana presentan una tasa básica de infiltración lenta (0,60 cm/h), lo que permite una rápida saturación de la capa arable, aflorando por consiguiente el agua que se aplique como riego de inundación o con las fuertes lluvias, impidiendo así una explotación racional de cultivos hortícolas. Al contrario, en épocas secas se endurece la parte laborable impidiendo el desarrollo de las plantas; esto justifica la utilización de un riego por goteo, garantizando una explotación racional en todas las épocas del

año y sin peligro de encharcamiento o sequedad excesiva por la alta cohesión de las partículas de arcilla.

CONCLUSIONES

El riego por goteo presenta una de las mejores posibilidades de aprovechar eficientemente los escasos recursos de agua presentes en la región.

Las mejores láminas determinadas en el ensayo para las variedades de repollo y lechuga fueron la lámina $K_1 = 1,1$ con un rendimiento de 63,53 t/ha para repollo y la lámina $K_3 = 1,0$ con un rendimiento de 24,84 t/ha para lechuga.

Se encontró que con estas láminas 1,1 y 1,0 se obtuvo la mayor producción y el menor ciclo vegetativo comparado con las demás láminas y el testigo. Por lo que se recomienda emplear estas láminas en esta región y en regiones con características climáticas similares donde se pretende introducir el riego por goteo para estos cultivos.

La rentabilidad que presentan los cultivos de repollo y lechuga bajo riego por goteo es más que aceptable a pesar de los elevados costos que puede representar la inversión inicial.

BIBLIOGRAFIA

- AVIDAN, A. Manual de riego por goteo. Jerualen, Israel, Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola, 1979. 51 p.
- BENAVIDES, B. O. Módulo de riego por goteo en fresa *Fragaria chiloensis* var. Tioga California. Tesis M.Sc. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional - Instituto Colombiano Agropecuario, 1980. 80 p.
- BLAIR, E. Riego por goteo. In Tercer Seminario Latino-Americano sobre riego por goteo. San José, Costa Rica, IICA, 1979.

CAMPOS, A. Riego por goteo. Curso Taller. Bogotá, Universidad Nacional, 1984. 24 p.

FORERO, S.A., GUTIERREZ, P.J. y MARTINEZ, A.R. Determinación de la lámina de riego por goteo en la lechuga *Lactuca sativa* var. Calamar. Revista ICA, (Colombia), 14(1): 51 - 58. 1979.

GOLDBERG, D.B. y SHMUELI, M. El riego por goteo. Washington, Agencia para el Desarrollo Internacional, 1980. 8 p.

LEGARDA, L. Curos de riegos y drenajes. Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolaa. Publicación N° 1, 1974. 220 p.

TABLA 1. PRODUCCION DE REPOLLO Y LECHUGA POR LAMINA APLICADA EN DOS SIEMBRAS

	PRIMERA SIEMBRA		SEGUNDA SIEMBRA	
	Litros agua Lechuga	Producc. t/ha Repollo	Litros agua Lechuga	Producc. t/ha Repollo
K ₁	11,330	64,02	20,946	63,05
K ₂	9,470	36,18	16,236	39,30
K ₃	10,159	57,46	18,944	57,25
K ₄	9,653	43,87	17,043	46,10
K ₅	8,639	27,62	12,951	28,96
K ₆	9,180	33,84	15,270	32,91
T	303,8	20,30	111,9	18,69

TABLA 2. PRODUCCION DE TRES VARIEDADES DE REPOLLO BAJO DIFERENTES LAMINAS DE RIEGO.

Lámina agua (K) mm	Quintal	Variedades de Repollo		\bar{x} t/ha
		Redondo	B. Verde	
0	19,78	19,26	19,45	19,50
0,6	27,85	28,34	28,68	28,29
0,7	36,56	32,65	30,93	33,38
0,8	38,72	38,90	35,60	37,74
0,9	43,73	47,18	44,04	44,98
1,0	57,23	57,87	56,96	57,35
1,1	65,87	62,74	61,98	63,53

TABLA 3. PRODUCCION DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA BAJO DIFERENTES LAMINAS DE RIEGO.

Lámina agua (K) mm	Variedades de Lechuga			\bar{x} t/ha
	Blanca lisa t/ha	Batavia t/ha	B. Boston t/ha	
0	12,71	21,24	12,15	15,36
0,6	12,84	30,15	13,62	18,87
0,7	14,12	31,65	14,56	20,11
0,8	16,71	32,27	16,71	21,89
0,9	17,12	33,90	17,56	22,86
1,0	19,05	37,06	18,43	24,84
1,1	16,21	33,18	16,06	21,81