



Eficiencia del riego por goteo en el rendimiento de *Brassica* spp

Drip irrigation efficiency in *Brassica* spp yield

Luisa M. Alvarez-Benaute¹; Henry Briceño-Yen^{1,*}; Agustina Valverde-Rodríguez¹; Nidio Jorge-Aquino¹

¹ Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán-Av. Universitaria N° 601, Huánuco, Perú.

*Autor corresponsal: hbriceno@unheval.edu.pe (H. Briceño-Yen).

ID ORCID de los autores

L. M. Alvarez:  <https://orcid.org/0000-0001-6961-9870>

H. Briceño:  <https://orcid.org/0000-0002-0629-3014>

A. Valverde:  <https://orcid.org/0000-0003-1522-4827>

RESUMEN

Se evaluó el efecto de dosis o láminas de aplicación de agua mediante riego por goteo en el rendimiento de los cultivos de *Brassica oleracea* var. capitata (col) y *Brassica oleracea* var. itálica (brócoli), en el Centro de Investigación Frutícola y Olerícola (CIFO) – Huánuco-Perú. Se utilizó el diseño factorial con 6 tratamientos y 2 repeticiones, con tres riegos calculados al 80, 100 y 120% de la demanda evaporativa media (ET_o). Se evaluaron la altura de planta, diámetro, peso de pellas y kilogramos por hectárea. Apreciándose un efecto significativo en el peso por planta, diámetro ecuatorial, de las pellas y kilogramos por hectárea; llegando a producir en el cultivo de col 49,66 t ha⁻¹ en el tratamiento T4 (Col-100) y en brócoli 11,14 t ha⁻¹ en el T1 (Brócoli-120). Lo que indica que para la col se requiere laminas no mayores al 100% y para el brócoli es necesario incrementar una lámina al 120 % para las condiciones de valle interandino (Huánuco) considerando épocas de menor precipitación.

Palabras clave: láminas de riego; *Brassica oleracea*; rendimiento; eficiencia.

ABSTRACT

The effect of doses or sheets of water application by drip irrigation on the yield of *Brassica oleracea* var. capitata (col) and *Brassica oleracea* var. Italic (broccoli), at the Fruit and Oleric Research Center (CIFO) - Huánuco-Peru. The factorial design with 6 treatments and 2 repetitions was used, with three irrigations calculated at 80, 100 and 120% of the mean evaporative demand (ET_o). Plant height, diameter, pellet weight and kilograms per hectare were evaluated. Appreciating a significant effect on the weight per plant, equatorial diameter, of the pellets and kilograms per hectare; coming to produce in the cabbage crop 49.66 t ha⁻¹ in treatment T4 (Col-100) and in broccoli 11.14 t ha⁻¹ in T1 (Broccoli-120). This indicates that for cabbage sheets no greater than 100% are required and for broccoli it is necessary to increase a sheet to 120% for the conditions of the inter-Andean valley (Huánuco) considering times of less precipitation.

Keywords: irrigation sheets; *Brassica oleracea*; yield; efficiency.

Recibido: 17-08-2021

Aceptado: 28-11-2021



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUCCIÓN

Vivimos en tiempos donde el recurso agua y su disponibilidad se va reduciendo y afectando de manera directa a la producción de los diferentes cultivos y entre ellas a las *Brassica*, por lo que debe generarse o buscar alternativas para el correcto aprovechamiento de este recurso (Johnson et al., 2016), evidenciándose la mayor demanda de riego en el futuro (Knox et al., 2018). En el valle de Huánuco-Perú no se cuenta con información sobre el manejo y estrategias de riego en el cultivo de *Brassica*. En tal sentido se busca generar metodologías correctas de uso del recurso agua para las condiciones de valle interandino. Es así que aparece el riego suplementario crítico en hortalizas para la producción (Rey et al., 2016) Asimismo se debe la resiliencia a los riegos relacionados con el agua (Sutcliffe et al., 2021) el interés de realizar el aprovechamiento adecuado en los diferentes sistemas de producción evitar la excesiva lixiviación de agua y nutrientes con buenas técnicas de riego (Tan, 2021). En la zona de estudio las prácticas de los agricultores es trabajar aportando excesivas cantidades de agua a los cultivos, generando lixiviado del recurso suelo y pérdida de micronutrientes que se encuentran en la zona radicular, el suministro de agua se está convirtiendo cada vez más en un desafío (De Graaf et al., 2019).

Es por eso la necesidad de generar información acertada de conocer el momento oportuno del cuándo, cómo y cuánto regar (Herrera, 2014). Contar con una buena programación de riego en un medio para regular el volumen de agua que se debe aplicar a las *Brassica* y que se desarrolla en un suelo y clima determinado (Himanshu et al., 2013).

Existen muchos estudios a nivel mundial donde reportan que un riego frecuente y ligero incrementa los rendimientos (Islam et al., 1996; Gomes et al., 2000). Las necesidades de riego se calculan en base a la cantidad de agua del suelo, mencionando que es importante en una programación de riego, porque se encuentra vinculado con el estrés experimentado por las células vegetales (Jensen et al., 1998; Shock & Wang, 2011).

Los reportes a nivel mundial nos indican entre un 50% - 150% de aplicación del riego se realizan en base a cálculos hídricos (Kumar & Sahu, 2013, McKeown y col., 2010, Sturmet et al., 2010, Tiwari et al., 2003, Seciu et al., 2016).

En los estudios encontrados no se evidencia investigación masiva en col específicamente y escasa información para condiciones de valle interandino. Las *Brassica* en general necesitan condiciones de climas frescos y húmedos para obtener buenos rendimientos (Vallejo, 2013). En cuanto a temperaturas altas las *Brassica* son muy sensibles, es por eso que los cultivos en meses de otoño e invierno son los más ideales y rentables. (Vallejo 2013). La col (*Brassica oleracea var. Capitata*) es considerado una pella consistente y buena en concentración en minerales, proteínas, fibra, potasio, fosforo, hierro, magnesio, sodio, cinc, calcio, cobre (Pazmiño, 2014). Una de las características de las *Brassica* se cultiva dos veces

al año, posee raíz principal y colmada de raíces fasciculadas, el tallo es recto y ramificado (Colombo, 2021).

Prosperan muy bien en climas frescos y húmedos, considerándose como el más idóneo para la producción, requiere un rango de 10 °C a 22 °C periodos prolongados pueden provocar retraso en la formación de la inflorescencia (Lima, 2016).

El brócoli es muy apreciado para la alimentación, la parte comestible viene a ser la inflorescencia en estado inmaduro de color verde (Vallejo, 2013).

Es uno de los cultivos emergentes en el valle de Huánuco. De mucha importancia por su alto contenido en vitamina A, calcio y flavonoides (Yoldas et al., 2008). Para determinar el requerimiento hídrico de los cultivos, se realizan a través de los métodos directos e indirectos. Los primeros generan datos de evaporación que se obtienen mediante el uso de instrumentos conocidos como el método gravimétrico y lisimétrico (Jiménez, 2016).

La cantidad de agua a aplicar se calcula a través de las necesidades de agua en los cultivos (Huertas 2016). Los métodos empíricos se calculan empleando diferentes fórmulas considerado el más aceptable es el método de la FAO.

La evapotranspiración del cultivo o real se obtiene al multiplicar la evapotranspiración de potencial o de referencia y el coeficiente de cultivo (Fuentes, 2003). Las unidades de medida son en mm/día o mm/mes, y se encuentra relacionado con los factores climáticos, características del cultivo y suelo (Jiménez, 2016). El coeficiente de cultivo es adimensional (Bravo & Ramírez, 2018).

$ET_c = ETo \times Kc$

ET_c = Evapotranspiración de cultivo (mm/día), Kc = Coeficiente de cultivo y ETo = Evapotranspiración potencial (mm/día).

Los factores que afectan la evapotranspiración potencial (ETo) son parámetros climáticos, es decir, la ETo es considerada un parámetro climático y se calcula a partir de datos meteorológicos. La ETo indica la cantidad de evaporación del ambiente enmarcado en una zona específica y época del año, y no toma en cuenta los atributos del cultivo, tampoco las condiciones del suelo. (Jara & Valenzuela, 1998). Según Martínez (2004), los parámetros de interés en el coeficiente de cultivo, que indica el desarrollo fenológico sobre el mecanismo de transpiración de las plantas. Los cuales se encuentran relacionados a las características del cultivo: especie, variedad, grado de desarrollo, forma y tamaño de la planta, y el resultado no tiene unidades es considerado como adimensional (Bravo & Ramírez, 2018).

Con el uso del tanque evaporímetro clase A, se calcula la evapotranspiración potencial o de referencia (ETo). Se relaciona con la ETo a través de un coeficiente: $ETo = K_{tanque} \times E_{tanque}$

El coeficiente de cultivo (Kc) varía en función de las fases de desarrollo: Fase I. Comienza a partir de la germinación hasta el 10% de cobertura vegetal; Fase II. Comienza a partir del 10% de cobertura hasta llegar al 70% - 80% cobertura vegetal; Fase III. Es la fase del crecimiento medio, se caracteriza

por que existe la evidencia de su fructificación completa; Fase IV: Es el final del periodo y se evidencia por su plena maduración. Contar con una correcta y adecuada programación de riego según las condiciones de cada zona de estudio conllevan a aplicar diferentes metodologías, usar los datos del tanque evaporímetro de clase A, ayuda bastante para

lugares que no cuentan con sensores que midan el contenido de humedad. Teniendo en cuenta la realidad del valle interandino de Huánuco, la investigación evaluó tres diferentes láminas de aplicación de agua en el desarrollo y la producción evaluada en el rendimiento de la *B. oleracea* var. Capitata (col) y *B. oleracea* var. Itálica (brócoli) usando un sistema de riego en forma de goteo.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el Centro de Investigación Frutícola (CIFO) Olerícola, Cayhuayna ubicado en la región Huánuco, Perú durante los meses de marzo a junio del 2019. Ubicado en un valle interandino a 1 947 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 20,5 °C y una precipitación anual de 532,6mm. El campo experimental tuvo un área de 622,08 m². Las evaluaciones se realizaron según las fases fenológicas, se tomaron en cuenta: el desarrollo vegetativo (tamaño) y el rendimiento (peso, diámetro de pella y kilogramos por hectárea). Los datos climatológicos del experimento fueron tomados en la Estación meteorológica Cayhuayna, situada a 50 m del lugar del ensayo (Tabla 1). Se empleó el diseño factorial con 6 tratamientos y 2 repeticiones, se aplicó tres riegos calculados al 80, 100 y 120% de la demanda evaporativa media (ETo). Se evaluaron: altura de planta, peso y

diámetro de pellas, kilogramos por hectárea. Según los tratamientos T1 (Brócoli-120); T2 (Col-120); T3 (Brócoli-100) +; T4 (Col-100); T5 (Brócoli- 80) y T6 (Col-80). Los cultivos empleados fueron col y brócoli. Los coeficientes de cultivo usados fueron para la col 0,7 al inicio, 1,05 en el desarrollo, 0,95 en pleno desarrollo y 0,4 al final. Para el brócoli fue de 0,7 al inicio, 1,05 en el desarrollo, 0,95 en la etapa medio y 0,3 en la etapa final (Allen et al., 1998). Se consideró la evaporación del tanque evaporímetro de clase A, durante febrero a junio 2019.

Se tomaron en cuenta las condiciones edafoclimáticas, mediante el análisis del suelo reportado por el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria la Selva (2019) y se tomaron datos meteorológicos de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de febrero a junio.

Tabla 1
Datos climatológicos registrados

Meses	Temperatura media (°C)	Precipitación efectiva mes (mm)	ETo (mm.mes ⁻¹)	Humedad relativa media (%)	Láminas de riego (mm)		
					120%	100%	80%
Febrero	15,7	27,6	127,7	69	76,72	63,84	50,96
Marzo	15,5	42,4	131,4	70	280,24	233,74	187,24
Abril	15,1	13,7	155,9	67	431,4	360,0	288,0
Mayo	14,5	0	167,4	64	373,36	311,34	245,7
Junio	13,0	0	179,2	62	78,0	65,0	55,0

Fuente: SENAMHI (2019).

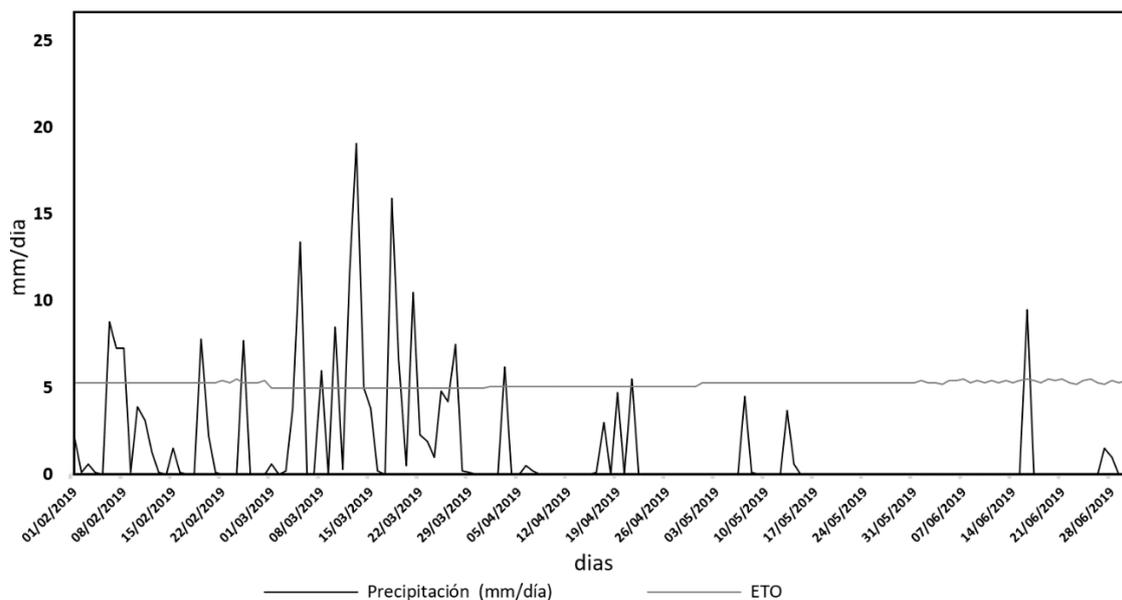


Figura 1. Comportamiento de la precipitación.

El crecimiento vegetativo fue evaluado a cuatro plantas por parcela experimental, se midieron las pellas para el cálculo de diámetro ecuatorial, se pesaron para el cálculo de rendimiento entre los

tratamientos en estudio. Los resultados se analizaron mediante el uso del programa Infostat (www.infostat.com.ar) empleando el análisis de varianza y la comparación con Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los meses de estudio de febrero a junio se calculó la evapotranspiración de referencia promedio de 155 mm/mes y 5,2 mm/día y la comparación de la col y brócoli en la evapotranspiración de cultivo mostrando un acumulado de 549,7 mm y 3,66 mm/día para la col y 567,3 mm acumulado y 3,77 mm/día en el brócoli (Figura 2).

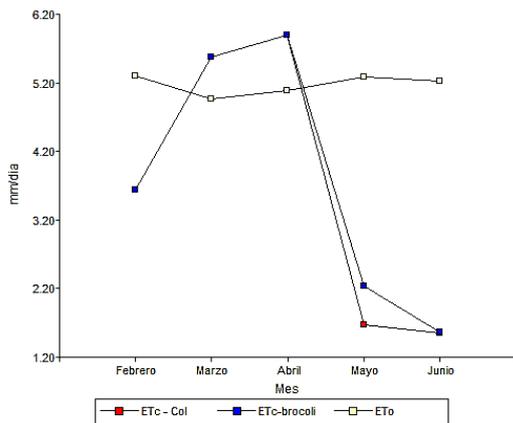


Figura 2. Evapotranspiración en los cultivos de col y brócoli.

En cuanto al coeficiente de cultivo (Kc) para la col se reportó en la fase inicial de 0,7 para un periodo de 40 días, para la etapa de desarrollo 1,05 con un periodo de 50 días, para la etapa media 0,95 con una duración de 50 días y la fase final 0,4 con una duración de 15 días. Para el cultivo de brócoli la fase inicial 0,7 con un periodo de 35 días, la etapa de desarrollo 1,05 con un periodo de 45 días, la fase media 0,95 con una duración de 40 días y la fase final 0,3 con una duración de 15 días haciendo un total de 135 días y para la col un acumulado de 155 días (Figura 3).

37,34 supera estadísticamente al tratamiento T6 con un promedio de 36,76 cm.

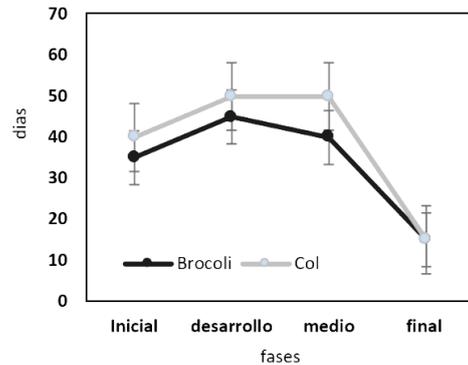


Figura 3. Coeficiente de cultivo (Kc) del Brócoli y Col.

Tabla 2

Registro hídrico y riego en (mm) en el desarrollo de la col y brócoli

	Feb	Mar	Abr	May	Jun
ETo (mm)	127,7	131,4	155,9	167,4	179,2
ETc (mm)	101,9	172,5	176,7	69,44	46,8
Precipitación (mm)	54,2	127,9	20,2	8,9	12
lamina riego					
R80	50,96	187,24	288	245,7	55
R100	63,84	233,74	360	311,34	65
R120	76,72	280,24	431,4	373,36	78

ETo: Evapotranspiración de referencia;

ETc: Evapotranspiración del cultivo.

Respecto al número de hojas por cada planta del brócoli el tratamiento T1 con un promedio de 22,00 supera estadísticamente a los demás tratamientos y quedando en último lugar el T5 con un promedio de 19,95. Y en el cultivo de col el tratamiento T4 y T2 con un promedio de 21,10 y 20,15 superan estadísticamente al tratamiento T6 con un promedio de 18,85.

En relación al peso de pellas en gramos en el cultivo de brócoli el tratamiento T1 con un promedio de 356,35 gramos supera estadísticamente a los demás tratamientos y quedando en último lugar el T5 con un promedio de 247,20 gramos y en el cultivo de col el tratamiento T4 con un promedio de 1589,10 gramos que supera estadísticamente a los demás tratamientos.

Tabla 3

VARIABLES EVALUADAS CON LAS DIFERENTES LÁMINAS DE RIEGO

	Altura de planta (cm)	Nº de hojas	Peso pella (g)	Diámetro cm	t. ha ⁻¹
Interacción					
120-B	44,53 a	22 a	1589,1 d	54,31 d	49,66 d
120-C	37,34 b	20,15 c	356,35 b	39,88 b	11,14 b
100-B	44,36 a	21,1 b	1550,4 e	52,09 e	48,45 e
100-C	37,15 b	19,95 b	328,85 a	37,04 a	10,28 a
80-B	44,05 a	21 c	1383 f	46,87 f	43,22 f
80-C	36,76 c	18,85 d	247,2 c	34,18 c	7,73 c

En cuanto al diámetro de la pella en el de brócoli el tratamiento T1 con un promedio de 39,88 supera estadísticamente a los demás tratamientos y quedando en último lugar el T5 con un promedio de 34,18. Y en el cultivo de col el tratamiento T4 con un promedio de 54,31 supera estadísticamente a los demás tratamientos y quedando en último lugar el T6 con un promedio de 46,87.

Para el rendimiento por hectárea en toneladas, en el cultivo de brócoli el tratamiento T1 con un promedio de 11,14 supera estadísticamente a los demás tratamientos y quedando en último lugar el T5 con un promedio de 7,73 t. ha⁻¹ Y en el cultivo de col el tratamiento T4 con un promedio de 49,66 t. ha⁻¹ superando a los otros tratamientos en estudio y quedando en último lugar el T6 con un promedio de 43,22 t ha⁻¹.

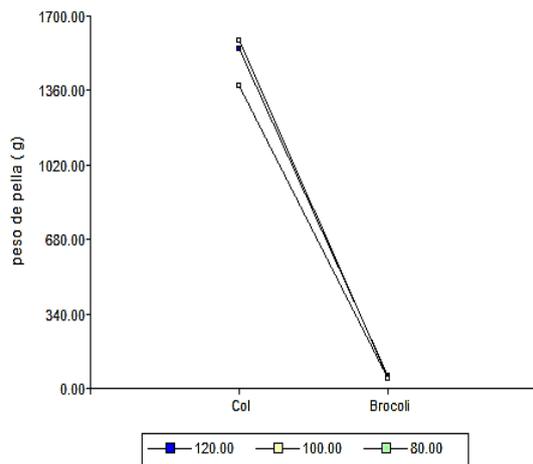


Figura 4. Peso de pella col y brócoli.

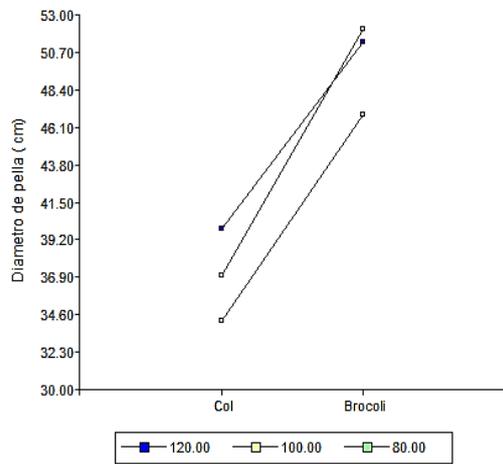


Figura 5. Diámetro ecuatorial col y brócoli.

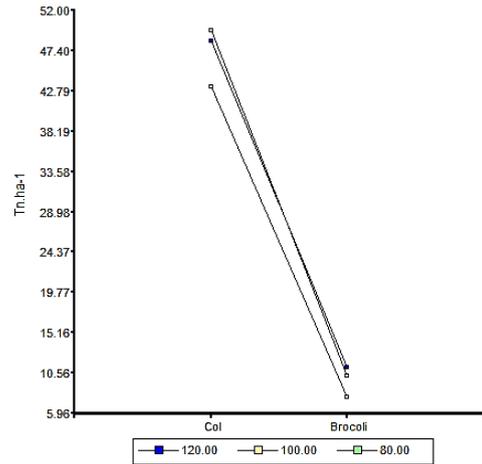


Figura 6. Rendimiento toneladas por hectárea col y brócoli.

Según los resultados obtenidos en cuanto a las tres dosis de riego aplicados se obtuvo en la col 49,66 t ha⁻¹ con la lámina de riego (R 100%) y en cuanto al cultivo de brócoli se obtuvo 11,14 t ha⁻¹ con la lámina de riego (R 120%), estos resultados superan a lo reportado por Gómez (2015) quien obtuvo un rendimiento de 20 t. ha⁻¹ en la col con un riego por goteo. Pero no superando a lo reportado por Rivadeneira et al. (1993), donde comparó seis dosis de riego en col y lechuga en Colombia obteniendo una producción de 63,53 t ha⁻¹ en el cultivo de col estos resultados se deben a las condiciones edafoclimáticas propias de un lugar en mostrar mejores resultados.

Para el rendimiento en t h⁻¹, el promedio más alto fue con cultivo de col obteniéndose 49,66 t ha⁻¹ con la lámina de riego (R 100%) y en cuanto al cultivo de brócoli se obtuvo 11,14 t ha⁻¹ con la lámina de riego (R 120%); Mientras que en lo reportado por Benavides & Barraza (2017),Estudiaron el riego por goteo y exudación y su efecto en el rendimiento de la lechuga, col y brócoli, obteniendo 53,0 y 13,0 t ha⁻¹ respectivamente, estos resultados fueron superiores a nuestra investigación porque el riego usado fue el de exudación, conocido como el método más eficiente , además el hecho que esté enterrado aporta el agua directamente a la raíz y se disminuye la pérdida de agua por evaporación.

Según estudios de Valenzuela (2019) obtiene un rendimiento de 4 t ha⁻¹ en el cultivo de brócoli; y Gómez (2015) obtuvo un rendimiento de 20 t ha⁻¹ en el cultivo de col. Resultados por debajo de la investigación, infiriendo que su investigación fue a base de un riego por gravedad en donde no se optimizó de manera adecuada el recurso agua.

CONCLUSIONES

Las diferentes dosis o láminas de riego en col y brócoli tuvieron efectos significativos al 5% en el rendimiento; donde resaltó el T4 (C100) con 49,66 t ha⁻¹ en el cultivo de col y el T1 (B120) en el cultivo de brócoli con 11,14 t ha⁻¹ así mismo se resalta que en condiciones del valle interandino de Huánuco-Perú las láminas de riego adecuadas se apreciaron para el cultivo de col (T4) con 526,96 mm por

campana y para el cultivo de brócoli (T1) con 634,86 mm por campana.

Para el cultivo de col el incremento de la lámina de agua no produjo mayor rendimiento, caso que si ocurre con el cultivo del brócoli que el incremento de la lámina de agua evidenció un mayor rendimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benavides, O. E., & Barraza, F. V. (2017). Efecto del riego por goteo y exudación sobre el rendimiento de hortalizas en clima frío. *Ciencias agrícolas*, 34(1), 108-116.
- Bravo, V. C., & Ramírez, D. F. (2018). Riego y fertirriego (en línea). Perú. INIA. Disponible en <https://www.inia.gob.pe/cursos-virtuales-2018/>
- Colombo, G. H. (2021). Avaliação agrônômica de variedades e híbridos de brócolo. Trabalho Final de Graduação. Universidade Federal De São Carlos Centro De Ciências Agrárias. 1-40.
- De Graaf, I. E. M., Gleeson, T., van Beek, L. P. H., Sutanudjaja, E. H., & Bierkens, M. F. P. (2019). Environmental flow limits to global groundwater pumping. *Nature*, 574 (7776), 90–94.
- Fuentes, J. (2003). Técnicas de riego. 4 ed. Madrid, España. Editorial Mundi-Prensa. p. 483
- Gomes, R., Khan, M. S., & Islam, M. M. (2000). Effects of irrigation and nitrogen on broccoli in grey terrace soil. *Bangladesh J. of Agricultural Research*, 25, 423-430.
- Herrera, G. (2014). Evaluación del sistema de riego por goteo a tres profundidades con dos dosis de abonamiento orgánico mineral edáfica, en la producción limpia de tomate de mesa (*Lycopersicon sculentum* Mill), Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador. Tumbaco, Ecuador.
- Himanshu, S. K., Singh, A. K., Kumar, S. & Kalura, P. (2013). Response of Broccoli to Irrigation Scheduling and Methods under Drip, Sprinkler and Surface Irrigation. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 2(4), 777- 782.
- Huertas, Z. M. (2016). Evaluación de rendimiento de quinua orgánica (*Chenopodium quinoa* L.) C.v. Real, bajo sistemas de riego por gravedad y goteo en las condiciones edafoclimáticas de Huambo, provincia de Caylloma, región Arequipa. Tesis Ing. Agrónomo. Arequipa, Perú.
- Islam, M. M., Islam, M. S., Gomes, R., Begum, R. A. & Khatun, A. (1996). Response of cauliflower to different soil moisture regimes and nitrogen level. *Proceedings Agriculture*, 7, 73-76.
- Jensen, C. R., Mogensen, V. O., Poulsen, H. H., Henson, L. E., Aagot, S., Hansen, E., Ali, M., Wollenweber, B. (1998). Soil water matric potential rather than water content determines drought responses in field-grown lupin (*Lupinus angustifolius*). *Aust. J. Plant Physiol.*, 25, 353–363.
- Jiménez, G. R. (2016). Determinación de los requerimientos hídricos del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. Var. Avenger) bajo condiciones edafoclimáticas del Cantón Riobamba provincia de Chimborazo (en línea). Riobamba, Ecuador.
- Johnson, L. F., Cahn, M., Martin, F., Melton, F., Benzen, S., Farrara, B., Post, K. (2016). Evapotranspiration-based Irrigation Scheduling of Head Lettuce and Broccoli. *HortScience*, 51(7), 935-940.
- Jones, H. (2004). Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. *J. Exp. Bot.*, 55(407), 2427–2436.
- Knox, J. W., Hess, T. M., Morris, J. (2018). Identifying trade-offs and reconciling competing demands for water: integrating agriculture into a robust decision-making framework. *Earths Future*, 6(10), 1457–1470.
- Kumar, P., & Sahu, R. L. (2013). Effect of irrigation and fertigation levels on cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata L.). *Prog. Horticult.*, 45(2), 366–372.
- Kloss, S., Grundmann, J., Seidel, S. J., Werisch, S., Trümmer, J., Schmidhalter, U., Schütze, N. (2014). Investigation of deficit irrigation strategies combining SVAT-modeling, optimization and experiments. *Environ. Earth Sci.*, 72(12), 1866–6280.
- Lima, C. E. P. (2016). Embrapa Hortalizas. Pesquisa com hortalizas e os mecanismos adaptativos às mudanças climáticas. *Hortalizas em Revista*, 20(5), 12-14.
- Martínez, C. A. (2004). Necesidades hídricas en cultivos hortícolas (en línea). España. Disponible en <http://www.horticom.com?56341>.
- McKeown, A. W., Westerveld, S. M., Bakker, C. J. (2010). Nitrogen and water requirements of fertigated cabbage in Ontario. *Can. J. Plant Sci.*, 90(1), 101–109.
- Rivadeneira, Y. E., Muñoz, E. C., Burbano, L. L., & Benavides, O. (1993). Evaluación de seis láminas de riego por goteo en el cultivo de repollo *Brassica oleracea* var. Capitata y lechuga *Lactuca sativa* en la granja de botana, Pasto, Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 12(1), 66-78.
- Seciu, A. M., Oancea, A., Gaspar, A., Moldovan, L., Craciunescu, O., Stefan, L., Petrus, V., Georgescu, F. (2016). Water use efficiency on cabbage and cauliflower treated with a new biostimulant composition. *Agric. Agric. Sci. Proc.*, 10, 475–484
- Sturm, M., Kacjan, M. N., Zupanc, V., Bracic Zeleznik, B., Lojen, S., Pintar, M. (2010). Effect of different fertilisation and irrigation practices on yield, nitrogen uptake and fertiliser use efficiency of white cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata L.). *Sci. Horticult.*, 125(2), 103–109.
- Shock, C. C., & Wang, F. X. (2011). Soil water tension, a powerful measurement for productivity and stewardship. *HortScience*, 46(2), 178–185.
- Sutcliffe, C., Knox, J., & Hess, T. (2021). Managing irrigation under pressure: How supply chain demands and environmental objectives drive imbalance in agricultural resilience to water shortages. *Agricultural Water Management*, 243, 106484.
- Tan, W. K., Zhu, J., Lim, J. Y., Gao, Z., Loh, C. S., Li, J., & Ong, C. N. (2021). Use of okara-derived hydrogel for enhancing growth of plants by minimizing leaching and locking nutrients and water in growing substrate. *Ecological Engineering*, 159, 106122.
- Tiwari, K. N., & Mal, P. K., Singh, A. (2003). Effect of drip irrigation on yield of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata) under mulch and non-mulch conditions. *Agric. Water Manag.*, 58(1), 19–28.
- Vallejo, L. Z. (2013). Evaluación de siete variedades de brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica) en dos localidades de Pichincha (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. Quito, Ecuador. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1386/1/T-UCE-0004-28.pdf>
- Valenzuela, C. K. (2019). Comparación de métodos de programación de riego para el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* Var. Itálica). Tesis para optar el título de Ingeniero agrónomo.
- Yoldas, F., Ceylan, S., Yagmur, B., & Mordogan, N. (2008). Effects of nitrogen fertilizer on yield, quality and nutrient content in broccoli. *Journal of Plant Nutrition*, 31, 13.