

# Efecto de la pendiente del terreno y tuberías terciarias en uniformidad de riego y rendimiento de arveja (*Pisum Sativum*)

## Effect of land slope and tertiary pipes on irrigation uniformity and pea yield (*Pisum Sativum*)

Edgar Condori-Valverde<sup>1\*</sup>, Carlos Jesús Baca García<sup>2</sup>, Melquiades Barragán-Condori<sup>3</sup> y Juan Marcos Aro Aro<sup>4</sup>

### Resumen

Los terrenos agrícolas con pendientes pronunciadas no son utilizados durante todo el año, porque, el riego tradicional conduce a la baja velocidad de infiltración, erosión de suelos, escorrentía, pérdida de los fertilizantes aplicados y baja eficiencia de riego. El objetivo fue evaluar el efecto de la pendiente de terreno y la disposición de tuberías terciarias sobre la uniformidad de riego y el rendimiento del cultivo de arveja. Se acondicionaron tres parcelas con pendientes de 10 %, 20 % y 40 %; y en cada parcela se instalaron tres subunidades de riego, insertando 0, 2 y 6 válvulas manuales en las tuberías terciarias, teniendo un total de 09 tratamientos. Las parcelas se instalaron con cintas de riego de 1.6 l/h de descarga a 20cm entre goteros y a 60cm entre laterales. Los resultados del coeficiente de uniformidad (CU) con mayores valores fue para el T7 (Pendiente de terreno 40 % con instalación de 6 válvulas en tubería terciaria) con un CU=96.30 %; en el rendimiento de arveja el T3 (pendiente de terreno 10 % con instalación de 2 válvulas en tubería terciaria) presentó 10.75 t/ha seguido del T1 (pendiente de terreno 10 % sin instalación de válvulas en tubería terciaria) con 9.50 t/ha. Existe diferencia significativa entre los grupos para un p-valor < 0.05. La variación de la pendiente del terreno influye mínimamente en forma positiva sobre el CU y presenta una relación moderadamente negativa en el rendimiento. La disposición de válvulas manuales en tuberías terciarias influye positivamente en el CU y no influye en el rendimiento.

**Palabras clave:** agua, suelo, planta, erosión, cultivo.

### Abstract

Agricultural lands with steep slopes are not used throughout the year, because traditional irrigation leads to low infiltration rate, soil erosion, runoff, loss of applied fertilizers and low irrigation efficiency. The objective was to evaluate the effect of the slope of the land and the arrangement of tertiary pipes on the uniformity of irrigation and the yield of the pea crop. Three plots were conditioned with slopes of 10%, 20% and 40%; and in each plot three irrigation subunits were installed, inserting 0, 2 and 6 manual valves in the tertiary pipes, having a total of 09 treatments. The plots were installed with irrigation tapes with a discharge of 1.6 l/h at 20cm between drippers and 60cm between laterals. The results of the uniformity coefficient (CU) with the highest values were for T7 (40% terrain slope with installation of 6 valves in tertiary pipe) with a CU=96.30%; In the pea yield, T3 (10% land slope with installation of 2 valves in tertiary pipe) presented 10.75 t/ha followed by T1 (10% land slope without installation of valves in tertiary pipe) with 9.50 t/ha. There is a significant difference between the groups for a p-value < 0.05. The variation of the slope of the terrain has a minimal positive influence on the CU and presents a moderately negative relationship on the performance. The provision of manual valves in tertiary pipelines positively influences the CU and does not influence the performance.

**Palabras clave:** agua, suelo, planta, erosión, cultivo.

**Recibido:** 07/02/2024

**Aceptado:** 25/10/2024

**Publicado:** 30/11/2024

**Sección:** Artículo Original

\*Autor correspondiente: [edgarcv2060@gmail.com](mailto:edgarcv2060@gmail.com)

### Introducción

El proyecto de investigación inicia al observar el efecto del cambio climático que viene produciendo la desglaciación de las cordilleras en el Perú; donde según Lozano-Povis et al., (2021) estos fenómenos a futuro producirán la escasez del agua dulce. Asimismo, por efecto de la variación de la temperatura se ha reducido un área y volumen del glaciar de la cordillera Huayhuash – Perú (Granados, 2019).

La Autoridad Nacional del Agua (2020), informó que las cordilleras del Perú perdieron el 51% de su superficie glaciar en los últimos 50 años, por efecto del cambio climático; este retroceso influye al sector agropecuario principalmente.

<sup>1</sup> Departamento de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – Perú. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5470-3409>

<sup>2</sup> Departamento de Ing. Agronómica, Facultad de Ingeniería Agronómica y Zootecnia, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8284-0614>

<sup>3</sup> Departamento de Ing. Civil y Ciencias Básicas, Facultad de Ingenierías, Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba, Cusco – Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6666-1301>

<sup>4</sup> Departamento de Agroindustrias, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano - Puno, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0235-3515>

**Como citar:** Condori-Valverde, E., Baca García, C. J., Barragán-Condori, M., y Aro Aro, J. M. (2024). Efecto de la pendiente del terreno y tuberías terciarias en uniformidad de riego y rendimiento de arveja (*Pisum Sativum*). *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 26(4), 187–192. <https://doi.org/10.18271/ria.2024.607>

La agricultura es uno de los sectores que será perjudicialmente afectado por el cambio climático, reduciendo los ingresos económicos de la población que se dedica a esta actividad en los diferentes países (López & Hernández, 2016).

En la región sierra del Perú, se tiene una superficie agrícola de 5,172,954 ha, de esta área el 60% de los terrenos presentan suelos con pendientes pronunciadas (Livia et al., 2021), sin embargo, estas tierras no son utilizadas para el cultivo durante todo el año.

Por su parte, Castillo & Amésquita, (2003) reportaron que los terrenos con fuertes pendientes pronunciadas en laderas andinas, tienden a perder sus nutrientes por erosión y la sedimentación formada en la escorrentía; por estas razones no pueden ser irrigadas por el método de riego por gravedad. Asimismo, (Condori et al., 2022), indican que existe la pérdida de suelos agrícolas por erosión hídrica en laderas, solución y arrastre de los fertilizantes aplicados, baja eficiencia de riego, resultando así una baja productividad del cultivo. Los autores Zuazo et al., (2014), concluyen que los suelos agrícolas en laderas con fuertes pendientes, generan altas tasas de erosión y escorrentía. Sin embargo, para reducir estas desventajas en suelos con topografía variada, uso eficiente de recurso hídrico existen otros métodos de riego tecnificado como el riego por goteo (Monge-Redondo, 2018).

El riego por goteo presenta alta eficiencia en su aplicación y consumo de agua, se puede regar tres veces del área que el riego por gravedad y dos veces que el sistema de riego por aspersión (Mendoza, 2013).

Bedoya-Cardoso et al. (2018), evaluaron el efecto de la pendiente del terreno en el coeficiente de uniformidad (CU) en un lateral de riego por goteo empleando tres tipos de goteros de 2 l/h, separados cada 20cm, en pendientes de 3%, 0%, -1% y -3%; los mejores resultados se reportaron para el gotero tipo A (12 mm) por el método (Keller & Karmeli, 1974), para una pendiente 3% un CU = 90.42% y en una pendiente -3% un CU = 90.92%.

Mamani (2016), realizó la evaluación del uso eficiente del agua de riego en el cultivo de arveja, la frecuencia y tiempo de riego se monitoreo con tensiómetro en cada fase fenológica, los rendimientos variaron desde 06 hasta 10 t/ha.

Los autores como Cánovas et al., (2015) investigaron las influencias de las pendientes del terreno en la uniformidad de riego localizado, se consideró pendientes desde 0 a 5%, tanto en sentido ascendente como descendente. Los valores de coeficiente de uniformidad (CU) sufrieron una elevada disminución desde 95% hasta 83%.

Que, por efectos del cambio climático, existencia de suelos agrícolas con pendientes pronunciadas y la aplicación de riego tradicional que requiere alta demanda de agua para el riego por la agricultura familiar en la región sierra del Perú. Si el estado y la población no realiza acciones y medidas preventivas al respecto, existirá limitaciones en el uso normal de agua para fines agrícolas; y para prevenir dichas problemáticas, será una prioridad aplicar nuevas tecnologías y métodos de riego eficientes que requieran poca cantidad de agua en la agricultura.

Por tanto, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la pendiente del terreno con diferentes formas de

disposición de válvulas en las tuberías terciarias en riego por goteo sobre el coeficiente de uniformidad de riego y el rendimiento del cultivo de arveja.

Finalmente, el estudio la investigación aporta el conocimiento técnico a favor de los pequeños y medianos productores de la región sierra del Perú, para su explotación de suelos agrícolas con pendientes de hasta un 40% empleando el riego por goteo.

## Materiales y Métodos

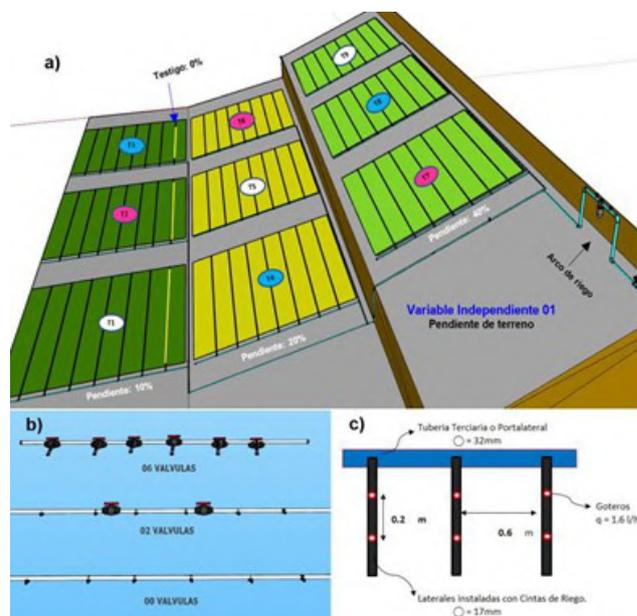
El experimento se desarrolló en una parcela acondicionada localizada en la comunidad San Andrés de Yanacca del distrito de Tambobamba, Cotabambas, Apurímac – Perú, ubicado a 4.5 km de la ciudad de Tambobamba, sus coordenadas son latitud: 13°57'49.05" S y longitud: 72°11'31.51" O, encontrándose a una altitud de 3,405 msnm.

## Diseño experimental y tratamientos

En la presente investigación se empleó el diseño experimental con un arreglo factorial de  $(3)^2$ , teniendo un total de 09 tratamientos y un testigo.

Para este fin, se realizó nivelaciones de terreno con pendientes de 10%, 20% y 40%; y en cada parcela se instalaron tres subunidades de riego con una disposición de 0, 2 y 6 unidades de válvulas manuales para regular los caudales en las tuberías terciarias, para fines de comparación se instaló un control en un suelo llano y sin válvulas.

**Figura 1.** Representación del sistema de riego evaluado. a) Parcelas de ensayo según el diseño experimental; b) Disposición de tuberías terciarias de tres formas con inserción de válvulas manuales; c) Disposición de laterales con cintas de riego..



Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) Share - Adapt

### Análisis de suelo agrícola

Las muestras se obtuvieron empleando la técnica de rejilla triangular en las tres parcelas, la composición fisicoquímica del suelo se determinó con varios métodos, el Nitrógeno total (Kjeldahl), fósforo (Olsen modificado - UV Visible), potasio (Acetato de amonio 1N - Absorción atómica), Cationes Cambiables: Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> (Acetato de amonio 1N - Absorción atómica), hierro, cobre, manganeso y zinc (espectroscopia de absorción atómica), las propiedades físicas de textura, arena, limo y arcilla (Hidrométrico-Bouyoucos), capacidad de campo, punto de marchitez y densidad aparente (Gravimetría). Los resultados fueron favorables y el suelo es bueno para la siembra de arveja.

### Análisis de agua de riego

Las muestras se tomaron tres veces del hidrante de riego, ubicado a 30m de la parcela experimental; posteriormente se homogenizaron y se envasaron en un recipiente de botella plástica, para luego analizar sus propiedades fisicoquímicas como pH, conductividad, bicarbonatos, carbonatos por el método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H, 2510B, 2320B 23rd Ed., y los metales totales y tóxicos se determinó con el método EPA METHOD 200.7. revisada los resultados de la composición química del agua, estas se encuentran dentro de los parámetros máximos normales y es apta para su aplicación en riego de diferentes cultivos.

### Determinación de Coeficiente de Uniformidad (CU)

El CU se determinó con la metodología de Keller & Karmeli (1974), para cada parcela se seleccionó 16 emisores y se eligen los laterales más cercano y más lejano de la subunidad de riego, a partir de varias pruebas en la parcela, se calcula empleando la fórmula siguiente.

$$CU = \frac{q_{25\%}}{q_m} \ast 100$$

CU: Coeficiente de uniformidad - aplicación.

q<sub>25%</sub>: Caudal medio del 25% de emisores con menor caudal (l/h).

q<sub>m</sub>: Caudal medio de la muestra de emisores operados a presión de referencia (l/h).

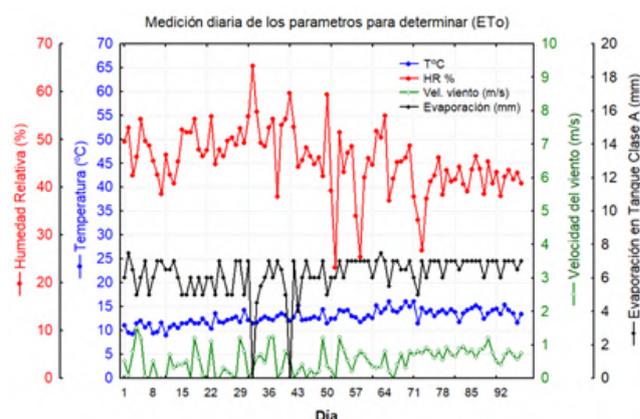
### Evaluación del cultivo de arveja

La siembra del cultivo se efectuó con la semilla de arveja (*Pisum Sativum*) variedad chinchucho, que se caracteriza por ser precoz y de buena aceptación comercial; además se ha fertilizado con productos orgánicos e inorgánicos, según los requerimientos mínimos del cultivo de arveja. Las semillas se cultivaron a una densidad de 20cm entre planta y 60cm entre laterales, en un área de 4x4m = 16m<sup>2</sup> cada tratamiento, en una extensión total de 160m<sup>2</sup>, ocupando un espacio experimental total de 330 m<sup>2</sup>. Se realizó un plan de fertilización, empleando la dosis N-P-K-S-Mg (10.6 – 6.2 – 4.4 – 0.4– 0.8), que representa en kg a nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y magnesio respectivamente.

El riego de arveja se desarrolló en forma diaria, para ello se registró en una planilla de riego, para estimar la reposición del agua perdida durante el día, efecto de evapotranspiración

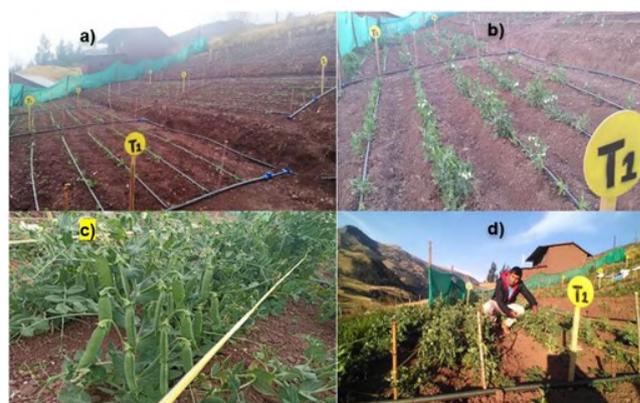
del cultivo, el agua a reponer se calculó utilizando el método del tanque evaporímetro clase A, con la ayuda del equipo Anemómetro digital modelo PM6252B, las evaluaciones se realizaron en horarios de 7:30 de la mañana con una variación ± 3min, los riegos se efectuaron por un tiempo promedio de 8 min, el cual varió según el crecimiento y desarrollo vegetativo del cultivo de arveja.

**Figura 2.** Gráfico del comportamiento diario %HR, T(°C), velocidad del viento (m/s), y evaporación de agua en el tanque clase A (mm); datos requeridos para determinar la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>).



Se precisa que la presión en la tubería matriz fue de 3bar y la parcela experimental según el diseño hidráulico requiere un total de 2.7bar. Por tanto, no es necesario comprar una electrobomba para este sistema; ya que la presión en la tubería secundaria varío entre 1.7–2.2bar, con el cual se garantiza el sistema de riego y su uniformidad, además el lateral de riego más lejano tenía una presión de operación 0.8bar ya que las cintas pueden trabajar mínimamente con 0.5bar.

**Figura 3.** a) Parcelas Experimentales; b) Inicio de floración de las plantas de arveja; c) Desarrollo de las vainas de arveja; d) Cosecha de arveja en grano verde..



El aporque se realizó cuando la planta tenía una altura de 7 a 8 cm, el mantenimiento del filtro de anillas de 120 mesh tipo “Y” se realizó cada 7 días, para evitar la obturación de los emisores y así garantizar la uniformidad de riego. Las plantas de arveja iniciaron su floración a los 50 días después de la siembra. La cosecha de arveja se efectuó a los 97 días después de la siembra, los cultivares presentaron una producción de 12–16 vainas/planta, las vainas tenían 6 a 9 granos/vaina, predominado 8 granos/vaina y con peso promedio de 5g/vaina.

**Figura 4.** Fotografías de las cosechas y su caracterización física de las vainas y granos de arveja verde.



## Resultados

### Coefficiente de Uniformidad de Riego (CU)

Los mejores resultados se reportan en el tratamiento 7 (pendiente 40% con instalación de 6 válvulas en tubería terciaria)  $CU = 96.30\%$ , seguido del tratamiento 6 (pendiente 20% con instalación de 6 válvulas en tubería terciaria)  $CU = 96.13\%$  y el menor valor corresponde al tratamiento 1 (pendiente 10% sin instalación de válvulas en tubería terciaria) un  $CU = 92.84\%$ . Los autores como (Keller & Karmeli, 1974), califican como bueno a valores de  $CU=85\%$  a  $95\%$  y excelente a  $CU>95\%$ ; por tanto, el sistema de riego por goteo instalado en el campo experimental tendría un calificativo desde bueno a excelente.

### Rendimiento del cultivo de arveja

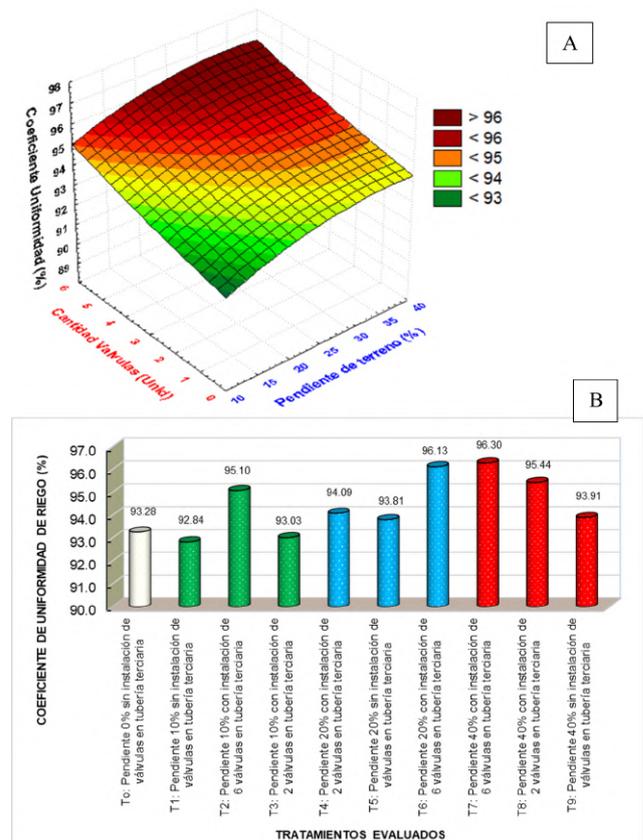
Se determinó por el método gravimétrico utilizando una balanza digital con 2 decimales de precisión. Se pesó la cantidad de vainas por planta cosechada, y teniendo los datos de la densidad de siembra entre plantas por  $1\text{ m}^2$ ; se proyectó para  $1.0\text{ ha}$ , que equivale a  $10,000.00\text{ m}^2$ , logrando así obtener los rendimientos de arveja verde en  $\text{t/ha}$  para cada tratamiento.

Según la figura 06, los mejores resultados fueron de la parcela experimental con una pendiente de 10%; para  $T1=9.50\text{ t/ha}$ ,  $T2=9.0\text{ t/ha}$  y  $T3=10.75\text{ t/ha}$ ; y los tratamientos con menor rendimiento fueron en terrenos con pendientes de 20%, para  $T5=5.25\text{ t/ha}$ , y  $T6=4.50\text{ t/ha}$  respectivamente. Para fines de comparación, se ha considerado un testigo ( $T_0$ ) en una pendiente de 0% y sin válvulas insertadas en las tuberías terciarias, cuyo rendimiento de  $T_0 = 8.25\text{ t/ha}$ .

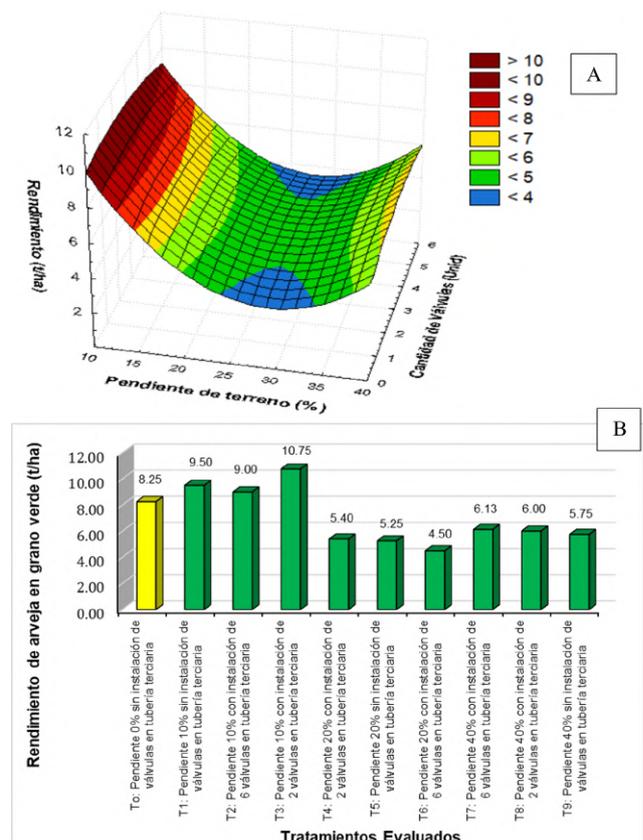
## Discusión

El coeficiente de uniformidad (CU) con máximo valor se reportó un  $CU = 96.30\%$ , para el tratamiento 7 (Pendiente 40% con instalación de 6 válvulas en tubería terciaria), este resultado se debe a que el caudal ingresa por la parte alta

**Figura 5.** Resultado de Coeficiente de Uniformidad; a) Grafico de superficie respuesta, b) Grafico en barras..



**Figura 6.** Resultados del rendimiento de cultivo de arveja. a) Superficie respuesta, b) Grafico de barras.



de las parcelas que tiene una pendiente de 40%, como se aprecia en la figura 01-a; a este comportamiento hidráulico Saldarriaga, (2016) relaciona que la pérdida de carga ( $H_f$ ) es independiente de la posición de la tubería y la presión interna bajo el cual circula el agua; por su parte Mendoza (2013) para minimizar los efectos de la variación de presión en laterales recomienda instalar según las curvas a nivel, y las tuberías terciarias, en sentido de la pendiente del terreno.

Según los principios de Bernoulli, podemos decir que las parcelas de riego instaladas a una distancia más abajo, tienden a disminuir mínimamente el coeficiente de uniformidad de riego, debido a que, el caudal y la presión van disminuyendo proporcionalmente por la variación de la de energía potencial y cinética del agua que circula en los ductos de las subunidades de riego existentes en todo el sistema (Monge-Redondo, 2018).

Bedoya-Cardoso et al. (2018), reportó en una pendiente 3% un CU=90.42% y para pendiente -3% un CU=90.92%. Asimismo, Gavilán et al. (2014), evaluaron el efecto de la pendiente sobre la calidad del riego; y demostraron que a mayores de 70m con una pendiente ligeramente ascendente <2% empleando cintas de riego de 16mm determinó un CU=85%. Sin embargo, (Cánovas et al., 2015), evaluaron en pendientes de terreno desde 0 a 5%, tanto en sentido ascendente como descendente; los resultados para un terreno normal fue CU=95% y para pendiente 5% un CU=84.8%. En esta investigación evaluado en parcelas con tres pendientes de 10%, 20% y 40% los resultados fueron CU > 92%; existiendo una diferencia significativa para un p valor < 0.05, ya que las instalaciones corresponden a áreas pequeñas de 330 m<sup>2</sup> resultando la eficiencia de riego con una valoración de buena a excelente; asimismo, (Laura & López, 2016) evaluaron los parámetros en riego por goteo en zonas altas de Bolivia, reportan un CU=92.15% similares a la investigación.

Las pérdidas de presión evaluados en un terreno normal por Ángeles et al., (2007), indican que, la pérdida de carga por fricción en una tubería con salidas múltiples en toda su longitud será menor que la pérdida de carga por fricción en una tubería simple sin salidas. Además (Bedoya-Cardoso & Ángeles-Montiel, 2017), evaluaron pérdidas de carga en tuberías con salidas múltiples y mencionan que las pérdidas se dan a cada tramo. Por otro lado, (Royuela, 1998) señala que las pérdidas de carga ( $h_f$ ) se deben a la perturbación del flujo que se produce en la toma (contracción-expansión y derivación de caudal) y concretamente son los Reynolds (Re) existente en las tuberías terciarias y también influye la geometría de conexión; de la misma forma, (Ángeles & Ojeda, 2002), que las pérdidas de carga localizadas se deben a la vorticidad y turbulencia provocada por los accesorios propios de la red. En esta investigación se apreció que, en terrenos con pendientes de 20% y 40%, las pérdidas de carga en las tuberías terciarias son compensadas por la variación de cotas.

El cultivo de arveja con mayor rendimiento se demostró en la parcela experimental con una pendiente 10% instalados con y sin válvulas en las tuberías terciarias, los rendimientos variaron desde 9.0 a 10.75 t/ha; y estos valores son cercanos a los reportados por (Machaca, 2018), con la misma variedad de arveja chinchucho, quien obtuvo desde 9.8 - 13.8 t/ha. Por otra parte, (Quispe, 2014) en su trabajo reportó el rendimiento de arveja en grano verde

12.79 t/ha, irrigadas con cintas de riego a 1.6 l/h; por tanto, estos resultados también son cercanas a nuestro resultado de 10.75 t/ha. Asimismo, (Evaristo, 2020) evaluó el efecto del rendimiento del cultivo de arveja variedad Quantum y reportó 10.27 t/ha, el valor es muy cercano a los obtenidos en la investigación. Ovalle-Castiblanco et al. (2022), señala que la pendiente de terreno no afecta en la calidad de los frutos, pero si en el rendimiento y cosecha. Asimismo, (Sánchez-Delgado et al., 2020) logro estudiar que la disposición de laterales de riego, y este variable afecta en 3-5% respecto al rendimiento del cultivo.

En parcelas con pendiente 20% instalados con y sin válvulas en las tuberías terciarias, los rendimientos fueron bajos desde 4.50 a 5.40 t/ha. Sin embargo, en un ensayo comparativo de cinco cultivares de arveja desarrollado por (Alvino & Paucar, 2018) en la región Huancavelica, obtuvieron rendimientos similares en la variedad blanca: 4.13 t/ha, variedad remate 4.594 t/ha.

## Conclusión

La variación de la pendiente del terreno de 10% al 40% influye mínimamente en forma positiva sobre el coeficiente de uniformidad de riego, el valor de  $r = 0.4169$ , indica una relación relativamente débil entre las variables.

La variación de la pendiente del terreno de 10% al 40% influye negativamente sobre el rendimiento de arveja, el valor de  $r = -0.5689$ , indica una relación moderadamente fuerte entre las variables.

La disposición de válvulas en tuberías terciarias influye positivamente en el coeficiente de uniformidad de riego, el valor de  $r = 0.6736$ , indica una relación moderadamente fuerte entre las variables.

La disposición de válvulas manuales en tuberías terciarias no influye en el rendimiento, el valor de  $r = -0.08019$ , indica una relación débil entre las variables.

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, al programa “Yachayninchis Wiñarinanpaq”, por el cofinanciamiento del proyecto de investigación, según CONTRATO N° 021-VRIN-2022-UNSAAC.

## Referencias

- Alvino, Y. D. A., & Paucar, A. L. (2018). Estudio Comparativo de Rendimiento en Vaina Verde con Cinco Variedades de Arveja (*Pisum sativum* L.) en la Comunidad de Yanatambon a 3,350 msnm. [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion]. <https://bit.ly/45ZksqR>
- Ángeles Hernandez, J. M., & Ojeda Bustamante, W. (2002). Manual para la elaboración y revisión de proyectos ejecutivos de sistemas de riego parcelario. <https://bit.ly/3qv4WTo>
- Ángeles, V., Arteaga, R., Peña, M. A. V., García, M. C., & Castillo, L. A. I. (2007). Factores de ajuste para la pérdida de carga por fricción en tuberías con salidas múltiples telescópicas o con servicio mixto. *Ingeniería del Agua*, 14(4), Article 4. <https://bit.ly/3J8vrop>

- Autoridad Nacional del Agua, A. (2020). Retroceso de los glaciares debido al cambio climático en el Perú (p. 2). MIDAGRI. <https://bit.ly/3Rutgif>
- Bedoya-Cardoso, M., & Ángeles-Montiel, V. (2017). Comparación de métodos para estimar pérdidas localizadas en riego por goteo. *Tecnología y Ciencias del Agua*, VIII(4), 117-125. <https://bit.ly/45Wkoby>
- Bedoya Cardoso, M., Yossa manrique, P. C., & Yossa Osorio, L. F. (2018). Efectos de la pendiente en el coeficiente de uniformidad en un lateral de riego por goteo. <https://bit.ly/42Bvikb>
- Cánovas, G., Baeza-Cano, R., Contreras-París, J. I., & Gavilán, P. (2015). Influencia de la Pendiente del Terreno en la Uniformidad de Distribución de Caudal en Cintas de Riego Localizado. *Servifapa*, 12. <https://bit.ly/3qytbjH>
- Castillo, J., & Amésquita, E. (2003). Erosión hídrica y degradación de suelos en laderas andinas. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 20(1 y 2), Article 1 y 2. <https://bit.ly/3My0CuL>
- Condori, T. F., Pino, V. E., & Tacora, P. (2022). Soil loss due to water erosion on semi-arid slopes of the Cairani-Camilaca sub basin, Perú. *Idesia (Arica)*, 40(2), 7-15. <https://bit.ly/3Nm62Kk>
- Evaristo, O. O. (2020). Efecto de guano de isla en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum Sativum*) variedad quantum en condiciones agroecológicas de la localidad de Purupampa – Panao 2018. [Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://bit.ly/3tMZ49Z>
- Gavilan P., R., & N. Lozano, D. (2014). Efecto de la Pendiente sobre la Calidad del Riego y la Producción de un Cultivo de Frambuesa. *SERVIFAPA*. <https://bit.ly/43TXPT6>
- Granados, A. H. E. (2019). Impacto de la Variación de Temperatura en la Desglaciación de la Cordillera Huayhuash (Lima-Ancash-Huánuco) [Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <https://bit.ly/43TbcTn>
- Keller & Karmeli. (1974). Trickle Irrigation Design Parameters. *Transactions of the ASAE*, 17(4), 0678-0684. <https://bit.ly/3MxnPgK>
- Laura Apaza<sup>1</sup>, G., & López Blanco<sup>1</sup>, C. (2016). Evaluación de la uniformidad de un sistema presurizado de riego por goteo para cultivos de zonas alto-Andinas de Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 3(1), 7-17. <https://bit.ly/43TYDY8>
- Livia, A. L., Sánchez, M. R., Galiano, U. A., Cajas, A. J., Arévalo Chong, E., & Rosas Quispe, E. (2021). Atlas de la superficie agrícola del Perú (MIDAGRI). Repositorio Institucional - ANA, 1, 94. <https://bit.ly/3GNtkQy>
- López, F. A. J., & Hernández, C. D. (2016). Cambio climático y agricultura: Una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. *El trimestre económico*, 83(332), 459-496. <https://bit.ly/3v4OvzF>
- Lozano-Povis, A., Alvarez-Montalván, C. E., Moggiano, N., Lozano-Povis, A., Alvarez-Montalván, C. E., & Moggiano, N. (2021). El cambio climático en los andes y su impacto en la agricultura: Una revisión sistemática. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 101-108. <https://bit.ly/3QLxiU6>
- Machaca, Q. A. H. (2018). Niveles de guano de islas y té de estiércol de cuy en el rendimiento del cultivo de arveja verde (*Pisum Sativum* L.) en la irrigación Majes de Arequipa [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <https://bit.ly/3qytJ9f>
- Mamani, C. E. (2016). Evaluación del uso eficiente del agua de riego en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) como media de adaptación a la variabilidad climática en las comunidades de Amachuma Grande y Retamani del municipio de Palca [Thesis, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://bit.ly/48orzK7>
- Mendoza, A. E. (2013). Riego por Goteo (CENTA, Vol. 1).
- Monge-Redondo, M. Á. (2018). Diseño Agronómico e Hidráulico de Riegos Agrícolas a Presión: Vol. I. Editorial Agrícola Española, S.A.
- Ovalle-Castiblanco, A. M., Aguirre, D. M. C., Varón, C. F. J., & Beltrán, C. A. A. (2022). Influence of field slope on manual harvesting indicators on citrus in the agricultural sector in Caldas-Colombia. *Ingeniería y Competitividad*, 24(1), Article 1. <https://bit.ly/3NojPjz>
- Quispe, J. E. (2014). Continuidad del bulbo húmedo en sistemas de riego por goteo subsuperficial - San José de Ticllas Ayacucho, 2014 [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://bit.ly/43PYdlu>
- Royuela Tomás, A. (1998). Determinación de las pérdidas de carga singulares producidas por la conexión de los laterales en las tuberías terciarias de riego localizado [Universitat Politècnica de València]. <https://bit.ly/3XgON0t>
- Saldarriaga, J. (2016). Hidráulica de tuberías (3 Edición). Alfaomega.
- Sánchez-Delgado, M., Mejía-Marcacuzco, J. A., Guevara-Pérez, E., Natividad-Toribio, P., & Razuri-Ramírez, L. (2020). Efecto de la disposición de laterales de riego por goteo y secado parcial del suelo en el rendimiento de papa. *Revista INGENIERÍA UC*, 27(2), 136-149. <https://bit.ly/3WZRp2i>
- Zuazo, V. H. D., Pleguezuelo, C. R. R., Tavira, S. C., & Martínez, J. R. F. (2014). Impacto de la erosión y escorrentía en laderas de agroecosistemas de montaña mediterránea. *Ecosistemas*, 23(1), 66-72. <https://bit.ly/3rY81wE>