

EFICIENCIA DEL MÉTODO DE RIEGO LOCALIZADO EN LA CONSERVACIÓN DE HUMEDAD DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN DE ESPINACA MORADA (*Atriplex hortensis* L.) FRENTE A LA ESCASES HÍDRICA

Efficiency of the localized irrigation method in soil moisture conservation for purple spinach (*Atriplex hortensis* L.) production in the face of water scarcity

Lilian Karen Salcedo Luque¹, Fanny Bertha Arragan Tancara²

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental de Patacamaya perteneciente a la facultad de Agronomía UMSA, ubicada en el municipio de Patacamaya de la provincia Aroma del departamento de La Paz. El cambio climático y la variabilidad climática influyen en la disminución del porcentaje de sostenibilidad de la producción, el riego al ser un sector de mayor demanda de agua los efectos de escasez de este recurso son sentidos con mayor fuerza, obligando a buscar nuevas alternativas para optimizar su uso y una forma es el cambio de riego por superficie a riego por goteo, pero al ser una propuesta aislada necesita ser apoyada con la investigación (FAO, 2000). El objetivo fue evaluar el método de riego por goteo superficial y subterráneo bajo tres densidades de siembra en las variables agronómicas, fases fenológicas, rendimiento de la espinaca morada (*Atriplex hortensis* L.) y la dinámica de la humedad. El trabajo de investigación se realizó a campo abierto, se aplicó arreglo de parcelas dividida en un diseño de bloques al azar (DBA) con 3 bloques y 3 repeticiones teniendo un total de 9 tratamientos. Entre los resultados se destaca la variable rendimientos donde el factor método de riego por goteo Subterráneo y densidad de siembra fue 30*30 cm fue la que dio mejor resultado durante el ciclo del cultivo con un rendimiento de 2.13 kg m⁻², Entre los resultados se destaca en la variable conservación de humedad, en comparación al riego por goteo superficial, y riego por goteo subterráneo este segundo alcanza una buena eficiencia de uso de agua. Al finalizar el estudio de investigación se demostró con certeza que la eficiencia del uso de agua será determinada por el método de riego que se utilice y el tipo de cultivo al cual será implementado.

Palabras clave: riego por goteo subterráneo, riego por goteo superficial, espinaca morada (*Atriplex hortensis* L.), densidades de siembra.

ABSTRACT

This research was conducted at the Patacamaya Experimental Station belonging to the UMSA Faculty of Agronomy, located in the municipality of Patacamaya in the Aroma province of the department of La Paz. Climate change and climatic variability influence the decrease in the percentage of production sustainability, irrigation being a sector of greater demand for water, the effects of scarcity of this resource are felt more strongly, forcing the search for new alternatives to optimize its use and one way is the change from surface irrigation to drip irrigation, but being an isolated proposal needs to be supported with research (FAO, 2000). The objective was to evaluate the method of surface and subsurface drip irrigation under three planting densities on agronomic variables, phenological phases, yield of purple spinach (*Atriplex hortensis* L.) and moisture dynamics. The research work was carried out in an open field, using a randomized block design (RBD) with 3 blocks and 3 replications, with a total of 9 treatments. Among the results, the yield variable stands out, where the subsurface drip irrigation method and planting density of 30*30 cm was the one that gave the best result during the crop cycle with a yield of 2.13 kg m⁻². Among the results, the moisture conservation variable stands out, in comparison to surface drip irrigation and subsurface drip irrigation, the latter achieves good water use efficiency. At the end of the research study it was demonstrated with certainty that the efficiency of water use will be determined by the irrigation method used and the type of crop to which it will be implemented.

Keywords: subsurface drip irrigation, surface drip irrigation, purple spinach (*Atriplex hortensis* L.), planting densities.

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

² ✉ Docente Investigadora, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8092-6951>. fannyarragan@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La escasa precipitación pluvial, los vientos fuertes y altas evapotranspiraciones que caracteriza al Altiplano Central Boliviano, demanda la implementación de sistemas de riego eficiente, que se adapten a la poca disponibilidad de recursos hídricos que afecta al altiplano. El método de riego más utilizado en Bolivia es por superficie, tradicionalmente arraigado en la cultura del riego nacional y un método que consume grandes volúmenes de agua (FAO, 2000).

Bolivia tiene una gran riqueza hidráulica; actualmente Bolivia cuenta con más de 500 mil hectáreas de superficie bajo riego, de este total, aproximadamente el 3 % (15 mil hectáreas), utilizan tecnología de riego presurizado; el agua se maneja con una eficiencia de 20 a 25 %, es decir de cada 100 litros captados, 75 % se pierde en el camino entre la fuente del agua y la parcela del agricultor, solamente 25 litros llegan a ser aplicados al cultivo, en respuesta a este problema, diferentes niveles de gobierno están promoviendo la tecnificación del riego, para reducir estas pérdidas y elevar los niveles de eficiencia (GIZ/PROAGRO, 2018).

La espinaca (*Atriplex hortensis* L.) es una planta anual, cultivada como verdura por sus hojas comestibles, grandes y de color verde oscuro. Se puede consumir fresca, cocida o fría, es una quenopodiácea cuyo cultivo está muy difundido en Italia, según la época del año y variedad, tiene una duración media de 24 a 25 días de ciclo productivo, la siembra se efectúa a chorrillo en líneas distantes 20 a 25 cm (2.5 a 3.0 g m²), la cosecha se realiza de febrero a noviembre, cada 15 días con una producción continua (Silva, 2011).

El riego por goteo es un sistema que mantiene el agua en la zona radicular en las condiciones de utilización más favorables a la planta, aplicando el agua gota a gota. El agua es conducida por medio de conductos cerrados desde el punto de toma hasta la misma planta (Medina, 1997). El volumen y la forma del mojado son una función de las características del suelo (textura y conductividad hidráulica) y la velocidad de descarga del emisor, las aplicaciones del riego son generalmente frecuentes (cada 1 a 3 días) para mantener el bulbo húmedo cerca de la capacidad de campo (Mamani, 2015).

El sistema de riego subsuperficial o enterrado puede ser una alternativa al riego por aspersión,

especialmente en cultivos hortícolas, pero también en cultivos perennes o de largo establecimiento, como el caso alfalfa (*Medicago sativa*) y para zonas en las que la limitación de la evaporación del agua de riego tenga importancia (del Campo, 2006). La densidad de siembra es importante en los cultivos para el mejor manejo tecnificado, esto permite la obtención del rendimiento máximo de los cultivos hortícolas, como es la espinaca. Es por todo lo mencionado que el presente estudio adquiere su importancia, donde se logró evaluar la eficiencia de riego mediante la producción de la espinaca morada, como una alternativa de producción y manejo de un método de riego tecnificado.

El objetivo de esta investigación fue conocer la eficiencia del método de riego localizado y densidades de siembra sobre las variables agronómicas, dinámica de la humedad y rendimiento de la espinaca morada, a campo abierto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

La investigación se realizó en la Estación Experimental Patacamaya, dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Estación se encuentra en el municipio de Patacamaya de la provincia Aroma del departamento de La Paz (Altiplano Central de Bolivia). Se encuentra a una altitud de 2 785 m s.n.m. a una distancia de 101 km la ciudad de La Paz (PTDI Patacamaya, 2020).

Materiales

Se utilizó semilla de espinaca morada (*Atriplex hortensis* L.), proporcionada por la Estación Experimental Patacamaya. Los materiales empleados para la implementación de la investigación en campo abierto, fueron: tubería integrada de alto espesor con goteros: modelo Top Drip HD PCAS sub superficial 1.6 L h⁻¹; rango de presión 1.5-4.0 bar; espesor de pared 1 mm y Top Drip HD PC superficial con características de caudal: 1.6 L h⁻¹; rango de presión: 0.4-4.0 bar; espesor de pared: 1.2 mm.

Metodología

La fuente de agua que se utilizó en el riego, fue de la aducción de agua de pozo, cuyo diseño hidráulico del sistema de riego fue por goteo. La investigación tuvo una duración de cuatro meses de trabajo en campo. El sistema de instalación fija garantizó un dominio sobre el

cronograma de riego y el control de nivel de abastecimiento de agua a las plantas, se implementó dos métodos de riego localizado; 1) riego por goteo superficial y 2) riego subterráneo (Figura 1). Para monitorear la humedad se utilizó la sonda TDR 300

que permite verificar la humedad del suelo (Figura 1). Las densidades de siembra utilizadas fueron 20 x 20, 30 x 30 y 40 x 40 cm, realizando las labores culturales que implica el cuidado del cultivo.



Figura 1. Instalación de los métodos de riego por goteo superficial (Izq.), subterráneo (Cen.) y monitoreo de la humedad del suelo con sonda TDR 300 (Der.)

Se empleó el arreglo de parcelas divididas en un diseño de bloques al azar con tres bloques y tres repeticiones teniendo un total de nueve tratamientos (Ecuación 1) (Torrez, 2016).

$$X_{ijk} = \mu + \beta k + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \gamma_j + \alpha\gamma_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

Dónde: X_{ijk} = una observación cualquiera; μ = media poblacional; βk = efecto del k-bloque; α_i = efecto de la i-nivel del método de riego; ε_{ik} = error experimental de la parcela mayor, γ_j = efecto de la j-densidad de siembra, $\alpha\gamma_{ij}$ = intersección de i-riego con j-densidad de siembra; ε_{ijk} = error experimental de la parcela.

Los tratamientos fueron:

- T1 = r1d1, riego por goteo superficial, densidad 1 (20 x 20 cm).
- T2 = r1d2, riego por goteo superficial, densidad 2 (30 x 30 cm).
- T3 = r1d3, riego por goteo superficial, densidad 3 (40 x 40 cm).
- T4 = r2d1, riego por goteo sub-superficial, densidad 1 (20 x 20 cm).
- T5 = r2d2, riego por goteo sub-superficial, densidad 2 (30 x 30 cm).
- T6 = r2d3, riego por goteo sub-superficial, densidad 3 (40 x 40 cm).
- T7 = r3d1, riego por testigo (a secano), densidad 1 (20 x 20 cm).
- T8 = r3d2, riego por testigo (a secano), densidad 2 (30 x 30 cm).

- T9 = r3d3, riego por testigo (a secano), densidad 3 (40 x 40 cm) la comparación de medias múltiples mediante la prueba de medias Duncan usando un nivel de $p \leq 0.05$.

El cálculo del balance hídrico de la zona de estudio, fue considerando la precipitación, periodo (2019) y la evapotranspiración de referencia (ET_o) (Ecuación 2), realizado en base a datos obtenidos del tanque evaporímetro (clase A).

$$ET_o = E_o * K_p \quad (2)$$

Dónde: E_o = evaporación del tanque evaporímetro (mm d⁻¹); K_p = coeficiente del tanque evaporímetro.

En el cultivo se evaluaron las siguientes variables: altura de planta, longitud de hoja, números de hojas y rendimiento. Las variables hídricas evaluadas fueron el contenido de humedad volumétrica en el suelo.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Características del cultivo

En la Figura 2, se puede observar que existe mayor evapotranspiración (E_{to}) que precipitación durante el ciclo del cultivo de espinaca. En tal sentido se hace necesario pensar en un método de riego que permita cubrir el requerimiento hídrico de los cultivos y administrarla a través de la programación de riego, de acuerdo a sus requerimientos de cada cultivo.

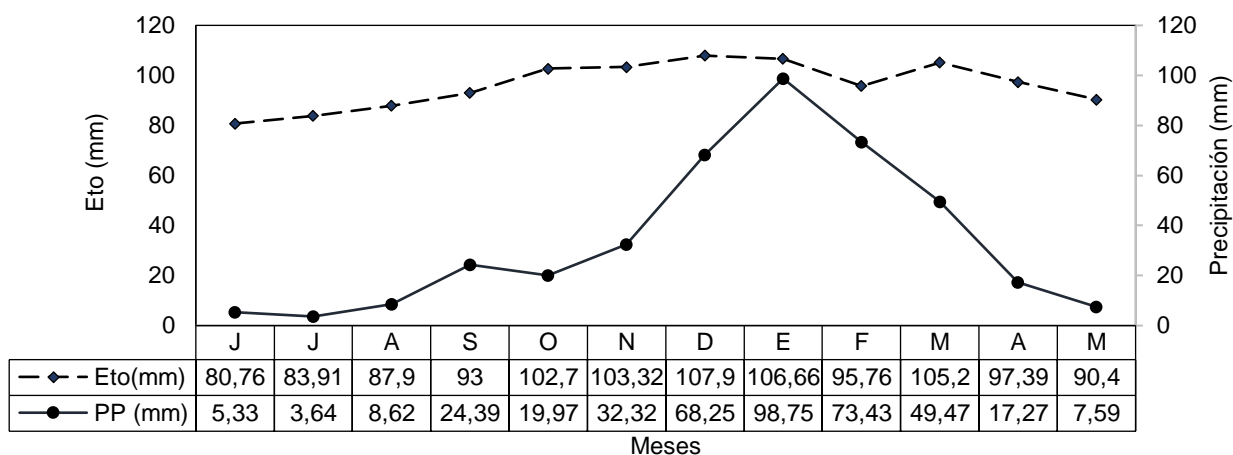


Figura 2. Balance hídrico de las gestiones 2016-2019.

El comportamiento de la temperatura máxima, mínima y media (Figura 3), muestra que para el mes de

noviembre la temperatura alcanzó a 30.4 °C, a comparación del mes de septiembre con 27.2 °C.

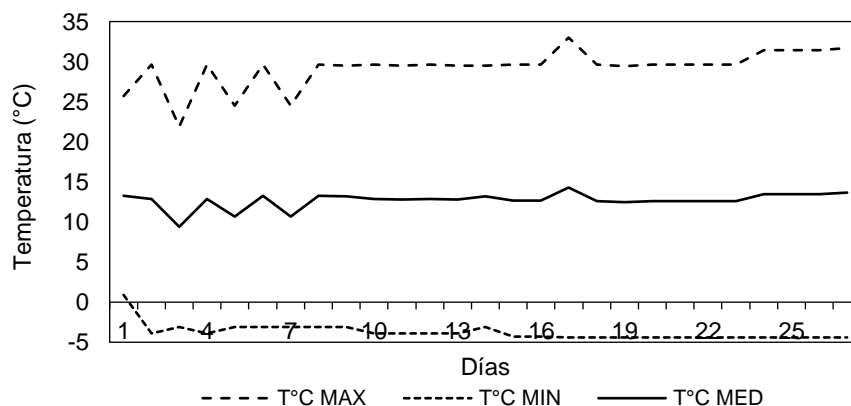


Figura 3. Comportamiento de la temperatura máxima, mínima y media durante el ciclo del cultivo.

A partir de estudios del Instituto de Meteorología realizados por Solano et al. (2003), se utiliza un coeficiente empírico derivado de las condiciones físicas y ambientales que rodean al tanque, el cual es alrededor de 0.40 para ambientes secos y cultivos de hojas. En la Tabla 1, se observa el balance hídrico para el periodo del cultivo, donde para el mes de septiembre se tuvo un déficit de reposición de humedad.

Tabla 1. Balance hídrico del periodo del cultivo.

Mes	Precipitación (mm mes ⁻¹)	Evapotranspirac ión de referencia (mm mes ⁻¹)	Evapotranspirac ión de cultivo (mm día ⁻¹)
Septiembre	22.00	35.70	3.10
Octubre	34.01	14.70	3.31
Noviembre	17.00	10.90	3.42

Distribución del agua en el suelo

El riego se inicia a las 8:00 de la mañana, este tiene una duración de dos horas, el caudal es de 1.6 L h⁻¹, la

distancia entre goteros es de 20 cm, los goteros subterráneas se encuentran a una profundidad de 50 cm, y en la zona cercana a la planta (20, 30 y 40 cm de distancia horizontal), donde se localiza la mayor concentración de raíces; la humedad volumétrica adecuada se encuentra entre 40 y 70 %, en una amplia zona de suelo dentro del bulbo húmedo, lo cual permite extraer de los estratos superficiales, agua y nutrientes necesarios para su nutrición y proceso fisiológico, no necesita explorar estratos más profundos.

Para determinar la eficiencia de riego por goteo se consideró el porcentaje de humedad que retiene el suelo durante el ciclo de cultivo. Los resultados del riego por goteo superficial, muestran que este varía entre 27 a 45 % de humedad, por goteo subterráneo entre 65 a 90 % y el testigo por riego superficial entre 15 a 30 %, esto muestra que al regar dos horas al día la humedad va disminuyendo esto debido a la evapotranspiración (Tabla 2).

Tabla 2. Humedad volumétrica (Hv%) en el suelo.

Factor	Mañana (Hv%)	Medio día (Hv%)	Tarde (Hv%)
Riego por goteo superficial	45	35	27
Riego por goteo subterráneo	90	65	65
Testigo, riego superficial	30	20	15

La Figura 4, presenta el porcentaje de humedad mediante el método de riego por goteo subterráneo, por la mañana la humedad se encuentra entre 80-100 % y al medio día se encuentra con una humedad de 60-80 %, al finalizar el día muestra que mantiene el porcentaje de humedad entre los 60-80 %.

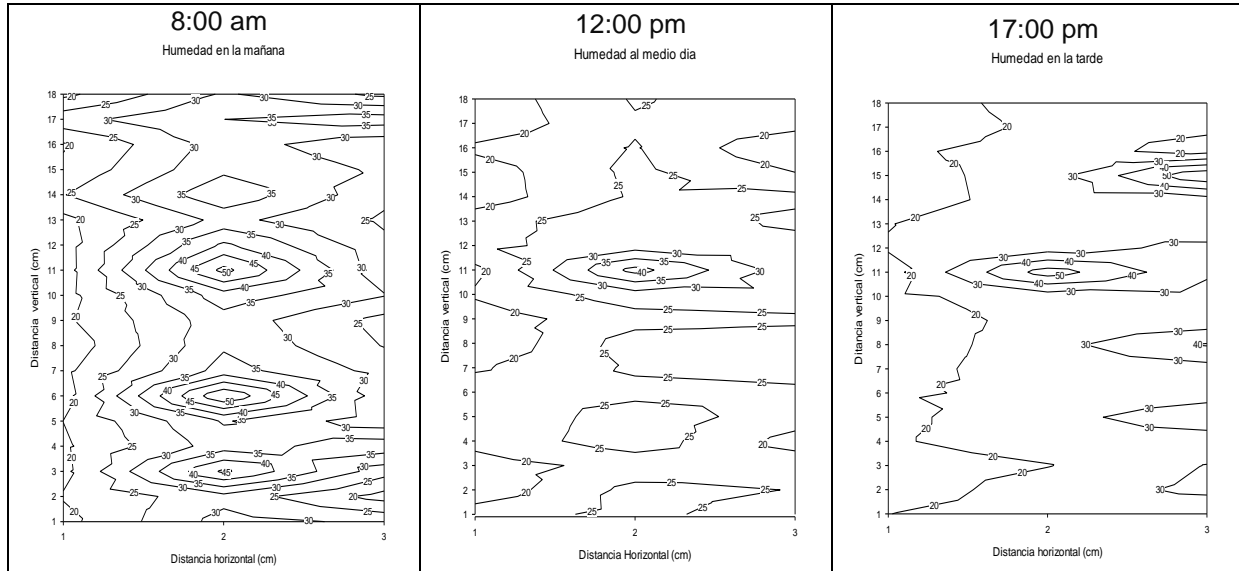


Figura 4. Porcentaje de humedad del método de riego por goteo superficial durante el día.

En la Figura 5, se observa que el porcentaje de humedad volumétrica del riego por goteo subterráneo, durante la mañana es de 100-40 %, al medio día es de

20-80 % y al finalizar el día es de 40-60 %, afirmándose que la precipitación no es suficiente para los requerimientos del cultivo.

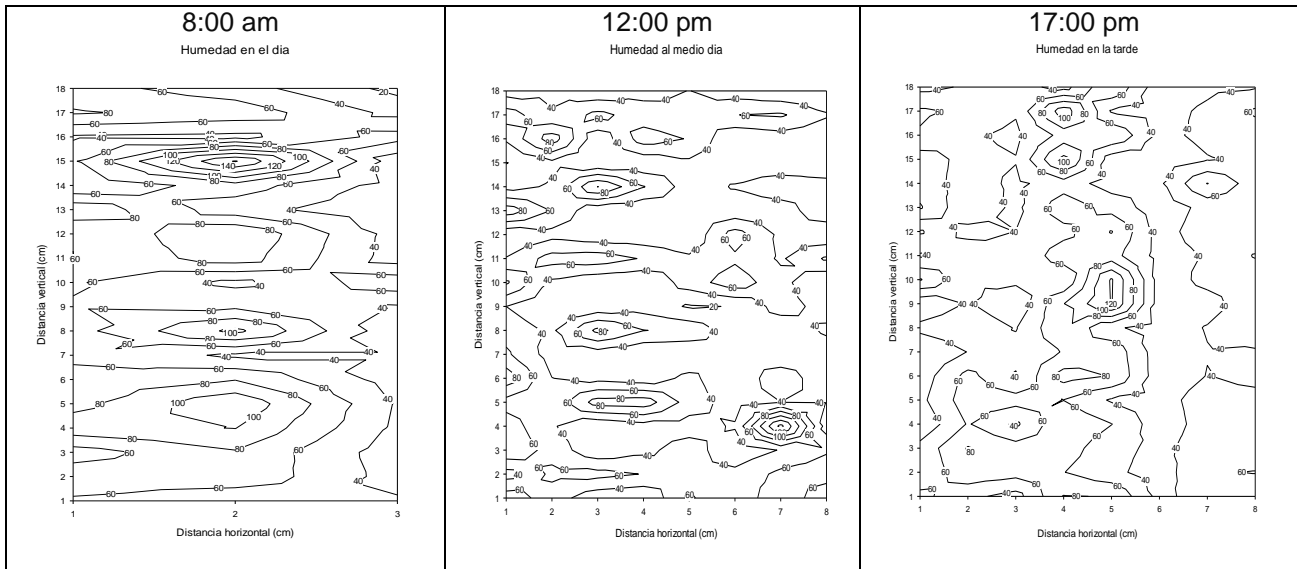


Figura 5. Porcentaje de humedad del método de riego por goteo subterráneo.

En la Figura 6, se observa que el porcentaje de humedad volumétrica en un riego por superficie, durante la mañana es de 30%, a medio día es de

20-30 % y al finalizar el día es de 10-20 %, apreciándose que la precipitación no es suficiente para los requerimientos del cultivo.

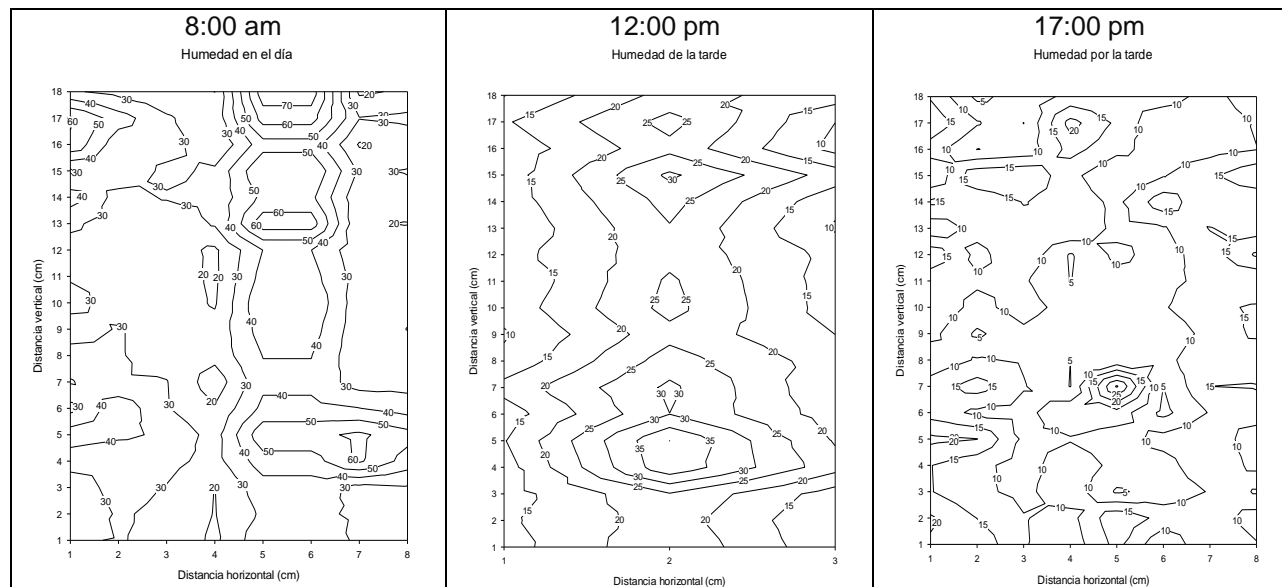


Figura 6. Porcentaje de humedad del testigo (a secano) durante el día.

El riego por goteo con cinta enterrada es el método más sofisticado y eficiente disponible para el riego de cultivos agrícolas, jardines y pasto, tiene la capacidad de mejorar los rendimientos y hacer un uso más eficiente del agua que cualquier otro método de riego utilizado (Jimenez, 2006), produce una reducción de la evapotranspiración del cultivo como consecuencia de la disminución de la pérdida de agua por evaporación y mayor volumen de suelo mojado (Phene, 1995).

Según Phene (2000) aumenta la eficiencia del uso del agua sin reducir la producción.

Rendimiento de la hoja

Se observa diferencias altamente significativas para los métodos de riego, mientras que para la interacción entre densidades y métodos de riego no se tuvo diferencias en la primera cosecha (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis de varianza de la variable rendimiento de hoja en tres cosechas.

Fuentes de variación	Grados de libertad	1ra cosecha	2da cosecha	3ra cosecha
Bloque	2	1.41 NS	1.19 NS	0.59 NS
A (Métodos de riego)	2	19.08 **	21.94 **	16.51 **
B (Densidades)	2	2.38 NS	11.45 **	10.35 **
AB (Interacción)	4	1.67 NS	3.79 *	5.66 *
CV %		4.14	3.26	5.39

**=Altamente significativo, *= Significativo, NS= No significativo.

De acuerdo al análisis de medias, se observa que en las tres etapas de cosecha se tiene mejores resultados para el riego por goteo subterráneo con 2 992 g m⁻² (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis de medias de rendimiento de hojas en tres cosechas.

Métodos de riego	1ra cosecha (g m ⁻²)	2da cosecha (g m ⁻²)	3ra cosecha (g m ⁻²)
Goteo subterráneo	1 231 a	2 163 a	2 992 a
Goteo superficial	1 058 a	1 972 a	2 219 a
Testigo	408 b	535 b	636 b

La investigación realizada demuestra que al utilizar el riego por goteo subsuperficial y superficial existe diferencia significativa en las variables agronómicas (Cortezi, 2007). El rendimiento promedio de espinaca bajo producción intensiva (carpa solar o ambiente atemperado) en el departamento de La Paz, en el municipio de Palca, es de 1.1 kg m⁻² (Cadena, 2014), mientras en la localidad de Chicani tiene un promedio de 1.4 kg m⁻² (Serrano, 1980).

Comparación de medias para la segunda y tercera cosecha

El análisis de varianza da como resultado en

diferencias no significativas de los métodos, densidades y su interacción para la primera y tercera cosecha (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de varianza de la variable de número de hoja para 3 cosechas.

Fuentes de variación	Grados de libertad	1ra cosecha		2da cosecha		3ra cosecha	
Bloque	2	0.16	NS	0.19	NS	1.06	NS
A (Métodos de riego)	2	4.23	NS	80.92	**	95.26	**
B (Densidades)	2	2.14	NS	0.60	**	0.48	NS
AB (Interacción)	4	0.29	NS	1.38	*	1.46	NS
CV %		5.66		5.47		5.54	

**=Altamente significativo, *= Significativo, NS= No significativo.

El número de hojas por planta no solo es el resultado de los nutrientes del suelo, sino del clima, riego y manejo del cultivo, hasta que el suelo tenga una humedad y una temperatura óptima la que le permita absorber los nutrientes. El riego por goteo subterráneo obtuvo el mayor número de hojas en la segunda y tercera cosecha con un promedio de 30.04 y 44.23 respectivamente, en cambio el tratamiento testigo es el que menor número de hojas tuvo, con 13.73 y 15.38 hojas (Tabla 6).

Como se puede observar en la Tabla 7 y 8, los resultados de las mediciones efectuadas demuestran que el método riego por goteo subterráneo a diferentes densidades es superior en comparación con los otros métodos que muestra valores inferiores.

De los resultados del análisis de varianza, se observa que existen diferencias significativas entre las repeticiones y altamente significativas entre tratamientos es decir que se obtiene certeza en un 99 % de que las diferencias observadas se deben a los efectos de los tratamientos.

Tabla 6. Análisis del número de hoja para dos cosechas.

Métodos de riego	2da cosecha	3ra cosecha
Goteo subterráneo	30.04 a	44.23 a
Goteo superficial	17.86 b	19.81 b
B (densidades)	13.73 c	15.38 c

Tabla 7. Diseño agronómico de riego por goteo.

Parámetros de diseño	Riego por goteo superficial			Riego por goteo subterráneo		
	Etapas de inicio	Etapas de desarrollo	Etapas de maduración	Etapas de inicio	Etapas de desarrollo	Etapas de maduración
Evapotranspiración (mm día ⁻¹)	2.8	3.64	1.5	2.8	3.64	1.5
Profundidad radicular (cm)	10	20	30	10	20	30
Frecuencia de riego (días)	2	4	5	4	6	8
Tiempo de riego (min)	15	42	120	15	24	35
Caudal (L s ⁻¹)	98.66	86.49	32.2	98.66	86.49	83.15

Tabla 8. Variables agronómicas.

Métodos	Días a la emergencia	Emergencia (%)	Altura de planta (cm)	Días a la cosecha	Número de hojas	Longitud de hoja (cm)	Rendimiento (g)
Riego por goteo subterráneo	14	63	12.4	46	37	9.6	2 128.66
Riego por goteo superficial	21	68.3	10.21	51	19	8.0	1 749.66
Testigo, riego superficial	22	72.8	5.81	59	145	6.3	526.33

CONCLUSIONES

Para el número de hojas por planta, en las tres cosechas efectuadas, se observó que el riego por goteo subterráneo (densidad 2) presentó el promedio más alto, destacándose en la segunda cosecha, con un valor de 30.04 hojas por planta y para la tercera

cosecha 44.23 hojas por planta; se concluye que el método de riego por goteo a una densidad de 30 x 30 cm es significativo y favorable para el desarrollo del cultivo.

El método riego por goteo subterráneo a diferentes densidades obtuvo un rendimiento de 2 128.66 g m⁻²,

a diferencia del riego por goteo superficial que alcanzó rendimiento menor de 1 749.66 g m⁻².

Entre los resultados se destaca en la variable conservación de humedad, en comparación al riego por goteo superficial, y riego por goteo subterráneo este segundo alcanza una buena eficiencia de uso de agua. Al finalizar el estudio de investigación demostraron con certeza en un 99 % de que la eficiencia del uso de agua será determinada por el método de riego que se utilice y el tipo de cultivo al cual sea implementado.

BIBLIOGRAFÍA

- Cadena, LM. 2014. Efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de lixiviado de humus de lombriz y dos formas de aplicación en el cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L), bajo ambiente protegido. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Tesis Lic. 40 p.
- Cortezi, IM. 2007. Influencia de la técnica de riego por goteo subsuperficial en el rendimiento del cultivo de tomate, bajo cubierta y sistema radicular modificado. Agropecuaria Técnica - Científica, 31.
- FAO. 2000. Programa Nacional de Riego y Drenajes, Informe de preparación. Dirección del Centro de Inversión, 65p.
- GIZ/PROAGRO. 2018. Inversiones redituables en riego tecnificado. Condiciones necesarias para que las inversiones, se traduzcan en una mejor productividad del agua. Artículos Reflexivos del PROAGRO III, Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable. 32 p.
- Del Campo, MM. 2006. Ensayos de aplicación del riego subsuperficial o enterrado en alfalfa. Consultado 02 ene. 2024. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/28281626>
- Jimenez, CM. 2006. Modificación de las demandas evapotranspirativas de cultivos hortícolas con riego subsuperficial. Saltillo, Coahuila. 10 p.
- Mamani, AR. 2015. Evaluación de la dinámica del nitrógeno en el sistema suelo-planta bajo condiciones riego por goteo y decano en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), altiplano central de Bolivia. 65 p.
- Medina, J. 1997. Riego por goteo, teoría y práctica. Madrid: Editorial Mundi -Prensa. 260 p.
- PTDI Patacamaya (2020). Plan territorial de desarrollo integral, alcalde municipal, gobierno autónomo municipal de Patacamaya, provincia aroma departamento de La Paz 2016 - 2020. 198 p.
- Serrano, Z. 1980. Cultivo de hortalizas en invernadero. España. 1ra edición Barcelona. 86 p.
- Silva, JB. 2011. Fotosíntesis, transpiración y rendimiento de espinaca (*Spinaceae oleracea* L.) Bajo diferentes condiciones de humedad y riego por goteo. Torreon, Coahuila, México. 156 p.
- Solano, O., Menéndez, C., Vázquez, R., Menéndez, JA. 2003. Estudio de la evapotranspiración de referencia en Cuba. Revista Cubana de Meteorología. Instituto de Meteorología 10(1):33-38.
- Torrez, RR. 2016. Diseños experimentales. La Paz, Bolivia. 168 p.
- Phene, C.J., Ruskin, R. 1995. Potentials of subsurface drip irrigation for anagement of nitrate in wastewater. Proc. 5th mt. Microirrigation Congress, 1: 155-167. Orlando, Florida.
- Phene, C.J. 2000. Las ventajas del riego por goteo subterráneo. California, Estados Unidos. 268 p.

Artículo recibido en: 02 de agosto del 2023

Aceptado en: 25 de agosto del 2024